



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN SISTEMAS, ELECTRÓNICA E
INDUSTRIAL**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS LA VICTORIA**

Trabajo de titulación modalidad Proyecto de Investigación, presentado previo a la
obtención del título de Ingeniero Industrial

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales y producción

AUTOR: Marlon René Lema Chicaiza

TUTOR: Ing. Fernando Urrutia Urrutia, Mg.

Ambato - Ecuador

agosto – 2023

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS LA VICTORIA, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por el señor Marlon René Lema Chicaiza, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, de la Universidad Técnica de Ambato, me permito indicar que el estudiante ha sido tutorado durante todo el desarrollo del trabajo hasta su conclusión, de acuerdo a lo dispuesto en el Artículo 17 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.3 del instructivo del reglamento referido.

Ambato, agosto 2023.

Ing. Fernando Urrutia Urrutia, Mg.

TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación titulado: PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS LA VICTORIA es absolutamente original, auténtico y personal y ha observado los preceptos establecidos en la Disposición General Quinta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato. En tal virtud, el contenido, efectos legales y académicos que se desprenden del mismo son de exclusiva responsabilidad del autor.

Ambato, agosto 2023.



Marlon René Lema Chicaiza

C.C. 050432702-4

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato para que reproduzca total o parcialmente este trabajo de titulación dentro de las regulaciones legales e institucionales correspondientes. Además, cedo todos mis derechos de autor a favor de la institución con el propósito de su difusión pública, por lo tanto, autorizo su publicación en el repositorio virtual institucional como un documento disponible para la lectura y uso con fines académicos e investigativos de acuerdo con la Disposición General Cuarta del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, agosto 2023.



Marlon René Lema Chicaiza

C.C. 050432702-4

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por el señor Marlon René Lema Chicaiza, estudiante de la Carrera de Ingeniería Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, titulado PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS LA VICTORIA, nos permitimos informar que el trabajo ha sido revisado y calificado de acuerdo al Artículo 19 del Reglamento para la Titulación de Grado en la Universidad Técnica de Ambato y el numeral 6.4 del instructivo del reglamento referido. Para cuya constancia suscribimos, conjuntamente con la señora Presidente del Tribunal.

Ambato, agosto 2023.

Ing. Elsa Pilar Urrutia Urrutia, Mg.
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Franklin Tigre, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Edison Jordán, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación lo dedico primero a Dios, quien me dio la fortaleza y las fuerzas durante toda la carrera universitaria.

Pero es mi mayor satisfacción dedicarlo a mi padre Hugo Lema quien siempre confió plenamente en mí y tuvo las palabras apropiadas para levantarme en cada una de mis caídas teniéndolo como un ejemplo de dedicación y superación personal y a mi madre América Chicaiza por el cariño y por ese amor incondicional que siempre me demostró como los consejos que me brindaba en cada salida de casa.

A mis hermanos Edison y César, quienes me han apoyado en este camino con sus experiencias, con las palabras de aliento y los consejos que me han llevado a no rendirme en el transcurso de estos años en la carrera. A mi sobrina Fabiana por llegarnos alegrar la vida.

A Estefania quien me acompañó en el camino, la que supo tener las palabras apropiadas y el apoyo para no sentirme solo estando lejos de casa, a mis mascotas que cada fin de semana me recibían con su ladridos y brincos de felicidad que de un momento triste lo hacían un momento de felicidad.

A mis tíos, tías, primos, primas quien se hicieron presente con su cariño, las palabras de aliento y consejos para no rendirme. Y como no dedicarlo a los que no están presente a mis abuelitos Humberto y Teresa, a mi tía América que desde el cielo guiaban mis pasos y me protegían de todo mal.

A mi grupo de amigos dentro y fuera de la universidad con los que he compartido momentos buenos y malos durante esta etapa universitaria los recordare siempre con la mayor felicidad por aquellos momentos en donde nos relajábamos entre bromas, risas y anécdotas.

Marlon René Lema Chicaiza

AGRADECIMIENTO

Un agradecimiento primero a Dios, por haberme guiado y cuidado durante esta etapa universitaria, por no dejarme caer en los malos momentos.

A mis padres quien desde pequeño me han enseñado buenos valores para crecer como persona y apoyarme en todas las metas que me he propuesto. Que pese a cualquier mal momento nunca dejaron de creer en mí y la confianza estuvo plena durante todo momento.

A mis hermanos, sobrina, familia quien estuvieron presentes en cada momento de mi vida para hacerme entender lo bueno y lo malo de la vida.

A mi tutor Ing. Fernando Urrutia, por haberme guiado y ha aconsejado durante el desarrollo de mi proyecto de investigación.

A la universidad, a los ingenieros de la FISEI por haberme impartido todos los conocimientos en cada uno de sus módulos y así como las enseñanzas y consejos que nos brindaban para no rendirnos.

A la empresa de lácteos “La Victoria”, por haberme abierto las puertas para realizar mi proyecto de investigación y la apertura de aprendizaje a nuevos conocimientos.

Marlon René Lema Chicaiza

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

PORTADA.....	i
APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
RESUMEN EJECUTIVO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv
CAPÍTULO I	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	3
1.3 Fundamentación teórica	7
1.3.1 Mantenimiento	7
1.3.2 Importancia del mantenimiento	7
1.3.3 Tipos de mantenimiento.....	8
1.3.4 Modelos de mantenimiento.....	12
1.3.5 Análisis y codificación de equipos.....	16
1.3.6 Fallos.....	18
1.3.7 Tipos de fallos	19
1.3.8 Análisis de fallos.....	20
1.3.9 Herramientas para jerarquizar el mantenimiento	22
1.3.10 Indicadores de mantenimiento	27
1.3.11 Técnicas de mantenimiento avanzado.....	29
1.4 Objetivos	35
1.4.1 Objetivo General.....	35
1.4.2 Objetivos Específicos.....	35
CAPÍTULO II.....	36
METODOLOGÍA	36

2.1	Materiales.....	36
2.2.	Métodos.....	38
2.2.1.	Modalidad de investigación	38
2.2.2	Población y muestra.....	42
2.2.3	Recolección de información.....	42
2.2.4	Procesamiento y análisis de datos	43
CAPÍTULO III.....		45
RESULTADOS Y DISCUSIÓN		45
3.1	Análisis y discusión de resultados	45
CAPÍTULO IV.....		121
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		121
4.1	Conclusiones	121
4.2	Recomendaciones	123
MATERIALES DE REFERENCIA		124
Referencias bibliográficas.....		124
Anexos		127

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de mantenimiento correctivo.....	9
Tabla 2. Criterios de valoración (AMFE).	27
Tabla 3. Parámetros del indicador OEE.....	32
Tabla 4. Recursos materiales utilizados en el proyecto de investigación.	36
Tabla 5. Preguntas de investigación.....	39
Tabla 6. Términos de búsqueda.	40
Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión.....	40
Tabla 8. Maquinaria de la línea de producción.	42
Tabla 9. Técnicas y herramientas para la recolección de datos.	43
Tabla 10. Productividad de la línea de producción.	45
Tabla 11. Levantamiento de información de la maquinaria.....	50
Tabla 12. Estructura de codificación empresa lácteos "La Victoria".....	51
Tabla 13. Áreas de la empresa.	52
Tabla 14. Maquinaria de la empresa.	53
Tabla 15. Indicadores de mantenimiento MPT-02.....	55
Tabla 16. Disponibilidad general de la maquinaria de la línea de producción.	60
Tabla 17. Análisis AMFE de MPT-01.	63
Tabla 18. Análisis AMFE de MHG-01.....	64
Tabla 19. Análisis AMFE de MPT-02.....	65
Tabla 20. Análisis AMFE de MEL-01.....	69
Tabla 21. Análisis AMFE de TA-01.....	72
Tabla 22. Análisis AMFE de MM-01.	73
Tabla 23. Análisis AMFE de MM-02.	74
Tabla 24. Análisis AMFE de MM-03.	75
Tabla 25. Análisis AMFE de MM-04.	76
Tabla 26. Análisis AMFE de MECH-01-02-03.....	77
Tabla 27. Análisis AMFE de MEY-01.	78
Tabla 28. Análisis AMFE de MEY-02.	79
Tabla 29. Análisis AMFE de MS-01.....	81
Tabla 30. Análisis AMFE de MS-02.....	83
Tabla 31. Análisis AMFE de MFE-01.	84
Tabla 32. Análisis AMFE de MER-01.....	85
Tabla 33. Análisis AMFE de MER-02.....	86
Tabla 34. Análisis AMFE de C-01.....	88

Tabla 35. Análisis AMFE de C-02.....	90
Tabla 36. Análisis AMFE de CA-01.....	91
Tabla 37. Criterios de mantenimiento.....	105
Tabla 38. Componentes críticos de la maquinaria.....	106
Tabla 39. Funciones del software MP 10V.....	111
Tabla 40. Funciones de la opción de Equipos.....	113

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de fallos	8
Figura 2. Actividades del modelo correctivo	13
Figura 3. Actividades del modelo condicional	14
Figura 4. Estructura de lista de equipos	17
Figura 5. Curva bañera.....	22
Figura 6. Matriz de criticidad	24
Figura 7. Estructura del árbol de fallas	25
Figura 8. Estructura de la matriz AMEF.....	25
Figura 9. Beneficios del CBM	31
Figura 10. Estructura del TPM.....	32
Figura 11. Objetivos del RCM.....	33
Figura 12. Ciclo reactivo de mantenimiento.....	34
Figura 13. Diagrama de flujo metodología PRISMA.	41
Figura 14. Logo de la empresa.....	45
Figura 15. Layout de la empresa "La Victoria".	48
Figura 16. Estructura de codificación empresa lácteos "La Victoria".	49
Figura 17. Tasa de fallos con relación al tiempo.	58
Figura 18. Curva de la bañera MPT-02.	58
Figura 19. Disponibilidad operacional de la maquinaria de la línea de producción.	61
Figura 20. Componentes críticos de MPT-01.	93
Figura 21. Componentes críticos de MHG-01.	93
Figura 22. Componentes críticos MPT-02.....	94
Figura 23. Componentes críticos de MEL-01.....	95
Figura 24. Componentes críticos de TA-01.....	96
Figura 25. Componentes críticos de MM-01.	96
Figura 26. Componentes críticos de MM-02.	97
Figura 27. Componentes críticos de MM-03.	97
Figura 28. Componentes críticos de MM-04.	98
Figura 29. Componentes críticos de MECH 01-02-03.	98
Figura 30. Componentes críticos de MEY-01.	99
Figura 31. Componentes críticos de MEY-02.	99
Figura 32. Componentes críticos de MS-01.	100
Figura 33. Componentes críticos de MS-02.	100
Figura 34. Componentes críticos de MFE-01.	101

Figura 35. Componentes críticos de MER-01.....	101
Figura 36. Componentes críticos de MER-02.....	102
Figura 37. Componentes críticos de C-01.....	103
Figura 38. Componentes críticos de C-02.....	103
Figura 39. Componentes críticos de CA-01.....	104
Figura 40. Software de mantenimiento "MP 10V".	109
Figura 41. Ingreso al software.	110
Figura 42. Pantalla principal del software.	111
Figura 43. Selección de la base de datos.....	113
Figura 44. Pantalla principal del apartado de equipos.	113
Figura 45. Ventana para agregar una máquina.	114
Figura 46. Ventana para editar información de una máquina.	115
Figura 47. Pantalla principal del apartado de Localidades/Inmuebles.....	115
Figura 48. Pantalla principal del apartado de planes de mantenimiento.....	116
Figura 49. Ventana para agregar un nuevo plan.	117
Figura 50. Ventana de partes y actividades.	117
Figura 51. Ventana para agregar actividades de mantenimiento.	118
Figura 52. Ventana de las actividades de mantenimiento del plan de C-01.	118
Figura 53. Ventana de filtros de órdenes de trabajo.	119
Figura 54. Ventana de principal de las órdenes de trabajo.	119
Figura 55. Ventana para generar órdenes de trabajo.....	120
Figura 56. Ventana de previsualización de la OT generada.	120

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto de investigación tiene por objetivo la gestión de un plan de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción dentro de la empresa de lácteos “La Victoria”, con la finalidad de que la organización pueda conservar y mantener los equipos en condiciones aptas para el desarrollo de las actividades diarias libres de eventos que no están programados dentro de sus instalaciones.

Con los datos procesados del funcionamiento de la maquinaria de la línea de producción, se analiza el estado actual de mantenimiento mediante el cálculo de los indicadores de mantenimiento como tiempo de operación, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación, tasa de fallos, fiabilidad y disponibilidad para obtener el estado en que se encuentran cada una de las máquinas. Para un análisis de forma de visual se utiliza la gráfica de la curva de la bañera que permite identificar en que etapa de vida útil se encuentran los equipos.

Para identificar los componentes que son más propensos a sufrir fallos dentro de la línea de producción se emplea la matriz AMFE que se encuentra certificada por la NTP 679. Cada uno de los componentes son evaluados con los criterios de la norma como detectabilidad, gravedad y frecuencia y el producto de los 3 dan como resultado el índice de prioridad de riesgo, el mismo que según la norma si sobrepasa un valor de 100 se considera un componente crítico.

Para la propuesta del plan de mantenimiento se elabora una bitácora de mantenimiento con los criterios de alta, media y baja criticidad para cada una de las actividades necesarias para conservar y alargar la vida útil de la maquinaria. La bitácora cuenta con el cronograma de actividades para realizar el mantenimiento ya sea diario, semanal o mensual la misma esta estipulada para una duración de un año normal de trabajo, para que la empresa pueda mantener o mejorar la disponibilidad y el estado actual de la línea de producción.

Palabras clave: Conservación, estado, maquinaria, disponibilidad, plan.

ABSTRACT

The objective of this research project was the management of a maintenance plan for the machinery of the production line within the dairy company “La Victoria”, with the purpose of the organization can preserve and maintain the equipment with suitable conditions for the development of daily free activities of events that are not scheduled within its facilities.

With the processed data of the machinery operation of the production line, the current state of maintenance was analyzed by calculating the maintenance indicators such as operating time, average time between failures, average time to repair, failure rate, reliability and availability to obtain the status of each of the machines. For a visual analysis, it was used the graph of the bathtub curve, which allows to identify in which stage of useful life the equipment is.

To identify the components that are most prone to failure within the production line, the AMFE matrix that is certified by NTP 679 was used. Each of the components were evaluated with the standard criteria such as detectability, severity and frequency that the product of the 3 results in the risk priority index, wich according to the standard, if it exceeds a value of 100, it is considered a critical component.

For the maintenance plan proposal, a maintenance log was prepared with prospects of high, medium and low criticality for each of the necessary activities to preserve and extend the useful life of the machinery. The log has the schedule of activities to carry out maintenance, whether daily, weekly or monthly, which it is stipulated for a duration of a normal year of work, so that the company can maintain or improve the availability and current status of the production line.

Keywords: Conservation, status, machinery, availability, plan.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“PLAN DE MANTENIMIENTO PARA LA MAQUINARIA DE LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LÁCTEOS LA VICTORIA”

1.1.1 Planteamiento del problema

La Fundación Universidad de América en el 2018, manifestó que un mantenimiento correcto puede mantener y extender la vida útil de las máquinas en un 85% demostrando que su funcionamiento sea evaluado en los procesos, asegurando tanto en el presente como en el futuro no se produzcan deficiencias y paros inesperados, caso contrario esto implicaría que existan tiempos largos de paralización en la producción afectando de manera negativa a la empresa, generando como consecuencia la molestia de los clientes que están a la espera de la entrega de los productos [1].

En las industrias lácteas de Colombia uno de sus principales problemas de mantenimiento fue estimado con un 60% de responsabilidad de los operadores debido a su desconocimiento en las operaciones en el manejo de la maquinaria, los mismos frente a un paro inesperado de los equipos no sabían que realizar, otro problema que presento fue la falta de un historial de mantenimiento donde se debía contar el tipo de mantenimiento realizado a la máquina por última vez y que se hizo, esto a futuro ocasionara que se produzcan deterioros prematuros de los elementos de las máquinas. En la actualidad los procesos derivados de la leche van evolucionando a gran escala, es necesario tener un mantenimiento de revisiones de rutina en los equipos para reducir los paros productivos por las malas prácticas en los equipos [2].

Las industrias lácteas en la ciudad de Guayaquil van presentando diversos inconvenientes uno de esos problemas es la falta de gestión de inventario de mantenimiento de los repuestos, por tal razón al no contar con sus respectivos elementos de repuesto, provoca que no se cumplan con la producción que estaba programada por el tiempo de demora en encontrar el repuesto de los equipos, por lo

que las industrias sufren pérdidas económicas y retrasos en la producción además de generar altos costos en la reparación de los daños ocasionados en los equipos [3].

En la ciudad de Salcedo la empresa Campo Fino, no tomó en cuenta un mantenimiento adecuado para la maquinaria trabajando sin descansar no tenía una planeación de mantenimiento, la empresa se enfocaba en las tareas correctivas más del 80% provocando que los equipos reduzcan su vida útil por no realizar mantenimientos de rutina, su funcionamiento fue afectado por el deterioro continuo, el personal solo corregía los daños de la maquinaria y no se enfocaba en prevenir los fallos. La mala organización de una empresa por tener en cuenta la importancia sobre una planeación de mantenimiento y los beneficios, provocan que se reduce la vida de una maquina generando altos costos en la adquisición de una nueva [4].

Un problema grave que presentan las empresas de lácteos, es no contar con un plan de mantenimiento para evitar tiempos de paralización en los equipos por las fallas inesperadas, estas fallas que no están programadas pueden generar riesgo al personal por manejar equipos sin su respectivo previo mantenimiento. En la actualidad, las actividades de mantenimiento requieren tener el apoyo de la alta administración de la empresa, por lo que el personal presenta dificultades en este sentido por el desconocimiento de mantenimiento provocando demoras para resolver situaciones teniendo una dependencia solo de una persona que tenga el conocimiento técnico de mantenimiento [5].

La presente problema de esta investigación es la deficiente gestión de mantenimiento en las maquinarias, equipos y herramientas de la línea de producción esta investigación se lo efectuó en la empresa “La Victoria” dedicada a la elaboración de productos lácteos, la mencionada empresa no cuenta con una planificación apropiada de mantenimiento, varios equipos como la pasteurizadora o las enfundadoras son utilizados por períodos largos sin ninguna revisión preventiva, lo que conlleva a la existencia de paros inesperados en la maquinaria, incumplimiento de la producción y de igual manera pérdidas económicas.

La empresa por lo general cuenta con operadores nuevos que no tienen idea sobre las operaciones adecuadas sobre el manejo de los equipos, los mismos frente a un

inconveniente no están aptos para enfrentar cualquier riesgo por su manejo. El no tener conocimiento sobre su funcionamiento en las actividades puede generar que existe el deterioro prematuro de los componentes en los equipos.

Al ejecutar las actividades de mantenimiento en los equipos, no existe un historial que pueda avalar el tipo de mantenimiento ejecutado, de esta manera cada vez que se produce un paro inesperado en la maquinaria no se puede dar inicio a la actividad de revisión por no poseer un registro de mantenimiento de cada una de las maquinarias que están dentro de la empresa.

Dado que la maquinaria en la empresa sufre situaciones que no están programadas en los horarios de trabajo como el fallo de algún componente y al no poseer una gestión de inventario adecuado de repuestos, se suscitan largos tiempos de espera y paro de las máquinas hasta que se llegue a encontrar los repuestos, para realizar el mantenimiento necesario. Uno de los factores que influyen en ese momento es el económico debido al alto costo en reparación de las máquinas al igual que el factor humano por desconocimiento del manejo de la maquinaria.

1.2 Antecedentes investigativos

El mantenimiento en la actualidad se ha ido innovando para mantener el buen estado en los equipos en la industria, es por ello que en el artículo de investigación realizado por Francisco Rey, determina la necesidad de un mantenimiento preventivo en las industrias en si para que la funcionalidad en los sistemas no se vayan más allá de lo inesperado, es decir no existan fallos que afecten al rendimiento de la maquinaria, esto se centró en dos metodologías una que corresponde al árbol de fallos y la otra AMFEC, donde de la mano cada una, generaba evidencia de los riesgos de los fallos críticos, para la identificación de los riesgos potenciales para un respectivo análisis de las principales actividades de mantenimiento que se debían llevar a cabo para prevenir el daño de la maquinaria [6].

Otra investigación realizada por la Universidad San Francisco de Paula Santander, con su indagación señaló que el mantenimiento juega un papel importante dentro de la industria, por lo cual es primordial mantener un inventario actualizado de la maquinaria presente con información de cada una de acuerdo al grado de criticidad

con respecto a la máquina con la ayuda de una norma ISO 14224, que tiene como objetivo clasificar los equipos, asignándolos en una categoría, permitiendo de esta forma agrupar a los datos de mantenimiento de la maquinaria, en la búsqueda de su respectiva pieza mediante una codificación de los códigos creados en base a una taxonomía [7].

El mantener la mantenibilidad de los equipos abarca diferentes factores claves para una buena operación y el desarrollo de las actividades sin inconvenientes, un estudio realizado en una planta industrial de Perú se puso en marcha una investigación en dónde se determinó los factores de fallos críticos que se presentan en la maquinaria, por medio de indicadores KPIs se pudo constatar la disponibilidad mecánica de los equipos en la empresa, mediante la recolección de cada uno de los datos se pudo elaborar diagramas ABC y diagrama de Ishikawa en dónde se evidenció las causas vitales que generaban las fallas en los equipos cómo: el riesgo crítico [8].

Consecuentemente con otro artículo de investigación publicado por la Revista Scielo menciona que: para tener un excelente análisis de mantenimiento es necesario la aplicación de índices de clase mundial teniendo como referencia el cálculo de indicadores de mantenimiento con el que se puede evaluar la maquinaria de acuerdo al tiempo de funcionamiento de los mismos, en los cuales se puede reconocer las causas comunes de las fallas que se presentan [9].

El desarrollo del mantenimiento adquiere mayor importancia con el avance de la tecnología la misma que al tener una buena aplicación genera diferentes beneficios. Un estudio realizado en una planta láctea muestra la importancia de contar con un buen plan de mantenimiento para la reducción tanto de costos como de fallas inesperadas en la maquinaria. Mediante la implementación de la técnica FMEA que ayuda en la optimización de la gestión de mantenimiento la cual permite la identificación de los problemas antes de que estos afecten al equipo [10].

Para tener una mayor confiabilidad en los equipos en la producción se genera la dependencia de un buen mantenimiento en la industria. En las empresas lácteas es necesaria la confiabilidad por eso la aplicación del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM), para la medición del rendimiento de los equipos por medios de

técnicas y procedimientos que generan un valor estadístico operacional para mejorar la productividad, gracias al mantenimiento teniendo resultados positivos reconociendo los posibles modos de fallas y con su respectiva criticidad en los equipos [11].

Una industria láctea de Pairumani en Perú por su alto crecimiento de producción no tenía presente una planeación de mantenimiento por lo que se concentraba en un 90% en realizar mantenimiento correctivos, de acuerdo con su producción los equipos paraban de 5 a 8 veces por paros inesperados en los equipos, esto ocasiono sufran un deterioro y desgaste por el tiempo de trabajo acumulado, generando que su rendimiento no sea el mismo, por lo cual fueron obligadas a realizar paralizaciones en los equipos provocando costos de mantenimiento altos por su reparación es por ello que las empresas medianas y pequeñas al presentar este tipo de problemas por una falta de planeación de mantenimiento tienen como consecuencia llegar a ser menos competitivas y con el pasar de los años pueden desaparecer [12].

En el artículo acerca del diseño de un método para determinar la disponibilidad operativa de la maquinaria, menciona que en la gestión de mantenimiento la toma decisiones sobre el tipo de mantenimiento que se debería aplicar tiene mucha importancia para mejorar la productividad de una empresa, la investigación tuvo prioridad en el enfoque de indicadores para establecer el estado actual de los equipos. Para ello se centró la aplicación de un indicador de clase mundial de mantenimiento como fue el OEE (Overall Equipment Effitiveness), este indicador permite tener claro la eficiencia que tiene la maquinaria en su rendimiento, con el cual se pretende tomar las decisiones para aumentar la capacidad de producción y predecir la aparición de una nueva falla para que no perjudique la vida útil de la máquina, debido que las empresas se centran en corregir los problemas perdiendo tiempo por los paros inesperados [13].

Teniendo en cuenta la importancia del mantenimiento, en una investigación acerca del mantenimiento predictivo como dato indicador menciona que las industrias están avanzando con el paso de tiempo por eso es necesario, que exista la aplicación de Mantenimiento 4.0, el cual se adelanta a predecir una futura falla, siendo necesario que se centren en los niveles del indicador OEE, esto ayudara a la mantenibilidad de

los equipos mediante la motorización continua en la detección de averías y optimización de mantenimiento en los equipos, de esta manera se evitaban pérdidas económicas al igual que paros de producción [14].

En un modelo de gestión de mantenimiento, el tener en cuenta un diagnóstico de los activos garantiza un largo ciclo de vida, es por ello que el cálculo de los indicadores de acuerdo a su resultado permite tomar decisiones de acuerdo a la prioridad de la criticidad de los equipos, debido a que la eficiencia que se busca en el cumplimiento de sus funciones depende de la calidad de mantenimiento que fue realizado, para ello hay que crear ordenes de trabajo con respecto al tiempo de operativo de la máquina con relación al carga de trabajo, de acuerdo a eso determinar la fiabilidad que existe con la aparición de los fallos para el control de mantenimiento respectivo en las fichas de información [15].

En un artículo que menciona sobre la gestión de mantenimiento en las industrias se pretende evaluar la gestión de mantenimiento en las empresas industriales, debido a que se están enfocando en la aplicación de mantenimiento correctivo, es decir que entran a reparación solo cuando se presenta una avería, para lo cual se incentiva a la aplicación de la metodología PHVA, para que los equipos puedan alargar su vida útil. De manera de hacer cumplir etapas de mantenimiento como son una planificación sobre las actividades que hay que ejecutar en la maquinaria, para luego hacer cada actividad de acuerdo a la necesidad sea diaria, semanal, mensual o anual, de esa manera luego de verificar cada una de las actividades de mantenimiento que deben ser realizadas pasar a la última que sería actuar sobre los equipos que presentas indicios de criticidad altos [16].

En otra investigación titulada gestión de mantenibilidad desde etapas tempranas, menciona que es necesario elaborar un proceso de gestión dedicado a la mantenibilidad de los equipos, para poder mantener en los equipos su vida temprana y no a cortar su vida útil. Todo esto gracias al desarrollo de un software propio donde se detallan todas las actividades de mantenimiento que el operario debe realizar cada determinado tiempo, con lo cual permite tener reducción de tiempos de paros inesperados, reducción de costos de mantenimiento. En donde para la ejecución de

dicho software es necesaria una capacitación de a los operarios en función a sus responsabilidades frente a cada máquina que manipulan [17].

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Mantenimiento

El concepto de mantenimiento viene dado desde la antigüedad, en la industria se conoce como las actividades que tratan de prevenir todos aquellos fallos que afecten de cierto grado al rendimiento de los equipos que se encuentran activos. Con el avance de la tecnología va aumentando sus elementos, es por ello que es necesario conocer la importancia del mantenimiento para no paralizar la producción de este modo no atrasar los pedidos [18].

Desde una perspectiva técnica la gestión de mantenimiento, abarca todas aquellas actividades, que tienen como finalidad mantener los equipos en óptimas condiciones para no tener paros inesperados en los mismos, de manera que toda aquella producción planeada se cumpla sin inconvenientes. Uno de los objetivos de ejecutar mantenimiento en la maquinaria es “Conservar los equipos en condiciones apropiadas para que no exista un deterioro prematuro, de manera que su rendimiento se mantenga para no generar costos altos en su reparación” [18].

1.3.2 Importancia del mantenimiento

El mantenimiento garantiza que los equipos se conserven de manera física en buenas condiciones, con el fin de que no sufran daños, por diferentes causas que se pueden presentar, ya sean humanas o externas [18]. Su importancia se vio reflejada en la observación, debido a que todos los equipos pueden presentar fallos, deterioros o desgastes, de las cuales se conocen fundamentalmente de 3 tipos:

Normal	<ul style="list-style-type: none"> • Unas de sus causas se dan por el movimiento como velocidad de ejecución de los equipos, las vibraciones, la temperatura, la corrosión entre otras.
Anormal	<ul style="list-style-type: none"> • Sus causas son las frecuentes, por la mala ejecución de los equipos, por golpes, descuido en sus actividades.
Accidental	<ul style="list-style-type: none"> • Esto se da por diferentes causas, que no están planificadas ya sea por causas naturales o meteorológicas, que se puede tomar como accidentes.

Figura 1. Tipos de fallos [18].

1.3.3 Tipos de mantenimiento

En la búsqueda de la conservación de los equipos en condiciones apropiadas, la gestión de mantenimiento se enfoca en tres tipos de mantenimiento, que son los aplicados dentro de la mayoría de las empresas en el ámbito regional, nacional como mundial:

Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo, también es conocido como mantenimiento reactivo, este tipo de mantenimiento es aquel que se realiza cuando los equipos dejan de funcionar debido que dentro de sus componentes se presenta una falla o avería, que hace que no pueda encender, su objetivo es corregir dichos inconvenientes de manera de no afectar en lo mínimo la productividad, teniendo en cuenta que si se puede reparar el componente o por consiguiente cambiarlo por nuevo tratando hacerlo en un mínimo tiempo.

La mayoría de las empresas, ejecuta este mantenimiento debido a que no cuentan con personal calificado para reconocer las posibles fallas o averías de los equipos, o a su vez no tienen las herramientas necesarias para una respectiva evaluación oportuna. El mantenimiento correctivo se pone activo cuando ocurre un fracaso, en el diagnóstico de las fallas en el tiempo. Por ello es necesario, reconocer el motivo de la causa para tomar las medidas necesarias [19].

Al hablar de este tipo de mantenimiento, se puede presentar dos clases las cuales son:

Tabla 1. Tipos de mantenimiento correctivo [19].

Mantenimiento correctivo no programado
Este mantenimiento como su nombre lo indica es aquel que no estaba programado, se activa cuando la maquina separa de manera inesperada y se tiene que cambiar el componente del equipo ya sea por uno nuevo o usado.
Mantenimiento correctivo planificado
Este es aquel, que ya predice el posible fallo en algún componente del equipo y se deberá realizar la programación con el respectivo cambio antes de que se presente el fallo [19].

Cuando se aplica este tipo de mantenimiento se tiene que tener claro cuáles son sus posibles ventajas como desventajas al momento de su aplicación, se detalla a continuación:

Ventajas del mantenimiento correctivo

- Las máquinas o los equipos, pueden alargar su vida útil por la reparación correcta de sus componentes y corregir las posibles fallas.
- Si al detectar la falla, se puede reparar entonces no se generan costos altos.
- El tiempo de reparación del equipo, es mínimo si se detecta la falla a corregir.

Desventajas del mantenimiento correctivo

- Si los equipos llegan a tener frecuencia en el mismo fallo, su funcionamiento puede reducir notablemente produciendo pérdidas económicas.
- Se puede generar un alto costo de adquisición de inventario, por componentes.
- Si no se tiene el conocimiento de la posible falla, el personal puede sufrir riesgos provocando accidentes de trabajo [19].

Mantenimiento preventivo (MP)

Son todas aquellas actividades que están involucradas en prevenir los fallos, averías o defectos antes que se produzcan dentro de la maquinaria por medio de una planificación previamente realizada para que no afecte el cronograma de producción. Dentro de este tipo de mantenimiento abarca también las inspecciones,

modificaciones, reparaciones, evaluaciones entre otras, que forman parte de los equipos para de una forma garantizar la eficiencia de los mismos [19].

En el mantenimiento preventivo, tiene como objetivos importantes los siguientes:

Disponibilidad: Es aquella posibilidad que tiene la máquina en trabajar sin ningún inconveniente cada vez que se lo requiera.

Confiabilidad: Es aquella probabilidad en que la máquina se encuentre operando en todo el tiempo que sea necesaria por el operador.

Incrementar: Se centra en aumentar tanto la disponibilidad como confiabilidad de los equipos, mediante un mantenimiento programado.

Para que todas las empresas vayan en el camino de la mejora continua es necesario la aplicación de un buen mantenimiento preventivo, se debe estar atento y adelantarse hacia las posibles fallas que puedan aparecer, es por ello que la aplicación de este mantenimiento tiene las siguientes ventajas y desventajas que se detallan a continuación:

Ventajas del mantenimiento preventivo

- La disponibilidad de la maquina aumenta, debido a la reducción de fallas y tiempos muertos.
- Historial de posibles fallos, mediante fichas de registro de mantenimiento.
- Inspecciones rutinarias de los equipos, con el fin de aumentar la confiabilidad en sus operaciones.
- Reducción de un cierto grado de contaminación ambiental, por una buena conservación de los equipos.
- La vida útil de la maquinaria aumenta, al igual que los componentes de la misma.

Desventajas del mantenimiento preventivo

- Documentación incompleta por incorrecta recolección de información de los posibles fallos.
- Elevados costos por capacitaciones al personal sobre mantenimiento.

- Tiempo extra para trabajadores para prevenir los fallos en los equipos [19].

Mantenimiento predictivo

Este tipo de mantenimiento también es conocido como mantenimiento condicional, se centra en tener una relación que involucre tanto a los parámetros físicos que este caso viene hacer el desgaste o el estado en que se encuentra el equipo. Para llevar a cabo la aplicación se tiene que tener en cuenta como se monitorea al equipo, su medición y tanto el seguimiento en sus operaciones, por ello es necesario contar con el compromiso de los operadores.

El mantenimiento predictivo, como su nombre lo indica es aquel que está atento a la detección de las posibles fallas, es decir en presagiar una futura falla, anomalía, rotura de algún componente del equipo para poder reemplazar, teniendo en cuenta una planificación antes que la falla aparezca, de esta manera poder garantizar que existan menos tiempos muertos en la maquinaria y que el tiempo de vida de la misma sea prolongado [19].

Para tener en cuenta la implementación de un plan de mantenimiento predictivo, es necesario una identificación es por ello que se realiza por 3 etapas, que se describen a continuación:

Detección: Se realiza una recopilación documentada de la maquinaria, para el análisis de las posibles fallas que pueden presentar.

Análisis: Se toma un contacto directo con la máquina para identificar más a fondo las posibles causas, del cambio que sufren.

Corrección: La última etapa, es eliminar todos los fallos que fueron detectados y analizados.

Una aplicación de mantenimiento predictivo correcta, trae consigo algunas ventajas como desventajas que se las menciona a continuación:

Ventajas del mantenimiento predictivo

- Tener información documentada sobre las futuras fallas que se pueden producir en la maquinaria.
- Mejoras en el control de los equipos gracias a inspecciones rutinarias.
- Predecir una posible falla y no tener tiempos muertos en la maquinaria.

Desventajas del mantenimiento predictivo

- Es necesario contar con personal con experiencia para la detección de fallos.
- Pueden existir fallas que no se puedan llegar a predecir por medio de evaluación de los parámetros de la máquina.
- Falta de equipos de evaluación para la detección y análisis de los fallos [19].

1.3.4 Modelos de mantenimiento

En el mantenimiento el contar con los modelos, ayuda en buscar la posible solución a las fallas inesperadas que se producen en los equipos, dentro de los modelos existentes actividades principales que permiten tener una idea del estado actual del equipo: las inspecciones visuales y la lubricación. El contar con estas actividades se ha demostrado que la ejecución de las mismas en cualquier equipo, máquina es muy rentable, un modelo de aplicación simple es el modelo correctivo, el cual consiste en dejar funcionar el equipo hasta que se produzca una falla y se detenga [20].

Las inspecciones visuales garantizan la detección de las fallas de manera rápida, de manera que su solución se realiza antes que el problema sea más grave. Mediante estas actividades, que se presentan en el mantenimiento, se describen a continuación algunos modelos posibles:

Modelo correctivo

Se conoce como el modelo más básico en el mantenimiento, aparte de las inspecciones visuales y la lubricación se centra en la reparación de las averías que se produzcan. Es aplicable a todos aquellos equipos que se encuentran en un nivel bajo de criticidad, en donde la solución de los fallos no genera ningún problema grave [20].

De esta manera las actividades que se encuentran en este modelo de mantenimiento son las siguientes:

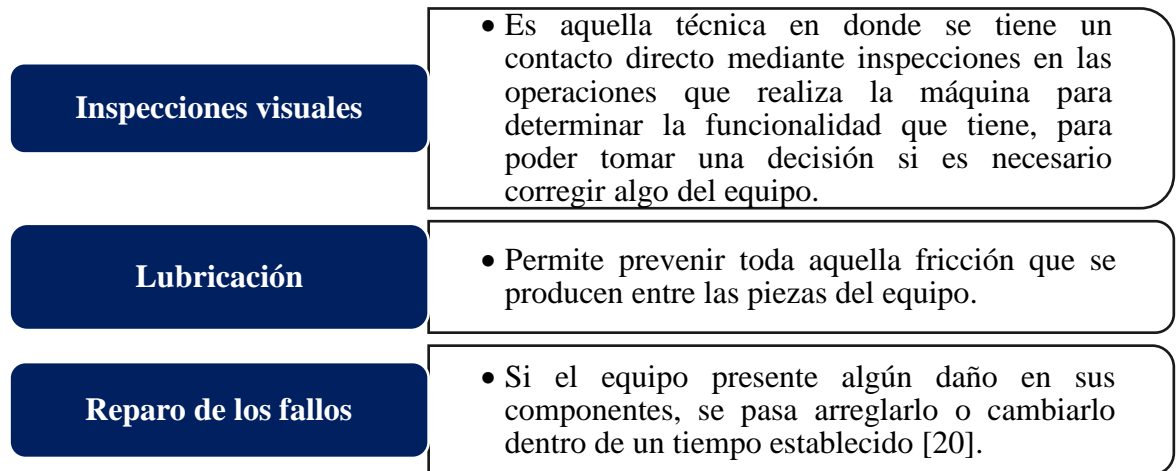


Figura 2. Actividades del modelo correctivo [19].

Modelo condicional

Al igual que modelo anterior, este tiene las mismas actividades, pero con una adicional que viene hacer unas pruebas o ensayos, que tendrán la decisión de condicionar su puesta en operación. Si dentro de estas pruebas se encuentran unas fallas, averías se procede a programar una fecha para la reparación, o a su vez si no se encuentra ninguna el equipo seguirá en funcionamiento [20].

Por lo tanto, las actividades que se encuentran en este modelo de mantenimiento son las siguientes:

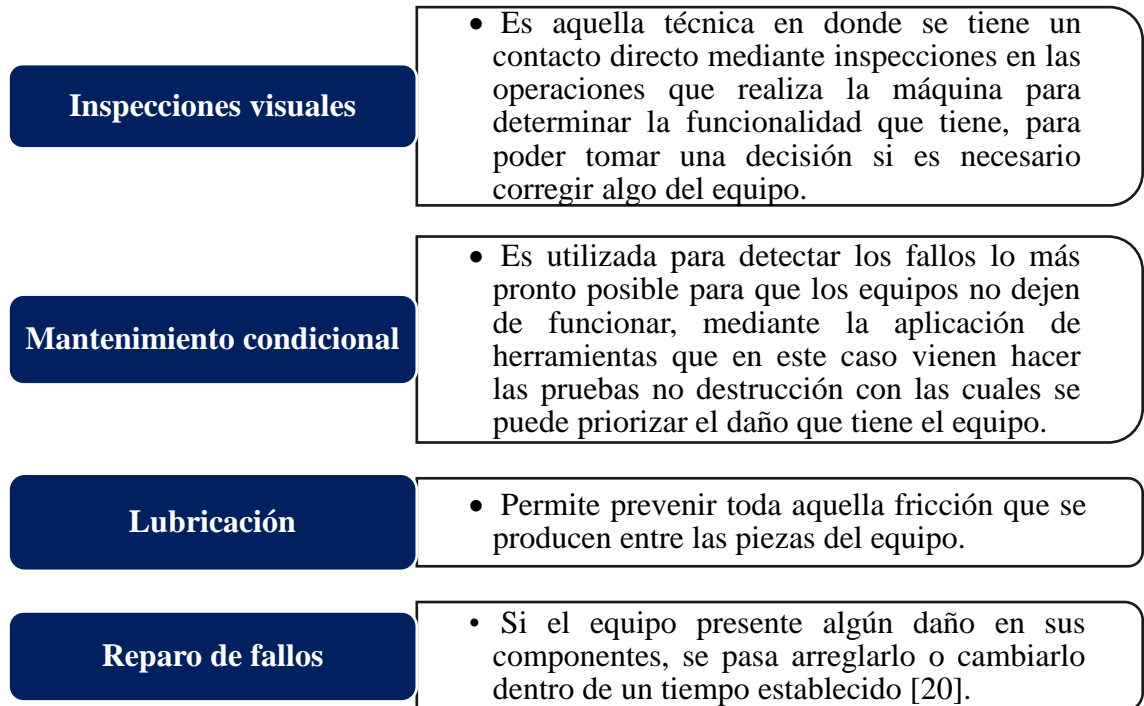


Figura 3. Actividades del modelo condicional [20].

Modelo sistemático

Dentro de este modelo, se llevan a cabo diferentes tareas que se ejecutaran sin tener en cuenta cual es el estado de la maquinaria, al igual se realizan actividades como mediciones y pruebas para determinar cuáles son las tareas que generan mayor importancia y como último punto se proceden a solucionar todas aquellas fallas que se encuentren en el proceso. Este tipo de modelo tiene una aplicación para los equipos de nivel medio de criticidad, en donde las fallas producen efectos como trastornos [20].

Teniendo en cuenta lo mencionado, las actividades que se encuentran en este modelo de mantenimiento son las siguientes:

- **Inspecciones visuales:** Es aquella técnica en donde se tiene un contacto directo mediante inspecciones en las operaciones que realiza la máquina para determinar la funcionalidad que tiene, para poder tomar una decisión si es necesario corregir algo del equipo.
- **Mantenimiento condicional:** Es utilizada para detectar los fallos lo más pronto posible para que los equipos no dejen de funcionar, mediante la aplicación de

herramientas que en este caso vienen hacer las pruebas no destrucción con las cuales se puede priorizar el daño que tiene el equipo.

- **Mantenimiento preventivo sistemático:** Es necesario tener una evaluación sistemática de todos los equipos, para no tener inconvenientes con los criterios para encontrar las averías, fallos que pueden reducir la vida útil de los equipos.
- **Lubricación:** Permite prevenir toda aquella fricción que se producen entre las piezas del equipo.
- **Reparo de los fallos:** Si el equipo presente algún daño en sus componentes, se pasa arreglarlo o cambiarlo dentro de un tiempo establecido para que vuelva a estar en funcionamiento, en el caso que sea posible realizar su reparación [20].

Modelo de alta disponibilidad

De todos los modelos este es aquel que es catalogado como el más exigente, debido a que es el modelo que se aplica a toda aquella maquinaria la cual no debe sufrir ningún tipo de falla, avería, rotura o mal funcionamiento. Es decir, a todas esas máquinas, equipos que tienen un nivel alto de criticidad al momento de contar con la disponibilidad, su valor se encuentra en un grado de 90% por lo que si se llega a sufrir algún fallo en estos equipos su costo de reparación es considerado muy alto.

Las máquinas para mantenerles en excelentes condiciones, se aplica las diferentes técnicas de mantenimiento predictivo, con el cual se requiere conocer el estado actual del equipo y sus posibles paradas para trabajar bajo un ritmo en donde no pueda influir la frecuencia de productividad.

La aplicación de este modelo, tiene como objetivo buscar que los equipos no tengan ningún tipo de falla, es decir cero debido al tiempo de reparación de los mismos, por lo que hay que tener en cuentas las inspecciones diarias, semanales como mensuales para conservar la maquinaria en buenas condiciones [20].

Por lo tanto, las actividades que se encuentran en este modelo de mantenimiento son las siguientes:

- **Inspecciones visuales:** Es aquella técnica en donde se tiene un contacto directo mediante inspecciones en las operaciones que realiza la máquina para determinar

la funcionalidad que tiene, para poder tomar una decisión si es necesario corregir algo del equipo.

- **Puesta a cero periódica (en fecha):** Es aquella técnica que permite realizar revisiones planificadas periódicamente, con el fin de actuar antes de que se produzca algún tipo de falla en los equipos, de manera que no reduzcan su confiabilidad.
- **Mantenimiento condicional:** Es utilizada para detectar los fallos lo más pronto posible para que los equipos no dejen de funcionar, mediante la aplicación de herramientas que en este caso vienen hacer las pruebas no destrucción con las cuales se puede priorizar el daño que tiene el equipo.
- **Mantenimiento preventivo sistemático:** Es necesario tener una evaluación sistemática de todos los equipos, para no tener inconvenientes con los criterios para encontrar las averías, fallos que pueden reducir la vida útil de los equipos.
- **Lubricación:** Permite prevenir toda aquella fricción que se producen entre las piezas del equipo.
- **Reparo de los fallos:** Si el equipo presente algún daño en sus componentes, se pasa arreglarlo o cambiarlo dentro de un tiempo establecido para que vuelva a estar en funcionamiento, en el caso que sea posible realizar su reparación [20].

1.3.5 Análisis y codificación de equipos

En la industria, para una gestión de mantenimiento es necesario contar con la codificación de los equipos de manera de poder ubicarlos de acuerdo al área de trabajo e identificarlo con un nombre específico. De esta forma el conocimiento que se crea dentro de la industria ayuda a los operadores a una clara idea de donde técnicamente pueden encontrar los equipos, dentro del análisis de los equipos para la aplicación de mantenimiento es importante para el llenado de información en las fichas técnicas con el nombre que se ha codificado [21].

Lista de equipos

En mantenimiento, uno de los problemas que presentan las empresas es realizar un análisis apropiado de los equipos, buscando la forma de realizar una lista de todos los equipos que se encuentran en la planta, para ello es necesario contar con un inventario de activos de los procesos que se ejecutan para la elaboración final de

cualquier producto. Todo esto es complejo si se aplica por primera vez, para ello es necesario contar con una lista en forma de árbol, en donde se detallan toda aquella similitud con relación a la dependencia de cada una.

A continuación, se presenta la estructura de los niveles al momento de elaborar una lista de equipos, pero es importante tomar en cuenta la decisión de la alta dirección de la planta industrial la cantidad de niveles que se aplican [21].

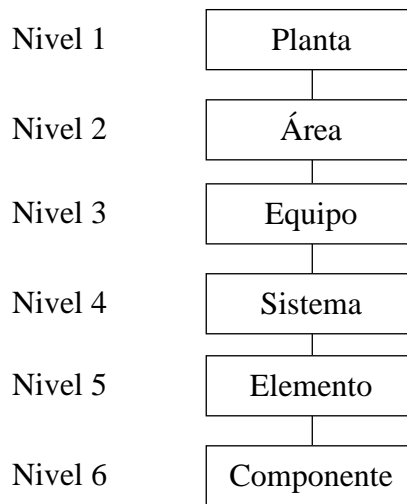


Figura 4. Estructura de lista de equipos [21].

Dentro de los niveles de estructura se puede tener en cuenta lo siguiente en cada nivel lo más relevante:

- **Nivel 1:** Hace referencia a la planta o empresa, de acuerdo a su nombre oficial.
- **Nivel 2:** Lugar de la planta donde se realizan las actividades de acuerdo a su línea de producción.
- **Nivel 3:** Cada una la maquinaria que se encuentra presenta en la planta.
- **Nivel 4:** Todo aquel conjunto de los diferentes elementos que conforman el equipo de la empresa.
- **Nivel 5:** Todas aquellas partes que están dentro del sistema del equipo.
- **Nivel 6:** Son las partes en que se pueden llegar a subdividir los elementos [21].

Codificación de equipos

La codificación viene dada de acuerdo a la cantidad de activos presentes en la empresa, con la recolección del inventario de mantenimiento, se debe determinar los criterios para la aplicación de los niveles de estructura para cada máquina. Una de las ventajas que se encuentran en la codificación de los equipos, viene dada que con 4 dígitos bien establecidos se puede localizar a la maquinaria con sistema relacionado con la necesidad de cada equipo.

Para colocar el dígito apropiado para la codificación de los equipos se puede tomar en cuenta estos criterios con relación a cada necesidad:

- Empresa a la pertenece.
- Área de trabajo donde se llevan a cabo las actividades.
- Máquina que se encuentra en la empresa.
- Componentes, de la máquina como su tipo, su función y la cantidad [21].

1.3.6 Fallos

Se conoce como fallo a todo aquello que, en el mantenimiento industrial, produce un error o una modificación del funcionamiento de cualquier equipo que se encuentre activo. Desde el punto de vista técnico un fallo se puede ocasionar por mal diseño, error de cálculo, mala manipulación de la maquinaria, el tiempo de uso que ocasiona desgaste de forma natural o ya sea por el tiempo de vida útil de la maquinaria.

Dentro de las fallas es necesario es reconocer los dos estados en que se puede presentar una falla, de esta forma el primer estado es el *fault*, este se presenta cuando la máquina deja de funcionar sin previo aviso, mientras que el segundo estado es el *failure*, cuando la máquina no cumple sus funciones de forma normal, es decir sus estándares de desempeño no están correctos por lo que el operador sigue haciendo que cumpla con sus operaciones.

En todo proceso industrial se puede identificar fallas primarias y secundarias, al hablar de falla primaria es todo aquello que engloba al rango nominal de

funcionamiento de los equipos y la falla secundaria es todo aquello que no se encuentra en el valor nominal ya sean temperaturas anormales, sobrepresión, altas velocidades, fuertes vibraciones entre otras [22].

Las causas secundarias en el mantenimiento industrial no son frecuentes para que se produzcan las fallas secundarias, por lo que hay que verlas desde diferentes puntos de vista que se detallan a continuación:

Fallas con causa común: Toda aquella falla que se produce por un evento de catástrofe natural, ya sean por inundaciones, terremotos, o por alguna explosión.

Fallas prolongadas: Cuando se presenta la falla de algún componente dentro de la maquinaria y esta afecta a otro componente se producen una falla prolongada.

Fallas por error humano: Son aquellas fallas en donde incide el hombre, ya sea por una mala inspección, mala instalación de los equipos o falta de mantenimiento.

1.3.7 Tipos de fallos

En la industrial es frecuente encontrar con causas que son muy normales que producen los fallos, por lo general se las entiende por cuatro que se presentan a continuación:

Fallo por el material: Se toma en cuenta es tipo de fallo, cuando la maquina trabaja en condiciones normales y el material presenta inconvenientes saliendo con un defecto. Dentro del proceso un material puede fallar por diferentes formas como:

Por desgaste: Cuando el material pierde sus características cada vez que se encuentra en operación, se reduce su forma.

Por rotura: Cuando se aplican fuerzas anormales, estiramientos o temperaturas altas tienden a que el material sufra rompimientos en su estructura, dificultando las operaciones.

Fallo por error humano: Este tipo de fallo es el más normal dentro de la industria, debido a la falta de conocimiento del personal en la toma de decisiones, cuando el

equipo no se encuentra en un parámetro establecido y se produce algún paro inesperado.

Dentro del trabajo, los trabajadores se ven afectados por los factores físicos, como sueño, cansancio por turnos extensos, estrés, preocupaciones que afectan al rendimiento en el trabajo y no estar preparados frente a una falla del equipo.

Fallo por personal de mantenimiento: Es aquel fallo que se produce por el personal encargado de mantenimiento, por no revisar las posibles averías de los equipos que pueden producir paros inesperados, que afecten al rendimiento de la maquinaria.

En el transcurso de las inspecciones de rutina, el personal deja pasar valores que están fuera de los límites de la máquina, hacen que se produzca el sobrecalentamiento afectando a los componentes internos.

En la reparación de los equipos se usan componentes que ya no sirven para cumplir con las condiciones necesarias de trabajo, de esta manera la maquinaria puede sufrir daños haciendo que su vida útil se reduzca.

Fallo por condiciones externas: Aquel fallo en donde las condiciones específicas para la cual fueron diseñados los equipos no se cumplen, es decir factores que el fabricante tomó en cuenta al momento de su diseño no están previstas, lo que conlleva a que se produzcan fallos en los equipos [23].

1.3.8 Análisis de fallos

En el mantenimiento industrial es necesaria llegar a la identificación de todos aquellos fallos que afecten al rendimiento de los equipos, que de una u otra forma llegan a deteriorar la vida útil de las mismas [8].

Por ello con el análisis de fallos es una técnica que permite reconocer los fallos en la maquinaria para actuar sobre ellos que no se vuelvan a producir. Dentro del análisis de fallos existen diferentes métodos entre los cuales se mencionan a continuación:

Evaluación de la tasa de fallos

La gestión de mantenimiento en la actualidad ha buscado diferentes técnicas para determinar el estado actual de los activos a través de la tasa de fallos, es por ello que una de esas técnicas viene dada por la curva de bañera que permite tener la noción de la evolución que va teniendo la maquinaria de acuerdo al tiempo de reparación de los equipos y su aparición de fallas.

Curva bañera

También conocida como el indicador, del tiempo de vida útil de la máquina, en relación a la probabilidad de que presente una falla dentro de un lapso de tiempo determinado, la cual viene dada por tres fases que permiten tener claro el ciclo de vida en que se encuentra el equipo, de acuerdo a la etapa en la que se encuentren se pueda llegar aplicar un plan de mantenimiento para asegurar que se mantenga el activo en excelentes condiciones. A continuación, se describen las etapas que se pueden presentar:

Juventud o zona de mortal infantil

En esta etapa como su nombre lo indica, viene dada por aquella falla o avería que se presenta de forma rápida, dentro de un tiempo corto luego de su funcionamiento, es decir que apenas comienzan sus actividades en cualquier proceso los conflictos aparecen, uno de los motivos que son los siguientes:

- Diseño inapropiado del equipo.
- Defectos al momento de armado del equipo, falta de alguna pieza.
- Error en los ajustes en las condiciones reales.

Madurez o período de vida útil

Las fallas o averías en esta etapa, se presentan de forma aleatoria, es decir su período de aparición es de mayor duración, se demora un poco más en aparecer, pero se debe tener en cuenta que los componentes del equipo deben ser reemplazados antes de que exista un desgaste para llegar a la etapa de envejecimiento.

Envejecimiento o desgaste

Como su nombre lo indica el equipo en esta etapa está llegando al final de su vida útil, la tasa de fallos o avería comienza a aparecer de forma continua, por el tiempo de utilización de los equipos y por el desgaste en sus componentes internos, perdiendo su garantía en el cumplimiento de sus funciones [24].

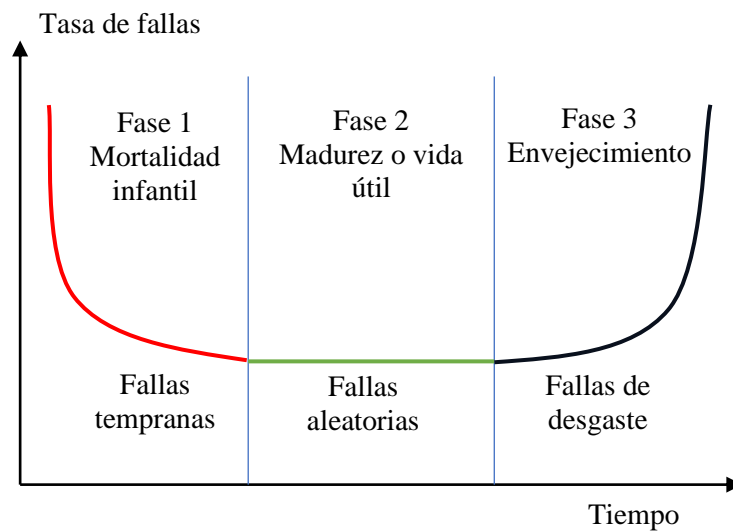


Figura 5. Curva bañera [24].

1.3.9 Herramientas para jerarquizar el mantenimiento

Análisis de criticidad (CA)

Es una metodología que busca establecer una jerarquía en donde se puede priorizar los diferentes equipos de acuerdo a sus niveles críticos alto, medio o bajo. Para la cual una vez identificado los fallos se pueda tomar decisiones para actuar en los problemas de acuerdo a su grado de criticidad.

Para la documentación del análisis, es necesario contar con el historial de los equipos en donde se detallan de manera clara todos sus procesos de reparación en la maquinaria y la frecuencia con las cuales se producen las fallas, en donde se pueda priorizar cuales son los equipos que están propensos a fallar. La evaluación de las maquinas será de relevancia para realizar cálculos con los cuales se tomarán las decisiones para jerarquizar en los rangos que están establecidos [25].

Pasos para la aplicación del análisis de criticidad

Dentro de la importancia de contar con un análisis de criticidad viene, dado por diferentes factores que ayudan a la empresa, a establecer pasos claves para el control y monitoreo complejo de los activos, es por ello que es necesario contar con lo siguiente:

- Identificar los activos de la empresa.
- Establecer el objetivo que se desea llegar alcanzar en el análisis de criticidad.
- Seleccionar el grupo de trabajo para el análisis, con por lo menos uno con experiencia acerca del tema en estudio.
- Almacenar información necesaria para el cálculo de la criticidad en los equipos.

Desde el punto de vista de mantenimiento la fórmula de criticidad se la puede expresar de la siguiente manera en la Ecuación 1:

$$\textit{Criticidad} = \textit{Frecuencia del fallo} * \textit{Consecuencia del fallo} \quad (1)$$

En donde:

F: Cantidad de eventos o fallas que presenta el activo evaluado.

C: Viene establecido por los impactos que producen el activo de acuerdo a su avería o fallo funcional. El cálculo de la consecuencia de fallo viene expresado en la Ecuación 2:

$$\textit{Consecuencia} = A + B \quad (2)$$

En donde:

A: Hace referencia a todos los impactos que afectan directamente a la empresa, como el ambiente, trabajador, costos en reparación y el impacto en la entrega al cliente.

B: Viene dado por el impacto de producción * Tiempo medio de reparación del activo.

Cuando el análisis de criticidad de los activos, ha sido evaluado mediante la Figura 6 presentada a continuación se puede establecer el grado a cuál pertenece los equipos.

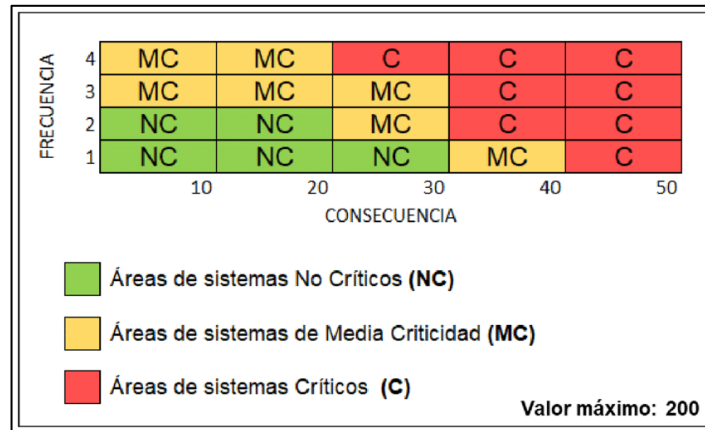


Figura 6. Matriz de criticidad [25].

Análisis con árbol de fallos

Es una técnica que ayuda a tener análisis concreto de los fallos de manera deductiva, la misma parte de cualquier evento que no es deseado, con lo cual con un método permite identificar las causas que se dan para que el evento se origine, esto es importante para orientar a las ideas en una principal para entender cómo se produce el evento final.

El evento no deseado, se coloca dentro del árbol como la cabecera, por lo general este suceso llega a estar relacionado con la seguridad de la planta o de sus instalaciones, pero al final no se encuentran involucradas en el evento final casi no es frecuente. Esta metodología además de un análisis de fallos, ayuda a tener un análisis de los riesgos en la calidad de los productos, fracaso de la producción, daños ambientales entre otros. En la Figura 7, se puede observar la estructura que presenta un árbol de fallos para su respectivo análisis [26].

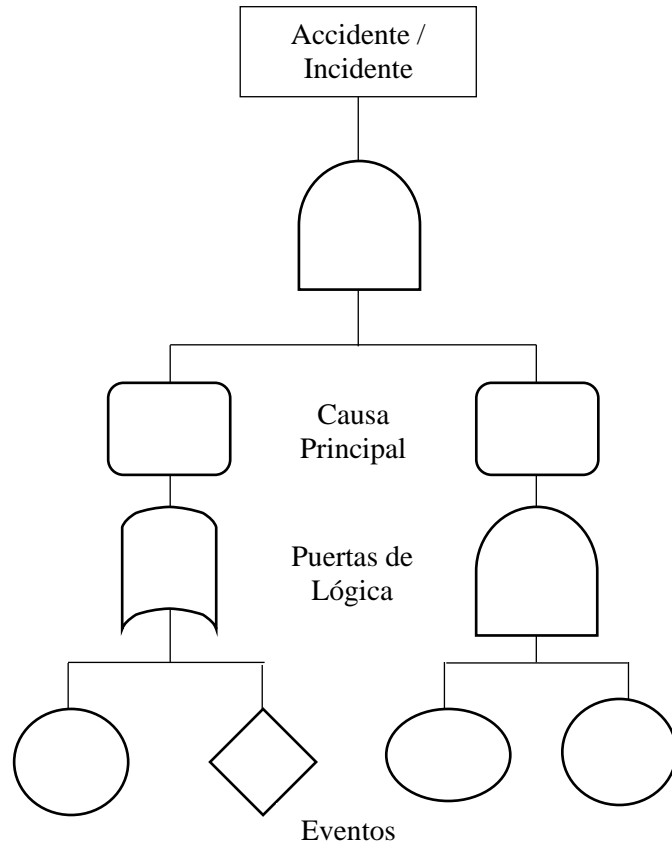


Figura 7. Estructura del árbol de fallas [26].

Análisis de modos y efectos de fallos (AMFE)

En mantenimiento una de las técnicas más utilizadas para identificar los fallos, viene dada por la AMFE que consiste en una técnica que trabaja de forma analítica para reconocer y evaluar todos aquellos fallos potenciales, sus causas y sus posibles efectos, para buscar de una forma la posibilidad de prevenir o corregir las fallas que se encuentran en la maquinaria, mediante diferentes acciones correctivas y con la ayuda de mecanismos para su control, en la Figura 8, se describe el modelo de aplicación de la metodología AMFE [27].



 <div style="text-align: center;"> Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial </div> 													
Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción													
Realizado:			Data de Elab.:										
Revisado:			Data de Rev.:										
Aprobado:			Tutor.:										
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción Correctiva
									F	G	D	IPR	

Figura 8. Estructura de la matriz AMFE.

NTP 679: Análisis de modos y efectos de fallos (AMFE)

La NTP tiene como objetivo principal conseguir una mejora continua de calidad para de esa manera satisfacer a los clientes y minimizar los gastos. Entre otros objetivos de esta norma técnica tienen los siguientes:

- Determinar cuáles podrían ser los posibles fallos potenciales.
- Implementar las acciones preventivas y correctivas de forma que no se produzcan los fallos potenciales.
- Diagnosticar y evaluar si las acciones establecidas pueden eliminar los fallos.
- Capacitar al personal para la detección de los fallos potenciales en la maquinaria.

Entre los términos para valoración de los fallos potenciales, existen tres criterios fundamentales que se describen a continuación:

- **Frecuencia:** Aquella probabilidad en que fallo aparezca, es decir el número de veces que se repite.
- **Gravedad:** Aquellos alcances que tenga el fallo, y pueda ocasionar daño tanto para el equipo como para el personal.
- **Detectabilidad:** Es toda probabilidad en que se tiene en deducir la causa del fallo, para evitar el grado de impacto en daños aplicando las medidas de control apropiados para mitigar la extensión de fallo potencial [28].

Índice de prioridad de riesgo (IPR)

Para calcular el índice de dicho indicador es el producto de la detectabilidad, la gravedad y la frecuencia de la falla potencial, teniendo una vez el resultado se tendrá el análisis con el cual se puede priorizar el nivel de riesgo en el que se encuentran los equipos y la forma de aplicar las acciones correctivas.

De esta manera, el cálculo de este índice, se realiza como se muestra en la Ecuación 3.

$$IPR = D * G * F \quad (3)$$

Donde:

D: Detectabilidad del fallo.

G: Gravedad del fallo.

F: Frecuencia del fallo.

Dentro de estos tres conceptos fundamentales que se presentan en el AMFE, se encuentran involucrados diferentes criterios para la valoración del análisis de modos y efectos de fallo que se detalla a continuación en la Tabla 2.

Tabla 2. Criterios de valoración (AMFE).

Valor	Detectabilidad	Gravedad	Frecuencia
1	Muy alta	Muy baja repercusiones imperceptibles	Muy baja improbable
2-3	Alta	Baja repercusiones irrelevantes apenas imperceptibles	Baja
4-6	Mediana	Moderada	Moderada
7-8	Pequeña	Alta	Alta
9-10	Improbable	Muy alta	Muy alta

1.3.10 Indicadores de mantenimiento

En las industrias de la mano de la gestión de mantenimiento, permiten llevar un control técnico de las variables de calidad y productividad en sus servicios, mediante los indicadores de mantenimiento, los mismos valoran el comportamiento y el desempeño de las funciones de los equipos, máquinas y las instalaciones en base al cumplimiento de un plan de mantenimiento [18] [12].

Para determinar los valores de estos indicadores, se describen a continuación algunos que se utilizan dentro de la gestión de mantenimiento:

Tiempo de operación (TO)

Es el tiempo total que se emplea para la operación de la máquina, se presenta en la Ecuación 4.

$$TO = (TF - TP)horas \quad (4)$$

Donde:

TO: Tiempo de operación del equipo.

TF: Tiempo de funcionamiento del equipo.

TP: Tiempo de paro del equipo.

Tiempo medio entre fallas (TMBF)

Es la medida del tiempo en donde una falla aparece, en donde toma en cuenta el tiempo de operación en que se encontró el equipo con una relación con las fallas que ocurren, se presenta en la Ecuación 5.

$$TMBF = \left(\frac{TO}{N} \right) \text{ horas} \quad (5)$$

Donde:

TMBF: Tiempo medio entre fallas.

TO: Tiempo de operación del equipo.

N: Número de fallos del equipo.

Tiempo medio de reparación o mantenibilidad (MTTR)

Es el tiempo promedio en que se demora en la reparación del sistema de la maquinaria, dependiendo el fallo sea técnico o mecánico, se presenta en la Ecuación 6.

$$MTTR = \left(\frac{TP}{N} \right) \text{ horas} \quad (6)$$

Donde:

TP: Tiempo de parada del equipo.

N: Número de fallos del equipo.

Tasa de fallos (λ)

Es la representación de la probabilidad que la falla se produzca o se origine en los equipos, se presenta en la Ecuación 7.

$$\lambda = \left(\frac{1}{TMBF} \right) \text{ horas} \quad (7)$$

Donde:

TMBF: Tiempo medio entre fallas.

Fiabilidad (μ)

Es aquella probabilidad en que la maquinaria pueda cumplir sus funciones bajo sus parámetros, sin que exista la presencia de un fallo, se presenta en la Ecuación 8.

$$\mu = \left(\frac{1}{MTTR} \right) \text{ horas} \quad (8)$$

Donde:

MTTR: Tiempo medio de reparación del equipo.

Disponibilidad (D)

Es aquella posibilidad que tiene la máquina en trabajar sin ningún inconveniente cada vez que se lo requiera, se presenta en la Ecuación 9.

$$D = \left(\left(\frac{TMBF}{TMBF + MTTR} \right) * 100 \right) \% \quad (9)$$

Donde:

TMBF: Tiempo medio entre fallos del equipo.

MTTR: Tiempo medio de reparación del equipo.

1.3.11 Técnicas de mantenimiento avanzado

En el mantenimiento se realiza un enfoque a la confiabilidad de acuerdo a los beneficios que se generan en el mantenimiento en la última década 4.0, con lo cual la

operación que se produzca pueda ser reconocida al nivel industrial, dentro de este punto, se encuentran diferentes técnicas que ayudan en el soporte de la confiabilidad operacional, que se mencionan a continuación:

Mantenimiento basado en condición (CBM)

También conocido como mantenimiento predictivo, se base a la condición de analizar al equipo con relación a que probabilidad se tiene al predecir un futuro fallo en el equipo, mediante la utilización de herramientas de control estadístico, equipos de análisis de fallas con la aplicación de softwares, que mantengan monitoreados a las máquinas frente a una posible avería o falla.

Las condiciones de los equipos son conocidas por medio de la medición del estado actual que se encuentran, para ello se determinan parámetros claves para corregir el estado y mantener la maquinaria en condiciones óptimas para el trabajo, cuales técnicas para este diagnóstico, se describen como:

- Análisis de vibraciones.
- Termografía infrarroja.
- Análisis de lubricación.
- Ultrasonido.
- Ensayos no destructivos, entre otras [18].

El objetivo principal de la CBM, es garantizar que las condiciones de los equipos se mantengan en un estado, en donde su operación se cumpla con las mejores garantías posibles, por ello algunos beneficios que se logran con la aplicación son los siguientes como se muestra en la Figura 9.

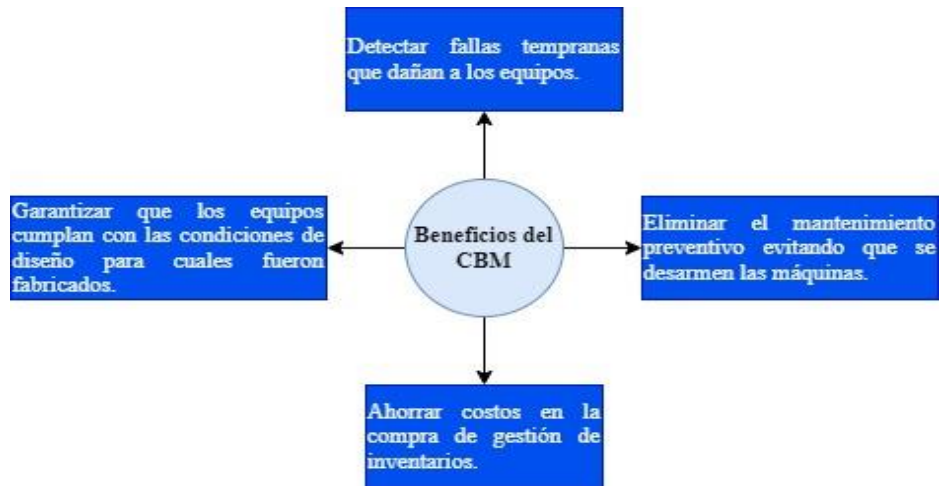


Figura 9. Beneficios del CBM [18].

Mantenimiento Productivo Total (TPM)

El desarrollo del mantenimiento industrial, viene dando al paso de la participación total de todos los que conforman la administración, dentro del cual la producción no tenga paros inesperados, al contrario, siempre se encuentre lista frente algún inconveniente. Este tipo de mantenimiento se enfoca en aumentar la efectividad de los equipos, en donde la vida útil de la maquinaria se mantenga en excelentes condiciones, con el apoyo de la alta dirección hasta los operarios, debido a que con el compromiso de todos se llega a cumplir todos los objetivos vinculados al TPM.

Teniendo un énfasis en el entendimiento de la aparición de una avería o falla, dentro del TPM, se requiere alcanzar metas claves como son las siguientes:

- Maximizar la eficiencia de la maquinaria.
- Planificar y coordinar un sistema de mantenimiento proactivo.
- Gestionar equipos para la corrección de problemas futuros [18].

El mantenimiento productivo total, viene enfocada en una estructura que se describe en la Figura 10, en donde se incluyen los siete pilares fundamentales para la garantía de una nueva filosofía, para que la productividad se aumente por las buenas prácticas de mantenimiento [18].

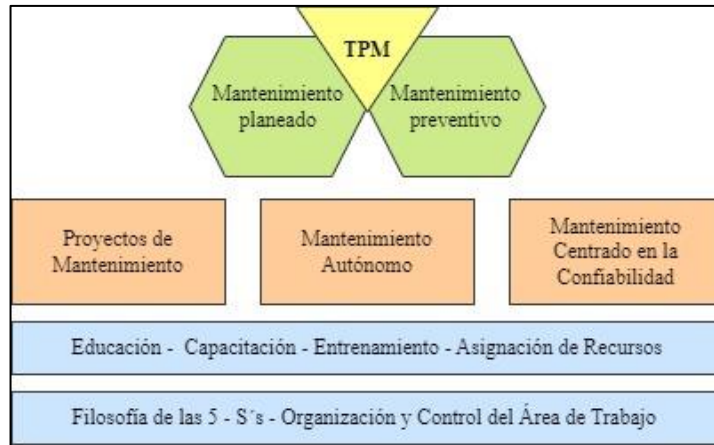


Figura 10. Estructura del TPM [18].

Indicador del desempeño del TPM

También conocido como OEE, que permite tener la efectividad global del equipo, donde está definido por el producto de tres factores fundamentales, que se mencionan en la Ecuación 10. El beneficio clave de este indicador es la capacitación que deben ganar los operarios en el reconocimiento en el aumento del rendimiento del equipo, con la relación si se reduce el OEE [18].

$$OEE = Disponibilidad * Eficiencia del desempeño * Tasa de calidad \quad (10)$$

Los requisitos que deben cumplir los factores, del indicador OEE dentro de lo mínimo para garantizar que los equipos se encuentren en condiciones apropiadas se las describe en la Tabla 3 a continuación:

Tabla 3. Parámetros del indicador OEE [18].

Factores	Porcentaje mínimo
Disponibilidad	90%
Eficiencia del desempeño	95%
Tasa de calidad	99%

Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM)

Esta metodología de mantenimiento, refleja los hallazgos en la gestión de activos, de acuerdo a su funcionalidad, con grado militar que garantice la correcta confiabilidad operativa de los equipos, de manera que se puedan controlar todas aquellas fallas que se produzcan por los efectos de una mala filosofía de mantenimiento.

El mantenimiento centrado en confiabilidad se asegura de dar cumplimiento a la filosofía de mantener el activo con buen equipo de trabajo que trabaje bajo diferentes criterios en un sistema productivo, para definir las condiciones de acuerdo a las actividades más eficientes para un correcto mantenimiento, en relación al tipo de criticidad de los activos para considerar los efectos que ocasionan los modos de falla, en el grado ambiental, seguridad y operación.

El enfoque del RCM tiene uno sistemático, con el objetivo de crear los planes como programas de mantenimiento, que incrementen la confiabilidad de los equipos, a un menor costo y reduciendo el riesgo, trabajando de la mano con técnicas, que ayudan a que existe menos rotación de trabajo y falta de experiencia en los trabajadores como: Mantenimiento Autónomo (AC), Mantenimiento Correctivo (MC) y Mantenimiento Preventivo [18].

Los objetivos principales de lograr la aplicación del RCM, viene dado para mantener una conservación de los equipos en excelentes condiciones, de los cuales se pueden destacar a continuación en la Figura 11:

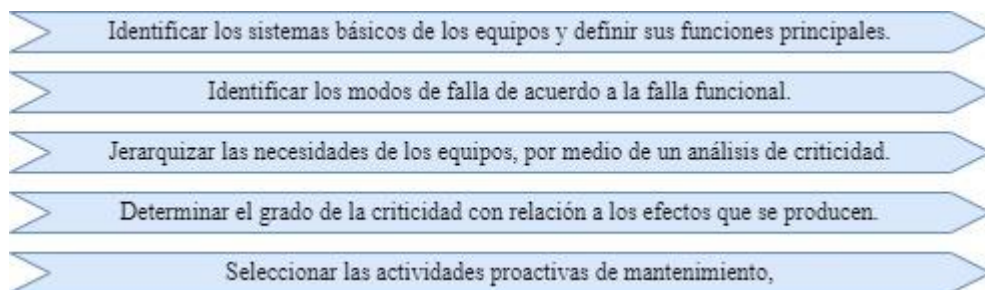


Figura 11. Objetivos del RCM [18].

Optimización de mantenimiento planeado (PMO)

En mantenimiento la optimización de las actividades, deben tener una planificación previa aprobada por la alta dirección, de manera de que se pueda tener una revisión de los requerimientos de mantenimiento, el historial de fallas y la información técnica de los equipos, por medio de fichas técnicas de la maquinaria o bitácoras de mantenimiento. Es por ello que el método PMO, debe optar por un ciclo cerrado que abarque los parámetros necesarios para una buena optimización de los recursos, esto se describe en la Figura 12, que fue adaptada por Steve Turner [18].

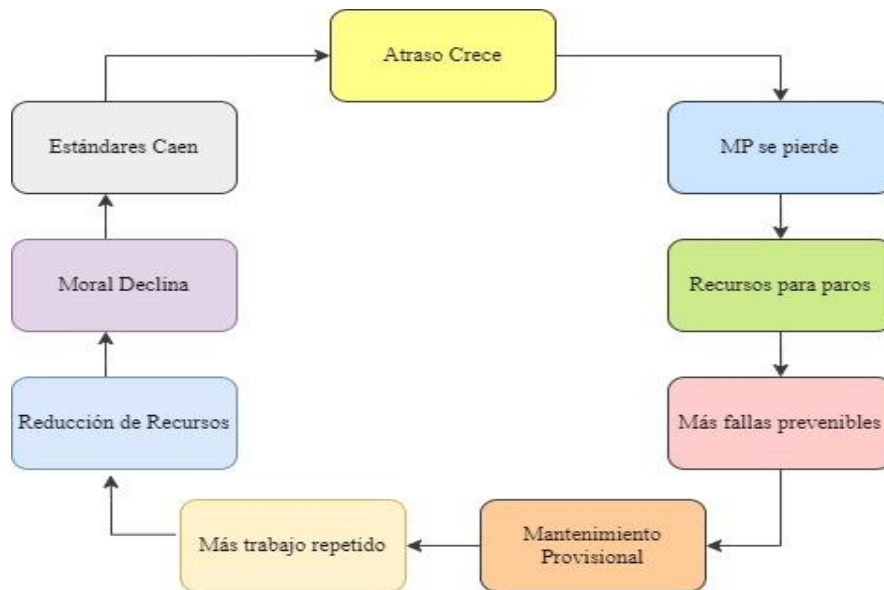


Figura 12. Ciclo reactivo de mantenimiento [18].

La metodología de PMO, se centra en garantizar que se mejore la eficiencia en los programas de los planes de mantenimiento y las estrategias frente a los inconvenientes que no están en los planes como son los pares inesperados de los equipos, primero hay que identificar los activos de la empresa, reconocer sus funciones, determinar los modos de fallas y efectos que producen para una actualización de los planes de mantenimiento.

El sistema que maneja del PMO, con relación a la ingeniería de confiabilidad operacional, se asegura que se eliminen los defectos que ocasionan la pérdida de la vida útil de los equipos, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Identificar los problemas para resolverlos con la documentación necesaria por la falla.
- Adaptar los objetivos de mantenimiento al sistema de gestión de activos.
- Garantizar la efectividad de los equipos, de acuerdo a sus procesos.
- Aumentar la productividad de los trabajadores y de los equipos.
- Optimizar la aplicación de mantenimiento preventivo, con la respectiva motivación del personal [18].

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

- Gestionar un plan de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción de la empresa lácteos “LA VICTORIA”.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Analizar el estado actual de mantenimiento de la maquinaria de la línea de producción que posee la empresa.
- Determinar los componentes que son más frecuentes a sufrir fallos dentro de la maquinaria de la línea de producción, mediante la metodología AMFE.
- Proponer un plan de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción de la empresa.

CAPÍTULO II METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los recursos que se utilizaron para el desarrollo del proyecto de investigación son los siguientes:

Recursos Institucionales

- Universidad Técnica de Ambato;
- Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial;
- Empresa de Lácteos “La Victoria”




Recursos Humanos










- El autor del proyecto de investigación;
- Tutor del estudio de investigación;
- El personal de la maquinaria de la línea de la producción de la empresa.

Recursos Materiales

Los recursos materiales que fueron necesarios para el desarrollo del presente proyecto de investigación se los detalla a continuación:

Tabla 4. Recursos materiales utilizados en el proyecto de investigación.

Material	Definición	Figura
Laptop	Es un dispositivo electrónico, que permitió mantener almacenada aquella información necesaria que fue útil para el desarrollo del proyecto.	
Celular	Es un dispositivo inteligente, que permitió acceso a una red telefónica, la cual permitió tomar fotografías necesarias para anexar las actividades realizadas.	
Repositorios	Es un sitio web que proporcionó, toda la información necesaria para completar aquella documentación del desarrollo del proyecto de investigación.	

Libreta de apuntes	Es un material utilizado para la recolección de datos, sobre los datos importantes de la maquinaria de la línea de producción de la empresa.	
Software Word	Es una aplicación que permitió documentar toda aquella información recolectada con la finalidad crear, editar o guardar los avances del proyecto hasta su finalización.	
Software Excel	Es una aplicación que permitió tabular los datos recolectados acerca de la maquinaria de la línea de producción de la empresa y la realización de las gráficas en función a los indicadores de mantenimiento.	
Software AutoCAD	Es una aplicación con el cual, se realizó el layout de la empresa para la ubicación de las máquinas de la línea de producción.	
Ficha de levantamiento de información	Es un documento que permite, la obtención de datos sobre la maquinaria para realizar la lista de inventario de los activos existentes.	
Ficha técnica de maquinaria	Es un documento que contiene las características técnicas de los equipos, así como la función que desempeñan en la empresa.	
Base de datos	Son sitios web que proporcionaron información estructurada, de manera sistemática para la búsqueda de documentación relacionada al tema investigativo.	
Internet	Es un conjunto de redes digitales que permitieron tener acceso, a bases de datos, repositorios, libros, documentación, etc., para fundamentar el tema investigativo.	
Cinta topográfica	Es un instrumento de medición, que fue utilizado para la medición y dimensionamiento de la planta para realizar el layout, sobre la ubicación de la maquinaria.	

2.2. Métodos

2.2.1. Modalidad de investigación

El presente estudio de investigación tuvo un enfoque mixto, donde se utilizó un enfoque cuantitativo debido a que se van a emplear datos numéricos, mediante la utilización de ecuaciones, herramientas de mantenimiento que ayudan a conocer el nivel de funcionamiento, confiabilidad, mantenibilidad, disponibilidad y poder evaluar en qué estado se encuentra la maquinaria de la línea de la producción de la empresa.

Al igual que un enfoque cualitativo, debido a que se tuvo en cuenta documentación como manuales, fichas de inspección, registros de información de la maquinaria de tal manera como se obtuvieron los datos cuantitativos, con los datos cualitativos que ayudan a determinar los atributos directos de la maquinaria de la línea de la producción de la empresa.

De esta manera para ejecutar el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta las siguientes modalidades de investigación:

Investigación de campo

Este tipo de investigación se aplicó, debido que el estudio tuvo lugar donde se producen los diferentes hechos en este caso, la empresa de lácteos “La Victoria”, teniendo contacto directo con la empresa de cómo se encuentra el estado de la maquinaria de la línea de producción mediante observación directa, con cual se pudo recolectar información necesaria para ejecutar el proyecto de investigación.

Investigación bibliográfica

En este punto de investigación se determinó, porque permite tener un conocimiento más profundo y de igual manera técnico sobre el tema propuesto, mediante una búsqueda de información ya sea por revistas, libros, artículos, proyectos de investigación como normas técnicas, con el fin de identificar información importante para el análisis crítico de una posible solución al problema.

Metodología PRISMA

Para el desarrollo del presente proyecto de investigación se utilizó la metodología PRISMA, la cual permitió realizar una revisión sistemática de información, para lo cual se utilizaron cuatro bases de datos reconocidas como: Scielo, Web of Science, Redalyc y Dialnet, en donde con ayuda de los términos de búsqueda se pudo realizar la selección de los documentos finales.

- **Preguntas de investigación**

Como base inicial de esta metodología se planteó un número de tres preguntas de investigación que engloba el tema general acerca de un plan de mantenimiento, teniendo en cuenta diferentes puntos de vista VP como, VP1 la implementación de un plan de mantenimiento, VP2 la influencia de un correcto mantenimiento en la maquinaria y por último el VP3 las fases de un plan de mantenimiento dentro de la maquinaria.

Tabla 5. Preguntas de investigación.

Número	Pregunta (P)	Motivación
P1	¿Cuál es objetivo de implementar un plan de mantenimiento en las industrias lácteas?	Identificar los tipos de mantenimiento aplicados en las industrias lácteas.
P2	¿Cómo influye tener un correcto mantenimiento en la maquinaria en la industria láctea?	Determinar los diferentes beneficios de un mantenimiento correcto en la maquinaria.
P3	¿Cuáles son las fases que se han utilizado para un plan mantenimiento en la maquinaria en la industria láctea?	Analizar el plan de mantenimiento para la maquinaria para su respectiva ejecución.

- **Búsqueda documental**

Para un esquema de búsqueda se planteó diversos términos que están relacionados con los respectivos puntos de vista, que van a dar respuesta a las preguntas de investigación, para lo cual se tomó en cuenta tres términos específicos en cada punto de vista, enfocándose en bases de datos que son completamente confiables.

Tabla 6. Términos de búsqueda.

Términos de búsqueda	Puntos de Vista
"mantenimiento" y "disponibilidad" y "maquinaria"	VP1
"mantenibilidad" y "maquinaria" y "lácteos"	VP2
"plan de mantenimiento" y "maquinaria" y "fases"	VP3

- **Selección de documentos**

Para la realización de la siguiente selección se llevó por diferentes fases, la primera fase viene dada por la búsqueda documental enfocados en los términos de inclusión y exclusión de los puntos vista, la segunda fase está determinada por documentos que fueron ordenados de acuerdo al título, resumen y palabras claves dentro de los términos de búsqueda, en la tercera fase se relacionó con la lectura de la introducción y conclusiones de los documentos.

Para la última fase, se seleccionó los documentos finales en base a la legibilidad y el respectivo acceso a la información completa y detallada que va servir con fuentes bibliográficas.

Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión.

Número	Inclusión	Exclusión
C1	Documentos relacionados con el mantenimiento.	Documentos que no están dentro del área de investigación.
C2	Documentos publicados entre los años 2018 al 2023.	Documentos publicados en años inferiores al 2018.
C3	Documentos relacionados con un plan de mantenimiento en industrias lácteas.	Documentos que no tengan relación con un plan de mantenimiento.
C4	Documentos relacionados con maquinaria utilizada en industrias lácteas.	Documentos que no están relacionados con maquinaria de lácteos.
C5	Documentos en español y en inglés sobre mantenimiento.	Documentos duplicados en las otras bases de datos.

- **Diagrama de flujo metodología PRISMA**

Dentro de esta metodología se desarrolló un diagrama, que representa las etapas relacionadas en el proceso de revisión sistemática, el cual se presenta a continuación con las debidas fases realizadas para la selección de los documentos finales.

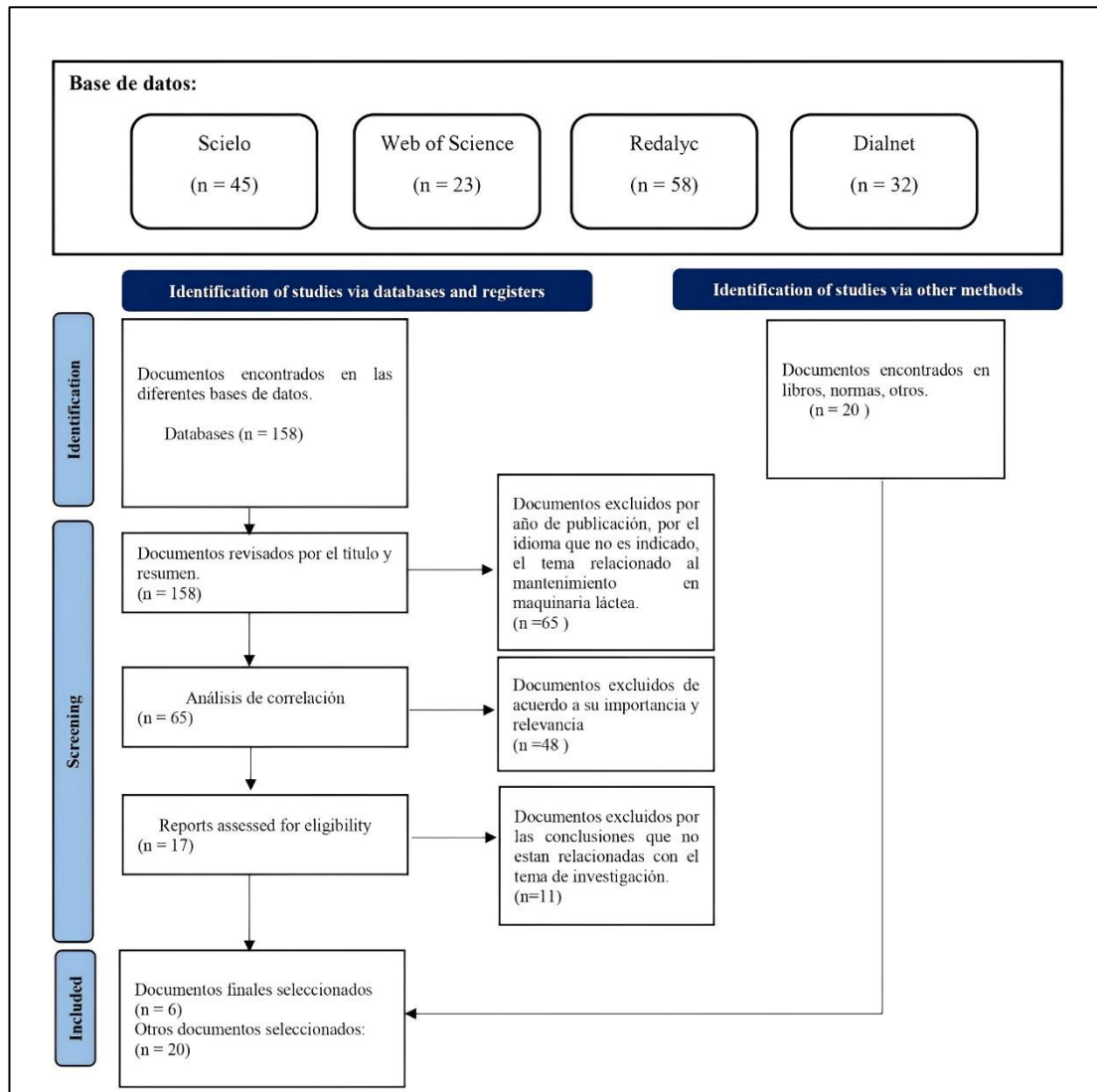


Figura 13. Diagrama de flujo metodología PRISMA.

- **Extracción de datos**



Finalmente, los documentos seleccionados fueron analizados de forma crítica y estricta, mediante los VP de acuerdo a la importancia de las preguntas de investigación, donde la documentación obtenida brinda información de gran

relevancia, en el tema enfocado a un plan de mantenimiento, así como las ventajas y desventajas de una aplicación correcta de mantenimiento y las fases para la aplicación de un plan de mantenimiento para la maquinaria de una línea de producción. En el Anexo D se encuentran los documentos detallados de una mejor manera, que forman parte de los antecedentes y fundamentación teórica del proyecto de investigación.

2.2.2 Población y muestra

El presente proyecto de investigación se llevó a cabo dentro de la empresa de lácteos “La Victoria” en la línea de producción la misma cuenta con 22 máquinas, en cada una de las áreas de la empresa desde la generación de vapor hasta el área producto terminado. De tal manera al trabajar con un número de población reducida, se tomó en consideración tomar en cuenta a todas las máquinas de la línea de producción dentro de la investigación. A continuación, se presenta la Tabla 8 con el tipo de maquinaria y su cantidad correspondiente en la empresa.

Tabla 8. Maquinaria de la línea de producción.

 Maquinaria de la línea de producción de la empresa lácteos “La Victoria” 	
Tipo de maquinaria	Cantidad
Pasteurizadoras	2
Homogeneizadora	1
Tanque de almacenamiento	1
Enfundadora de leche	1
Envasadora “Chimbuzos”	3
Marmitas	4
Enfundadora de yogurt	2
Enfundadora de refresco	2
Selladoras	2
Fechadora	1
Calderos	2
Compresor de aire	1
Total	22

2.2.3 Recolección de información

Para la recolección de información del presente proyecto de investigación en el lugar donde se presenta el problema se tomará en cuenta las siguientes técnicas como herramientas para los diferentes registros de datos:

Tabla 9. Técnicas y herramientas para la recolección de datos.

Técnica	Herramienta	Descripción
Observación directa	Ficha de levantamiento de información	Con esta herramienta realizó las inspecciones respectivas de la maquinaria de la línea de producción de la empresa para obtener información de una manera directa sobre el tipo de maquinaria, modelo, marca, tipo de mantenimiento, año de adquisición, etc.
Revisión documental	Hojas de registro de funcionamiento de la maquinaria.	Esta herramienta permitió la obtención de datos informativos sobre la frecuencia de fallas en la maquinaria, tipo de mantenimiento, cada que tipo se realizan los mantenimientos, es decir toda aquella información pertinente para el cálculo de los indicadores de mantenimiento.
Ficha técnica	Ficha técnica de la maquinaria	Con esta herramienta se logró la obtención de información acerca de las características técnicas de la maquinaria de la línea de producción, así como su modelo, marca, proceso, tiempo de funcionamiento, imagen de la máquina, etc.

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de datos del presente proyecto de investigación, se tomó en cuenta toda la información técnica con la finalidad de que todos los datos recolectados se puedan analizar de acuerdo a los criterios establecidos en el estudio.

Para realizar la recolección de datos, mediante por los cuales se pueda analizar la información, se procedió a realizar las actividades siguientes:

- Llevar un registro de toda la información tanto cualitativa como cuantitativa de las máquinas de la empresa, mediante la ficha de levantamiento de información haciendo un inventario de la maquinaria.
- Llenar las fichas técnicas de la maquinaria mediante la información obtenida en la ficha de levantamiento de información, utilizando los manuales de cada una de las máquinas para establecer las características técnicas y datos generales de las mismas.
- Registrar los datos cuantitativos tomando en cuenta la frecuencia de los fallos, tiempo de reparación, tipo de mantenimiento, tiempo de funcionamiento todo esto con la ayuda de previos registros históricos que posea la empresa.
- Tabular los datos obtenidos sobre el funcionamiento de la maquinaria en el año 2022, en el software Excel.
- Aplicar las ecuaciones para obtener los indicadores de mantenimiento como,

tiempo promedio de reparación, tiempo promedio de fallas, disponibilidad, fiabilidad, tasa de fallos, que reflejen el estado actual de la maquinaria.

- Determinar el estado actual de mantenimiento de la maquinaria, mediante la creación de la curva bañera de cada máquina, así como una gráfica con relación a la tasa de fallos con respecto a los meses del año 2022, para visualizar con qué frecuencia en el año que pasaron las fallas en la maquinaria.
- Identificar los componentes más frecuentes a sufrir daños dentro de la maquinaria de la línea de producción.
- Determinar los modos de fallo de los componentes de la maquinaria.
- Desarrollar la matriz de la metodología AMFE, con los componentes de la maquinaria, para tabular el índice de prioridad.
- Analizar las posibles acciones de mejora frente a los componentes que están más proclives a sufrir daños.
- Seleccionar un software de mantenimiento para la propuesta del plan de mantenimiento para la línea de producción.
- Digitar los datos necesarios de la maquinaria para la inclusión en el software de mantenimiento, seleccionado en bases a las necesidades propias de la empresa.

Toda la información documentada de los datos, se ejecutarán con la ayuda de los Microsoft Word y Excel.

Dentro de la etapa de análisis de datos, una vez se haya procesado toda la información se pretende conocer los diferentes puntos como: estado actual de la maquinaria de la línea de producción de la empresa, la identificación de las fallas más frecuentes dentro de los equipos y por último tener un análisis de las actividades que se deben llevar a cabo para un mantenimiento adecuado en la maquinaria.

CAPÍTULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

Empresa Lácteos “La Victoria”



Figura 14. Logo de la empresa.

La empresa lácteos “La Victoria” de acuerdo con la productividad en su línea de producción viene dado de acuerdo a la necesidad de los pedidos dentro y fuera de la provincia, actualmente cuanta con pedidos de necesidad que van en aumento, es por ello que la maquinaria se ha ido utilizando por tiempos largos de trabajo, lo que conlleva que existan actividades de mantenimiento de tipo correctivo haciendo que su disponibilidad operacional vaya reduciendo el estándar mínimo de trabajo.

Producción de la empresa lácteos “La Victoria”

Tabla 10. Productividad de la línea de producción.

Maquinaria	Producción diaria	Producción Mensual
Pasteurizadoras	2000 L	60000 L
Homogeneizadora	2000 L	60000 L
Tanque de almacenamiento	2000 L	60000 L
Enfundadora de leche	600 L	18000 L
Envasadora “Chimbuzos”	660 L	19800 L
Marmitas	1900 L	117000 L
Enfundadora de yogurt	570 L	17100 L
Enfundadora de refresco	4600 L	138000 L
Selladoras	70 L	1400 L

En el desarrollo del presente proyecto de investigación para gestionar el plan de mantenimiento para la empresa lácteos “La Victoria”, se realizan las siguientes fases:

- Descripción del Layout de la empresa de acuerdo a la ubicación de la maquinaria en la empresa.
- Levantamiento de la información de los activos en maquinaria que cuenta la empresa, para clasificar por las diferentes áreas de trabajo hasta el producto terminado.
- Identificación de la maquinaria mediante una lista de inventario, se procedió a realizar la respectiva codificación de cada una de acuerdo a la estructura del árbol mediante 4 niveles.
- Presentación de las áreas de trabajo de la empresa, conjunto con la maquinaria de la lista de producción mediante su respectiva codificación, mediante fichas técnicas de los equipos.
- Evaluación del estado actual de la maquinaria de la línea de producción, mediante en cálculo de los indicadores de mantenimiento como, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación, disponibilidad, tasa de fallos, fiabilidad, etc.
- Análisis del estado de la maquinaria mediante, una gráfica de tasa de fallos con relación a los meses del año 2022 que permite tener una idea clara sobre la frecuencia de fallos que se van presentado en diferentes meses específicos.
- Interpretación del estado de la maquinaria, al igual con una curva de la bañera, de acuerdo a su etapa y para finalizar un análisis de disponibilidad general.

Layout de la empresa lácteos “La Victoria”

Dentro del mantenimiento es necesario, el reconocimiento de la ubicación de las máquinas con la finalidad, de solucionar los inconvenientes que se produzcan por los paros inesperados en la empresa, es por ello que se realizó el Layout para la visualización de cómo se encuentra la distribución de planta, de acuerdo a las áreas de trabajo que se encuentran con sus respectivos activos para dar cumplimiento a las actividades pertinentes diarias de mantenimiento, a continuación en la Figura 15 se presenta la respectiva descripción del Layout.

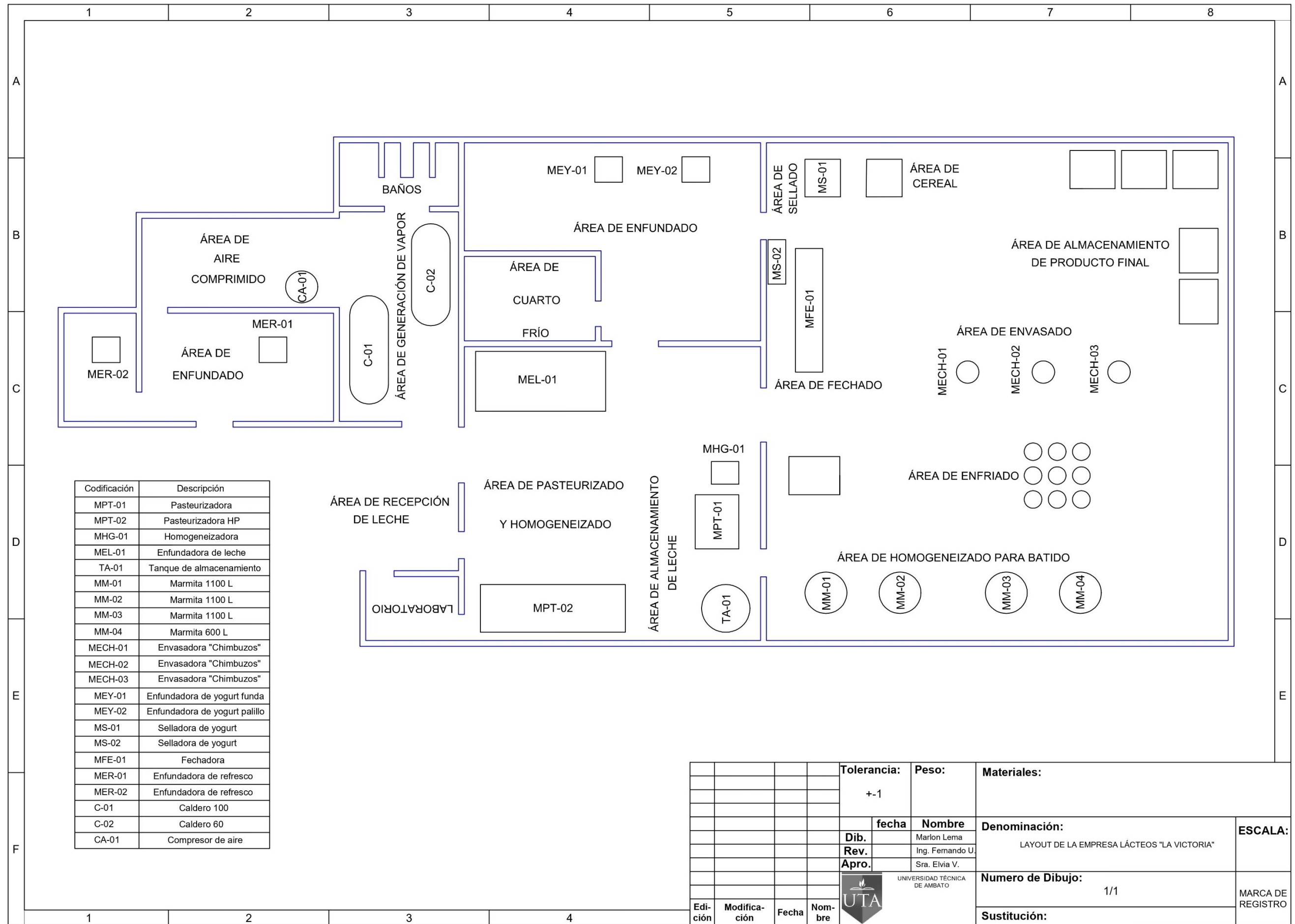


Figura 15. Layout de la empresa "La Victoria".

Activos de la empresa (maquinaria de la línea de producción)

El inventario realizado de la maquinaria, tuvo como complemento mediante una ficha de levantamiento de información realizada con criterios sobre el nombre de la máquina, proceso, marca, modelo, año de adquisición y el tipo de mantenimiento que se le realiza al activo, de esta manera se consiguió información sobre los equipos los cuales se deberá tomar en cuenta en el plan de mantenimiento, que de acuerdo a la población viene dado por 22 máquinas en todo el proceso de la línea de producción.

La codificación se la aplico, con la finalidad de asignar a las máquinas unos dígitos con los cuales será de mayor facilidad ubicarlos en la empresa, para llevar los diferentes registros al momento de mantener documentación pertinente en caso de alguna auditoría.



Para llevar a cabo un sistema de codificación, se tuvo en cuenta la opinión de la gerencia de la empresa en donde fue necesario que exista la aprobación de la misma, llegando a tener como resultado como se presenta en la Figura 16.



Figura 16. Estructura de codificación empresa lácteos "La Victoria".



El levantamiento de información de los activos, se presenta en la siguiente Tabla 11, donde se encuentra de forma detallada la maquinaria que cuenta la empresa de lácteos “La Victoria”, con fines de reconocimiento acerca de la elaboración de los productos que cuenta en su línea de producción y sus equipos necesarios para cada proceso hasta el producto final.

Tabla 11. Levantamiento de información de la maquinaria.

 FICHA DE LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN 						
MAQUINARIA DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA"						
N°	MÁQUINA	PROCESO	MARCA	MODELO	AÑO	MANTENIMIENTO
1	Pasteurizadora	Pasteurizado	HTST	BTD	2010	Correctivo
2	Homogeneizadora	Homogeneizado	JJ	2/25	2022	Correctivo
3	Pasteurizadora HP	Pasteurizado	QRB	K8000	2022	Correctivo
4	Enfundadura de leche	Enfundado	QRB	TG-UHT-45	2022	Correctivo
5	Tanque de almacenamiento	Almacenado	-----	-----	2018	Correctivo
6	Marmitas (4)	Homogeneizado	-----	-----	2018	Correctivo
7	Envasadora "Chimbuzos" (3)	Envasado	-----	-----	2018	Correctivo
8	Enfundadura de yogurt de funda	Enfundado	SJ 2000	Y18120804	2018	Correctivo
9	Enfundadura de yogurt de palillo	Enfundado	SJ 2000	Y18120803	2018	Correctivo
10	Selladora de yogurt de cereal	Sellado	-----	-----	2017	Correctivo
11	Fechadora	Contado-Pesado	INK JET	1510	2016	Correctivo
12	Enfundadura de refresco de cola	Enfundado	SJ 2000	Y18120801	2018	Correctivo
13	Enfundadura de refresco naranjada	Enfundado	SJ 2000	Y18120802	2018	Correctivo
14	Caldero 100	Alimentación	ATTSU	15362	2022	Correctivo
15	Caldero 60	Alimentación	ATTSU	10326	2016	Correctivo
16	Selladora de yogurt de cereal	Sellado	-----	-----	2016	Correctivo
17	Compresor de aire	Alimentación	Hausfeld	Campbell	2018	Correctivo

La codificación de la maquinaria, se presenta por medio de la siguiente Tabla 12, en donde se encuentra detallada la conformación de cada nivel, para el nivel 1 se menciona la empresa LV, en el nivel 2 un área específica como es el pasteurizado AP, mientras que en el nivel 3 la máquina consecuente del área en este caso la pasteurizadora PT y para finalizar el nivel 4 que menciona al componente de la máquina como una válvula V.

Tabla 12. Estructura de codificación empresa lácteos "La Victoria".

		ESTRUCTURA DE CODIFICACIÓN					
Nivel 1	Codificación	Nivel 2	Codificación	Nivel 3	Codificación	Nivel 4	Codificación
Empresa LV	Las iniciales del nombre de la empresa.						
L	Lácteos						
V	Victoria						
		Área - Proceso P	Las iniciales del área de la empresa.				
		P	Pasteurizado				
				Máquina PT01	Las iniciales de las máquinas que posee la empresa.		
				PT	Pasteurizadora		
				0	Cero		
				1	Uno		
						Componentes V01	Las iniciales de los componentes que posee la máquina.
						V	Válvula
						0	Cero
						1	Uno

Teniendo en cuenta la codificación que es necesaria para el reconocimiento de la maquinaria dentro de la empresa, se tuvo como lugar la identificación de las áreas como procesos de trabajo que forman parte de la línea de producción haciendo referencia al nivel 2 de la estructura de codificación, en donde se presenta en la Tabla 13 a continuación teniendo un total de 17 áreas dentro del proceso:

Tabla 13. Áreas de la empresa.

	ÁREAS DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA"		
Codificación	Descripción		
RL	Área de recepción de leche		
A	Proceso de almacenamiento de leche		
P	Proceso de pasteurización		
H	Proceso de homogeneización		
E	Proceso de envasado		
EF	Proceso de enfundado		
FE	Proceso de fechado		
S	Proceso de sellado		
CF	Área de cuarto frío		
GV	Área de generación de vapor		
AC	Área de aire comprimido		
CE	Área de cereal		
AY	Área de almacenamiento de producto final		
B	Proceso de batido		
F	Área de enfriado		
L	Área de laboratorio		
RA	Área de reservorio de agua		

De acuerdo con la cantidad de activos que forman parte de la línea de producción en la Tabla 14, se detalla la codificación final de los equipos y el número que existen, en función a la necesidad de producción en el cumplimiento de los requerimientos tomando en cuenta el nivel 3 de la estructura de codificación, en el Anexo A, se encuentran a detalle las fichas técnicas de la maquinaria con relación al levantamiento de información obtenido en el presente proyecto de investigación.

Tabla 14. Maquinaria de la empresa.

 MAQUINARIA DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA" 		
N°	Descripción	Codificación
1	Pasteurizadora	MPT-01
2	Homogeneizadora	MHG-01
3	Pasteurizadora HP	MPT-02
4	Enfundadora de leche	MEL-01
5	Tanque de almacenamiento	TA-01
6	Marmita 1100L	MM-01
7	Marmita 1100L	MM-02
8	Marmita 1100L	MM-03
9	Marmita 600L	MM-04
10	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-01
11	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-02
12	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-03
13	Enfundadora de yogurt de funda	MEY-01
14	Enfundadora de yogurt de palillo	MEY-02
15	Selladora de yogurt de cereal	MS-01
16	Selladora de yogurt de cereal	MS-02
17	Fechadora	MFE-01
18	Enfundadora de refresco de cola	MER-01
19	Enfundadora de refresco naranjada	MER-02
20	Caldero 100	C-01
21	Caldero 60	C-02
22	Compresor de aire	CA-01

Estado actual de los equipos de la línea de producción



El mantenimiento de los equipos en la línea de producción, se ejecutaba mediante mantenimientos correctivos, es decir que cuando se suscitaba una avería o falla, entonces se reparaba los daños provocando que existan paros inesperados en la producción. Por lo cual los activos llegaban a encontrarse fuera de servicio, haciendo que su vida útil se vea afectada por la falta de conocimiento frente a la manipulación y entendimiento de la maquinaria en el ámbito de mantenimiento.

Por tal motivo, para determinar el estado actual de los equipos en el presente proyecto de investigación, se tomó en cuenta los datos de funcionamiento del año 2022 de la empresa que se encuentran reflejados en el Anexo B, en el cual se detallan

los días laborables por meses, el tiempo de operación, el tiempo de para y el número de fallas en cada una de máquinas, con lo que se logró aplicar el cálculo de los diferentes indicadores de mantenimiento que permitieron analizar e interpretar el estado de cada uno de los mismos con la ayuda de los indicadores y gráficas para una visualización más crítica.

Mediante la compilación de datos, gracias a la revisión documental de la empresa se obtuvieron los siguientes datos, para el debido cálculo de los indicadores de mantenimiento con los cuales se permitirá, analizar el estado actual de los equipos, para ello el tiempo de operación viene dado por la Ecuación 3 que es la diferencia del tiempo de funcionamiento con el tiempo de para, cabe recalcar que el tiempo de funcionamiento de la maquinaria en la empresa está dado por los respectivos meses del años, con un tiempo de 8 horas de funcionamiento, teniendo en cuenta estos requerimientos entonces el tiempo neto de operación por mes viene dado por los meses del año por las 8 horas de funcionamiento y en casos específicos como la pasteurizadora (MPT-01) 6 horas y la selladora de yogurt grande (MSE-02) 1 hora por 2 días a la semana. El tiempo de para esta comprendido dentro de la empresa por el mantenimiento correctivo que se ejecuta en el equipo hasta reestablecer sus funciones respectivas. El tiempo medio de fallos (MTBF) se calcula mediante la Ecuación 5; El tiempo medio de reparación (MTTR) por medio de la ecuación 6; La tasa de fallos por medio de la Ecuación 6; La fiabilidad por medio de la Ecuación 7 y por último la disponibilidad operacional por medio de la Ecuación 8 para la maquinaria de la línea de producción. Por consiguiente, en la Tabla 15, se presenta el cálculo de los indicadores de mantenimiento para la MPT-02. Los respectivos cálculos de cada una de la maquinaria se encuentran en el Anexo C.

Tabla 15. Indicadores de mantenimiento MPT-02.

			Datos de funcionamiento 2022								
			MPT-02								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	16	3	80	5.33	0.01	0.19	91.25%	
2	Febrero	28	224	22	3	74.67	7.33	0.01	0.14		
3	Marzo	31	248	58	6	41.33	9.67	0.02	0.10		
4	Abril	30	240	14	3	80	4.67	0.01	0.21		
5	Mayo	31	248	4	2	124	2	0.01	0.50		
6	Junio	30	240	26	2	120	13	0.01	0.08		
7	Julio	31	248	5	2	124	2.5	0.01	0.40		
8	Agosto	31	248	72	4	62	18	0.02	0.06		
9	Septiembre	30	240	50	2	120	25	0.01	0.04		
10	Octubre	31	248	12	3	82.67	4	0.01	0.25		
11	Noviembre	30	240	10	3	80	3.33	0.01	0.30		
12	Diciembre	30	240	9	2	120	4.5	0.01	0.22		
TOTAL						92.39	8.28	0.01	0.21		

La maquinaria como ejemplo para el cálculo de los indicadores de mantenimiento fue MPT-02, la misma cuenta con resultados para indicador, a continuación, se detalla cómo se aplicó el cálculo respectivo con las ecuaciones antes mencionadas, al mes de marzo del año 2022.

En el mes de marzo la máquina trabajó los 31 días laborables del año, con un tiempo de operación total de las 248 horas, teniendo un tiempo de paro de 58 horas y con un número de fallas en total de 6, teniendo en cuenta estos valores se procedió a calcular dichos indicadores a continuación se describe su desarrollo:

Indicador MTBF (MPT-02)

El tiempo medio entre fallas de la MPT-02, está comprendido por la aplicación de la Ecuación 5 con los datos antes mencionados:

$$MTBF = \frac{\text{Tiempo de Operación}}{\text{Número de fallas}}$$

$$MTBF = \frac{248 \text{ horas}}{6} = 41,33 \text{ horas}$$

Teniendo en cuenta que el valor MTBF del mes de marzo fue de 41,33 horas.

El valor del tiempo medio de fallas, quiere decir que en el mes de marzo la próxima falla se iba a producir en un tiempo promedio de 41 horas, trabajando sin inconvenientes por 3 días sin paros inesperados en el MPT-02.

Indicador MTTR (MPT-02)

El tiempo medio entre reparación de la MPT-02, está comprendido por la aplicación de la Ecuación 6 con los datos antes mencionados:

$$MTTR = \frac{\textit{Tiempo de Para}}{\textit{Número de fallas}}$$
$$MTTR = \frac{58 \textit{ horas}}{6} = 9,67 \textit{ horas}$$

Teniendo en cuenta que el valor MTTR del mes de marzo fue de 9,67 horas.

El valor del tiempo reparación de fallas, quiere decir que en el mes de marzo el tiempo promedio de reparación frente a una falla fue de 9,67 horas, lo que conlleva que la MPT-02 se encuentre inactiva por un día laborable.

Indicador tasa de fallos (λ)

La tasa de fallos de la MPT-02, está comprendido por la aplicación de la Ecuación 7 con relación a los indicadores de mantenimiento MTBF y MTTR:

$$\lambda = \frac{1}{MTBF}$$
$$\lambda = \frac{1}{41,33} = 0,02 \textit{ horas}$$

Teniendo en cuenta que el valor tasa de fallos del mes de marzo fue de 0,02 horas.

El valor de la tasa de fallos, quiere decir que en el mes de marzo se tuvo fallas 0,02 horas, lo que conlleva que la MPT-02 con relación al tiempo promedio entre fallos se encuentra entre fallos producidos de $1 < MTTR < 10$, lo que produce que tenga un número de fallas en la categoría 5 sobre $0,01 < \lambda < 0,1$, lo que a interpretación con

lleva a que en el mes de marzo era probable que ocurran algunas fallas inferiores a 10.

Indicador de fiabilidad (μ)

La fiabilidad de la MPT-02, está comprendido por la aplicación de la Ecuación 8 con relación a los indicadores de mantenimiento MTBF y MTTR:

$$\mu = \frac{1}{MTTR}$$
$$\mu = \frac{1}{9,67} = 0,10 \text{ horas}$$

Teniendo en cuenta que el valor tasa de fallos del mes de marzo fue de 0,10 horas.

El valor de fiabilidad, quiere decir que el valor del mes de marzo es indicado debido a que se encuentra igual al valor 0,10 que debe superar para que la confiabilidad de la MPT-02 sea confiable.

Indicador de disponibilidad operacional (%)

La disponibilidad de la MPT-02, está comprendido por la aplicación de la Ecuación 9 con relación a los indicadores de mantenimiento MTBF y MTTR:

$$\text{Disponibilidad} = \left(\left(\frac{MTBF}{MTBF + MTTR} \right) * 100 \right) \%$$

$$\text{Disponibilidad} = \left(\left(\frac{41,33}{41,33 + 9,67} \right) * 100 \right) \%$$

$$\text{Disponibilidad} = 81,05 \%$$

El valor de disponibilidad correspondiente al mes de marzo se encontró en 81,05%, con lo que interpretación fue un mes que obtuvo diferentes inconvenientes que hicieran que reduzca el porcentaje mínimo de 85%, de la disponibilidad operacional, pero es buena para sus funciones.

Análisis de las gráficas para el estado actual de los activos

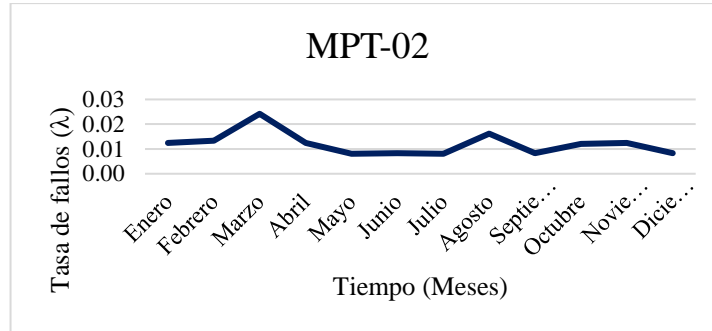


Figura 17. Tasa de fallos con relación al tiempo.

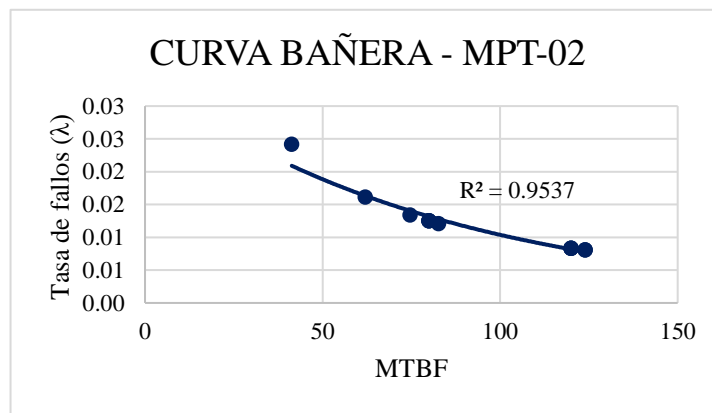


Figura 18. Curva de la bañera MPT-02.

En la Figura 17, se puede visualizar una relación entre la tasa de fallos y el tiempo (meses), de la MPT-02, en donde la máquina ha presentado fallos en los meses de marzo, agosto, octubre y noviembre respectivamente de acuerdo a un número alto de fallos, donde ha sido necesario aplicar el mantenimiento correctivo, teniendo en cuenta que la frecuencia de los fallos puede ocasionar que la vida útil sea afectada gravemente. Mientras que en la Figura 18 se puede interpretar que la curva de la bañera de la MPT-02, hasta el presente año en curso se encuentra en buen funcionamiento, debido a que la gráfica de la curva de la bañera proporciona que se encuentra en una etapa 1 y 2, es decir que el estado actual de la maquinaria está en muy buen estado, para cumplir sus actividades dentro de la empresa, teniendo en cuenta los fallos que se presentaron en meses específicos [24].

Análisis de la disponibilidad general de la maquinaria de la línea de producción

Dentro del ámbito de la disponibilidad operacional de los equipos, se presenta a continuación una Tabla 16, donde se encuentran el cálculo de los indicadores de mantenimiento de manera general de acuerdo a la compilación de datos de la empresa en el año 2022, teniendo de manera clara que una disponibilidad adecuada de trabajo en mantenimiento es con valores superiores al 85% debido a que garantiza que los equipos puedan cumplir sus funciones sin inconvenientes, pero esto no quiere decir que la maquinaria este excepta a que se produzca una falla o avería que no esté planificada dentro de los días laborables, es por ello que es necesario la debida revisión de mantenimiento diaria en cada uno de los equipos.

Tabla 16. Disponibilidad general de la maquinaria de la línea de producción.



 DISPONIBILIDAD DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA" AÑO 2022 										
N°	Descripción	Codificación	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional
1	Pasteurizadora	MPT-01	182	15	2	120.17	6.59	0.01	0.26	92.95%
2	Homogeneizadora	MHG-01	182	16	2	120.25	6.92	0.01	0.25	92.65%
3	Pasteurizadora HP	MPT-02	242	25	3	92.39	8.28	0.01	0.21	91.25%
4	Enfundadora de leche	MEL-01	242	26	2	115.94	10.90	0.01	0.21	91.61%
5	Tanque de almacenamiento	TA-01	242	11	2	181.67	6.79	0.01	0.31	95.65%
6	Marmita 1100L	MM-01	242	13	2	178.89	7.13	0.01	0.20	95.14%
7	Marmita 1100L	MM-02	242	12	1	191.33	7.71	0.01	0.35	95.66%
8	Marmita 1100L	MM-03	242	25	2	178.89	20.22	0.01	0.25	92.56%
9	Marmita 600L	MM-04	242	18	2	178.67	11.79	0.01	0.17	93.31%
10	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-01	242	2	1	232.00	1.54	0.004	1.13	99.21%
11	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-02	242	2	1	232.00	1.42	0.004	1.10	99.36%
12	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-03	242	1	1	242.00	1.29	0.004	1.08	99.47%
13	Enfundadora de yogurt de funda	MEY-01	242	25	2	105.72	1.54	0.01	0.23	91.17%
14	Enfundadora de yogurt de palillo	MEY-02	242	25	3	102.61	9.74	0.01	0.17	91.28%
15	Selladora de yogurt de cereal	MS-01	80	8	2	56.67	4.08	0.02	1.15	92.92%
16	Selladora de yogurt de cereal	MS-02	8	2	1	7.00	1.21	0.16	1.30	84.98%
17	Fechadora	MFE-01	242	29	2	141.22	13.34	0.01	0.24	90.40%
18	Enfundadora de refresco de cola	MER-01	242	28	2	141.83	11.59	0.01	0.23	90.78%
19	Enfundadora de refresco naranjada	MER-02	242	28	2	128.67	10.26	0.01	0.26	91.23%
20	Caldero 100	C-01	242	21	3	116.67	8.27	0.01	0.20	92.20%
21	Caldero 60	C-02	242	13	2	131.63	5.69	0.01	0.32	95.17%
22	Compresor de aire	CA-01	242	14	2	143.33	5.71	0.01	0.29	95.02%



Figura 19. Disponibilidad operacional de la maquinaria de la línea de producción.



En relación a los porcentajes de disponibilidad de la maquinaria, que se presenta en la Figura 19, se puede interpretar que los equipos se encuentran en los parámetros específicos de funcionamiento, debido a que los equipos que superen el 85% de disponibilidad son fiables al momento de cumplir con sus actividades dentro de la empresa [14]. Teniendo en cuenta la disponibilidad la MS-02 (selladora de yogurt de cereal) se encuentra con un porcentaje bajo en relación a los demás con 84.98%, mientras que las MECH-01, MECH-02, MECH-03 (envasadoras chimbuzos) se encuentran con porcentajes que superan el 99% teniendo una disponibilidad que permite, que el producto se mantenga en condiciones apropiadas de acuerdo con la producción.

Dentro del análisis de la evaluación del estado actual de la maquinaria, para la identificación de los componentes que son más proclives a sufrir fallos en los equipos se realizó mediante la metodología de la NTP 679, para ello se llevó a cabo lo siguiente:

- Identificación de los componentes que contiene la maquinaria.
- Codificación de los componentes, mediante la estructura mencionada en la Tabla 10 específicamente en el nivel 4.
- Registro de cada uno de los componentes que se describen en el Anexo D del proyecto de investigación, acerca del inventario técnico de la maquinaria de la línea de producción.
- Desarrollo del formato de la matriz NTP 679, para la evaluación del índice de prioridad para la identificación de los componentes más críticos de la maquinaria que pueden llegar a sufrir fallos.
- Tabulación de los datos de cada componente de la maquinaria en la matriz, de acuerdo a su función, fallo, causa y efecto.
- Evaluación del índice de prioridad de cada componente, mediante la Tabla 2 de los criterios de valoración de la NTP 679, sobre la frecuencia, detectabilidad y gravedad mediante el criterio de los operadores de la empresa, acerca los 3 criterios involucrados en la norma.
- Determinación de la acción de control necesaria en cada componente, para evitar su daño o deterioro.
- Análisis de los componentes que son más proclives a sufrir fallos en los equipos de acuerdo al IPR.



Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción

Tabla 17. Análisis AMFE de MPT-01.

		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial													
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción													
		Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023							
		Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023							
Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.									
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción		
									F	G	D	IPR			
1	Pasteurizadora	MPT-01	Depósito de agua	D01	Almacenar una cantidad determinada de agua con una capacidad de 100 Lt/h.	Almacenar una cantidad menor a la capacidad normal, es decir menos a los 100 Lt/h.	Fuga de agua, por una ruptura ocasionado por exceso de calor.	Presencia de fuga de agua en el depósito.	6	8	2	96	Identificar la zona de fuga para su respectiva corrección, mediante soldadura o relleno del lugar donde existe el imperfecto.		
			Válvula de entrada de agua	V01	Permite el ingreso moderado de agua, por las tuberías a un caudal determinado.	Ingresar una cantidad de agua, sin límites permitidos.	Exceso de fuerza, produce el deterioro del componente.	No controlar el ingreso de agua a la máquina.	4	6	3	72	Controlar la entrada de agua por medio de mantenimiento a la válvula.		
			Válvula de entrada de vapor	V02	Permite el ingreso de vapor por las tuberías, a una temperatura inferior a los 75 °C.	Ingresar vapor a una temperatura superior a los 75 °C.	Exceso de calor, produce deterioro de la válvula.	Deterioro de las tuberías por exceso de calor, produce fugas.	5	8	3	120	Corregir el deterioro de la válvula, mediante el control de paso de vapor.		
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	Permite calentar el agua a una temperatura de hasta 75 °C para la realización del proceso de pasteurizado con un ingreso de vapor de hasta 100 °C.	Aumentar la temperatura de ingreso de vapor superior a 105 °C.	Quemadura de las placas del intercambiador por exceso de vapor.	No controlar el ingreso de calor y vapor por deterioro del manómetro.	4	8	4	128	Cambiar las placas de temperatura del intercambiador.		
			Tanque de balanceo	T01	Balancear el ingreso de agua, con el producto (leche) para finalizar el proceso de pasteurización.	Balancear el producto en condiciones inapropiadas de presión de vapor y calor.	Fuga de producto pasteurizado, por una ruptura ocasionado por exceso de calor.	No cumplir con las condiciones necesarias en el producto pasteurizado.	5	7	4	140	Identificar la zona de fuga para su respectiva corrección, mediante soldadura o relleno del lugar donde existe el imperfecto.		
			Tablero de control	TC01	Permite el accionamiento de la máquina, para la ejecución de sus actividades.	No produce el accionamiento de los componentes de la máquina.	Cortocircuito, debido al alto voltaje.	Deterioro de los componentes eléctricos de la máquina.	4	8	2	64	Cambiar los cables del tablero y realizar el estudio de capacidad de voltaje en la máquina.		

			Bomba 1	B01	Bombear agua caliente al intercambiador de calor a una velocidad de 110 Lt/min y hasta una temperatura menor a 100 °C, hasta el final de las tuberías donde se libera agua caliente del pasteurizador.	Bombear agua caliente a una velocidad inferior a 110 Lt/min.	Fuga de agua, por desgaste del sello de la bomba.	Reducción del caudal de paso de agua caliente en la máquina.	3	6	3	54	Cambiar el sello de la bomba.
			Bomba 2	B02	Bombear agua caliente por todo el pasteurizador para el debido lavado de las tuberías, a una capacidad de 110 Lt/min.	No bombear agua caliente para el respectivo lavado del pasteurizador.	Fuga de agua, por desgaste del sello de la bomba.	Reducción del caudal de paso de agua caliente en la máquina.	3	6	2	36	Cambiar el sello de la bomba.
			Filtro regulador y lubricador	F01	Filtrar las impurezas mediante, la lubricación y control de ingreso de producto.	Dar paso a las impurezas que contiene el producto.	Exceso de ruido, por deterioro del regulador de presión.	Producto con impurezas, que no cumplan con especificaciones.	4	7	4	112	Controlar las propiedades apropiadas del regulador y lubricador, con su debido mantenimiento.

Tabla 18. Análisis AMFE de MHG-01.

		 Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial												
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción												
		Realizado:	Investigador			Data de Elab.:	12/5/2023							
		Revisado:	Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:	12/06/2023							
		Aprobado:	Sra. Elvia V.			Tutor.:	Ing. Urrutia F.							
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción	
									F	G	D	IPR		
2	Homogeneizadora	MHG-01	Manómetro de presión	MA01	Permite el control de medición de la presión de agua, que ingresa a la máquina.	El control de lectura de presión inadecuado.	Presión alta en la máquina, por fuerte vibraciones mecánicas.	Lecturas inadecuadas en el proceso de homogeneizado.	3	5	4	60	Revisar periódicamente las lecturas del manómetro.	
			Válvulas de homogeneización	V01	Mantener la entrada de presión para un correcto funcionamiento.	Entrada de presión inadecuada en la máquina.	Fuga de presión, por ruptura.	Reducción de la eficiencia de la máquina.	4	5	5	100	Controlar el ingreso de presión, de acuerdo a los parámetros necesarios del proceso.	
			Válvula de ingreso de agua	V02	Permite el ingreso moderado de agua hacia el grupo de bombeo.	Permite el ingreso en exceso de agua al grupo de bombeo.	Exceso de presión de agua, produce ruptura.	Parámetros inadecuados en el ingreso de agua.	3	4	4	48	Controlar el ingreso de agua, mediante periódicas revisiones durante el proceso.	

			Grupo de bombeo	GB0	Permite transmitir movimiento a una velocidad de 100 rpm.	Transmitir movimiento a una velocidad inferior a 100 rpm.	Exceso de presión de agua.	Falta de lubricación en los acoples de bombeo, reduce la velocidad de movimiento.	5	6	5	150	Realizar un mantenimiento adecuado, en el sistema de transmisión.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	6	2	48	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.

Tabla 19. Análisis AMFE de MPT-02.



		 Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
		Realizado:	Investigador	Data de Elab.:		12/5/2023							
		Revisado:	Ing. Urrutia F.	Data de Rev.:		12/06/2023							
		Aprobado:	Sra. Elvia V.	Tutor.:		Ing. Urrutia F.							
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
	Válvula de entrada de agua pura	V01	Permite el control de entrada de agua, a una temperatura de 10 °C.	Control de entrada de temperatura de agua inferior a 10 °C.	Exceso de presión de agua.	Fugas de agua, provocan desperdicio.	4	5	4	80	Revisar constantemente la entrada de agua.		
	Válvula de entrada de producto	V02	Permite el control de ingreso de la leche de 2 Tn/h.	Exceso de ingreso de leche superior a las 2 Tn/h.	Exceso de presión del producto.	Fugas de leche, provoca pérdidas económicas.	4	6	4	96	Revisar el control de ingreso de leche mediante los parámetros de funcionamiento.		
	Válvula de salida de ácido	V03	Regular la salida de ácido para la desinfección del equipo menor a los 0,5 grados.	Límite de salida de ácido superior a 0,5 grados.	Quemadura, deterioro de la válvula.	Daños en el equipo y en la salud de los operadores.	4	5	3	60	Controlar la salida del ácido, mediante revisiones rutinarias luego del funcionamiento.		
	Válvula de salida de álcali	V04	Regular la salida de álcali, con parámetros adecuados por las normas sanitarias.	Límite de salida de álcali superior a los parámetros.	Quemadura, deterioro de la válvula.	Daños en el equipo y en la salud de los operadores.	4	5	3	60	Controlar la salida del álcali, mediante revisiones rutinarias luego del funcionamiento.		
	Válvula de refrigeración	V05	Regular la entrada del flujo refrigerante del equipo.	Control inadecuado del ingreso del refrigerante.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de refrigeración en el equipo.	3	4	3	36	Ajustar la válvula semanalmente para evitar el desgaste.		
	Válvula reguladora de producto a envasadora	V06	Regular la entrada de flujo a la envasadora.	Incorrecta compensación de ingreso del flujo.	Desgaste.	Falta de regulación de entrada de producto.	4	4	6	96	Realizar un mantenimiento adecuado para asegurar la compensación del producto.		
	Válvula de entrada de álcali	V07	Regular la entrada de álcali, con parámetros adecuados por las normas sanitarias.	Límite de ingreso de álcali superior a los parámetros.	Quemadura, deterioro de la válvula.	Daños en el equipo y en la salud de los operadores.	4	5	3	60	Controlar la salida del álcali, mediante revisiones rutinarias luego del funcionamiento.		

3	Pasteurizadora HP	MPT-02	Válvula de entrada de ácido	V08	Regular la entrada de ácido para la desinfección del equipo menor a los 0,5 grados.	Límite de ingreso de ácido superior a 0,5 grados.	Quemadura, deterioro de la válvula.	Daños en el equipo y en la salud de los operadores.	4	5	3	60	Controlar la salida del ácido, mediante revisiones rutinarias luego del funcionamiento.
			Válvula reguladora de entrada de material.	V09	Regular la entrada de flujo del material.	Incorrecta compensación de ingreso del flujo.	Desgaste.	Falta de regulación de entrada de producto.	3	5	6	90	Realizar un mantenimiento adecuado para asegurar la compensación del material.
			Válvula de 4 vías de alimentación	V10	Permite el control de ingreso de agua, calor, vapor y leche al equipo para el pasteurizado.	No ingresa al mismo nivel tanto el agua, calor, vapor y leche.	Montaje y ajuste incorrecto.	Parámetros inadecuados para el proceso de pasteurizado.	2	4	3	24	Revisar el estado de la válvula mensualmente.
			Válvula de retorno de producto	V11	Retornar el producto, luego de ingresar al proceso de homogeneizado.	Retardo en el retorno del producto.	Exceso de calor y vapor.	Deterioro de la válvula.	3	3	4	36	Revisar el estado de la válvula mensualmente.
			Válvula de drenaje de 3 vías	V12	Regular el drenaje del producto, durante el proceso agua fría de la torre.	Drenaje incorrecto de agua fría.	Fugas de agua.	Desperdicio de agua de la torre.	4	3	5	60	Revisar el estado de la válvula mensualmente.
			Válvula reguladora de agua caliente	V13	Regular el ingreso de agua caliente.	Exceso de ingreso de agua caliente.	Montaje y ajuste incorrecto.	Deterioro de la válvula.	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula semanalmente.
			Válvula de salida del producto	V14	Regular la salida del producto al proceso de pasteurizado-homogeneizado	Caudal inadecuado de ingreso del producto.	Ajuste incorrecto.	Desgaste de la válvula.	4	3	2	24	Revisar el estado de la válvula semanalmente.
			Válvula desviadora de agua caliente	V15	Permite desviar el agua caliente hacia el depósito de tanque de torre.	Desviar el agua caliente a la tubería de salida.	Mecanizado inadecuado.	Falta de ajuste al cierre de la válvula.	4	5	3	60	Realizar un mantenimiento, para el mecanizado adecuado de la válvula.
			Válvula de entrada de agua torre	V16	Regular la entrada del agua de la torre, a un caudal de 100 Lt/min.	Ingreso de agua de la torre, a un caudal superior 110 Lt/min.	Montaje y ajuste incorrecto.	Fuga de agua de torre.	3	5	2	30	Realizar el montaje adecuado de la válvula.
			Válvula de salida de agua torre	V17	Regular la salida del agua de la torre, a un caudal de 100 Lt/min.	Salida de agua de la torre, a un caudal superior 110 Lt/min.	Montaje y ajuste incorrecto.	Fuga de agua de torre.	2	4	3	24	Realizar el montaje adecuado de la válvula.
			Válvula de entrada de aire	V18	Regular la entrada de presión de aire, para el funcionamiento del homogeneizador de 0,5 a 0,6 Mpa.	Entrada de presión de aire superior a 0,5 a 0,6 Mpa.	Desgaste de llave de regulación.	Fuga de presión de aire.	3	4	2	24	Realizar un mantenimiento para el cuidado del desgaste de la válvula.
			Válvula de temperatura	VT01	Regular la temperatura de entrada de 0 hasta 40°C.	Temperatura de entrada superior a 40 °C.	Exceso de calor, deterioro la válvula.	Desgaste de la válvula.	4	5	2	40	Revisar el estado de la válvula semanalmente.
			Válvula de temperatura	VT02	Regular la temperatura de esterilización de 0 hasta 130°C.	Temperatura inferior a 130 °C.	Exceso de calor, deterioro la válvula.	Desgaste de la válvula.	4	4	3	48	Revisar el estado de la válvula semanalmente.

			Bomba de limpieza	B01	Bombear la entrada de sosa para la limpieza de la máquina.	Exceso de entrada de sosa para limpieza.	Quemadura, por manejo de sosa.	Deterioro del sello de la bomba.	5	4	6	120	Realizar la limpieza de la bomba, mediante un mantenimiento semanal.
			Bomba de agua caliente	B02	Bombear la entrada de agua caliente, con una velocidad de 100 Lt/min.	Reducción de velocidad de bombeo, inferior a 100 L/min.	Fuga de agua, por desgaste del sello de la bomba.	Reducción del caudal de paso de agua caliente en la máquina.	4	6	3	72	Realizar la limpieza de la bomba, mediante un mantenimiento semanal.
			Bomba de producto	B03	Bombear el producto a una velocidad de 500 Lt/h y hasta una temperatura menor a 100 °C, hasta el final de las tuberías donde se libera agua caliente del pasteurizador.	Reducción de velocidad de bombeo, inferior a 500 L/hora.	Fuga de agua, por desgaste del sello de la bomba.	Reducción del caudal de paso del producto en la máquina.	5	6	4	120	Realizar la limpieza de la bomba, mediante un mantenimiento semanal.
			Tanque de agua caliente	T01	Almacenar el agua caliente a una temperatura de 40°C.	Temperatura inferior a 40 °C.	Deterioro del control de temperatura del tanque.	Temperatura inadecuada de agua caliente.	3	4	3	36	Realizar mantenimiento correctivo en el control de temperatura.
			Tanque de producto	T02	Almacenar el producto en condiciones adecuadas para el proceso de pasteurizado.	Condiciones inapropiadas para conservar el producto.	Deterioro del tanque.	Fugas del producto.	4	5	4	80	Revisar las condiciones del estado del tanque semanalmente.
			Homogeneizador	H01	Eliminar las partículas de grasa de la leche, con un consumo de vapor de 350 kg/h.	Consumo de vapor superior 360 kg/h.	Exceso de vapor, produce desgaste del grupo de bombeo.	Falta de eliminación de partículas de la leche.	4	6	5	120	Determinar medidas de lubricación, en los componentes del homogeneizador, mediante mantenimiento preventivo.
			Manómetro de presión de envasadora	MA01	Medir la presión de entrada como salida a la envasadora, dentro de 0,3 m3/min.	Presión superior a 0,4 m3/min.	Sobrepresión.	Falta de control de presión en la máquina.	2	4	4	32	Realizar la calibración respectiva del manómetro.
			Manómetro de presión de agua caliente	MA02	Medir la presión de agua caliente, a una temperatura de 40 °C.	Temperatura superior a 40 °C.	Exceso de temperatura.	Falta de control de temperatura en la máquina.	3	4	2	24	Realizar la calibración respectiva del manómetro.
			Manómetro de presión de producto	MA03	Medir la presión de la entrada de producto.	Presión incorrecta de ingreso del producto.	Sobrepresión.	Falta de control de presión en la máquina.	4	5	2	40	Realizar la calibración respectiva del manómetro.
			Manómetro de presión del homogeneizador	MA04	Medir la presión de vapor en la eliminación de partículas de grasa.	Presión inapropiada para la máquina.	Exceso de temperatura.	Falta de control de temperatura en el homogeneizador.	3	4	3	36	Realizar la calibración respectiva del manómetro.
			Manómetro de presión del tanque de agua caliente	MA05	Medir la presión del tanque de agua caliente a una	Temperatura superior a 40 °C.	Picos de pulsación.	Falta de lectura precisa en la máquina.	3	4	2	24	Realizar la calibración respectiva del manómetro.

				temperatura de 40°C.										
			Manómetro de presión de regulación de agua caliente	MA06	Medir la regulación de presión apropiada del ingreso de agua caliente.	Presión irregular de agua caliente.	Exceso de temperatura.	Error en el sistema de medición de presión.	3	4	2	24	Realizar la calibración respectiva del manómetro.	
			Manómetro de presión de entrada de agua de tanque	MA07	Medir la presión de entrada de agua a una temperatura inferior a 10 °C.	Temperatura de agua superior a 10 °C.	Picos de pulsación.	Error en el sistema de medición de presión.	3	3	2	18	Realizar la calibración respectiva del manómetro.	
			Manómetro de presión de entrada de agua	MA08	Medir la presión del ingreso de agua de 0,5 Mpa.	Presión superior a 0,5 Mpa.	Sobrepresión.	Falta de control de presión en la máquina.	3	4	3	36	Realizar la calibración respectiva del manómetro.	
			Manómetro de presión de salida a envasadora	MA09	Medir la presión de salida de flujo a la envasadora.	Presión de salida incorrecta del flujo.	Picos de pulsación.	Error en el sistema de medición de presión.	3	5	2	30	Realizar la calibración respectiva del manómetro.	
			Filtro regulador y lubricador	F01	Filtrar las impurezas mediante, la lubricación y control de ingreso de producto.	Dar paso a las impurezas que contiene el producto.	Exceso de ruido, por deterioro del regulador de presión.	Producto con impurezas, que no cumplan con especificaciones.	5	7	3	105	Controlar las propiedades apropiadas del regulador y lubricador, con su debido mantenimiento.	
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	Permite calentar el agua a una temperatura de hasta 75 °C para la realización del proceso de pasteurizado con un ingreso de vapor de hasta 100 °C.	Disminución del rendimiento en el proceso de intercambio de calor.	Desgaste de las placas del intercambiador, por exceso de temperatura.	Sobrecalentamiento del equipo.	5	8	4	160	Revisar las placas del intercambiador, en qué estado se encuentran semanalmente.	
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	2	40	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.	

Tabla 20. Análisis AMFE de MEL-01.

		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
4	Enfundadora de leche	MEL-01	Tanque de tratamiento de agua	T01	Permite el tratamiento de agua con la sosa para desinfección, con un grado de 0,5.	Inadecuado tratamiento del agua con la sosa.	Deterioro del tanque a causa de la sosa.	Fugas en el tanque, produce contaminación.	4	6	2	48	Revisar el estado del tanque de tratamiento, a causa de la sosa.
			Tanque de almacenamiento de producto	T02	Permite el almacenamiento del producto proveniente de la pasteurizadora HP.	Temperatura superior a 75 °C para conservación de propiedades del producto.	Deterioro del tanque.	El producto no se encuentra en condiciones adecuadas, por estado del tanque.	4	5	3	60	Realizar limpieza del tanque, de forma diaria para evitar residuos del producto tratado.
			Tanque de peróxido	T03	Permite el tratamiento del peróxido a una temperatura de 40 °C, para la desinfección del plástico enfundado.	Temperatura superior a 40 °C.	Quemaduras, por deterioro del tanque.	Fugas en el tanque, produce daños en la piel del trabajador.	4	6	5	120	Determinar el estado del tanque por la utilización del tanque de peróxido.
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	Permite calentar el agua a una temperatura de hasta 75 °C para la realización del proceso de pasteurizado con un ingreso de vapor de hasta 130 °C.	Aumentar la temperatura de ingreso de vapor superior a 130 °C.	Quemadura de las placas del intercambiador por exceso de vapor.	Falta de control de ingreso de calor y vapor por deterioro del manómetro.	4	7	5	140	Realizar mantenimiento en las placas del intercambiador.
			Bomba de agua caliente	B01	Bombear agua caliente al intercambiador de calor a una velocidad de 150 Lt/min y hasta una temperatura menor a 100 °C, hasta el final de las tuberías donde se libera agua caliente del pasteurizador.	Bombear agua caliente a una velocidad inferior a 150 Lt/min.	Desgaste del sello de la bomba.	Reducción de la eficiencia de la bomba.	3	5	3	45	Cambiar el sello de la bomba.

			Filtro regulador y lubricador 1	F01	Filtrar las impurezas mediante, la lubricación y control de ingreso de producto desde el pasteurizador hasta el homogeneizador.	Regulador con exceso de impurezas por eliminación de grasa de la leche.	Exceso de vibraciones.	Falta de control de impurezas en el producto.	5	7	4	140	Sustituir el filtro mensualmente, para evitar contaminación del producto.
			Filtro regulador y lubricador 2	F02	Filtrar las impurezas mediante, la lubricación y control de ingreso de producto desde el homogeneizador hasta la envasadora.	Regulador con exceso de impurezas por eliminación de grasa de la leche.	Deformación por tensiones altas.	Falta de control sobre la caída de presión a la envasadora.	4	7	4	112	Sustituir el filtro mensualmente, para evitar contaminación del producto.
			Probeta de peróxido 1	PP01	Controlar el ingreso de peróxido para esterilización de las fundas de envoltura, menor al 0,05% permitido.	Ingreso de peróxido superior a 0,05%.	Ruptura por exceso de temperatura del peróxido.	Fundas de envoltura con exceso de peróxido.	3	6	2	36	Verificar el estado de la probeta, para su respectivo cambio.
			Probeta de peróxido 2	PP02	Controlar el ingreso de peróxido para esterilización de las fundas de envoltura, menor al 0,05% permitido.	Ingreso de peróxido superior a 0,05%.	Ruptura por exceso de temperatura del peróxido.	Fundas de envoltura con exceso de peróxido.	3	6	2	36	Verificar el estado de la probeta, para su respectivo cambio.
			Rodillos de envoltura 1	R01	Coordinar el camino de las fundas para la envoltura.	Rodillos no regresan a su posición original.	Falta de secado del peróxido.	Atrapamiento de las fundas de envoltura.	3	5	2	30	Controlar el secado de las fundas para evitar que rodillos se queden pegados entre sí.
			Rodillos de envoltura 2	R02	Coordinar el camino de las fundas para la envoltura.	Rodillos no regresan a su posición original.	Falta de secado del peróxido.	Atrapamiento de las fundas de envoltura.	3	5	2	30	Controlar el secado de las fundas para evitar que rodillos se queden pegados entre sí.
			Selladora vertical 1	SV01	Sellar la envoltura plástica de forma vertical, a una temperatura de 130 °C.	Sellado a una temperatura superior a 130 °C.	Exceso de temperatura, deterioro de teflón.	Falta de resistencia en la envoltura.	5	8	3	120	Cambiar el teflón de la selladora, para asegurar el sellado de las envolturas plásticas.
			Selladora vertical 2	SV02	Sellar la envoltura plástica de forma vertical, a una temperatura de 130 °C.	Sellado a una temperatura superior a 130 °C.	Exceso de temperatura, deterioro de teflón.	Falta de resistencia en la envoltura.	5	8	3	120	Cambiar el teflón de la selladora, para asegurar el sellado de las envolturas plásticas.
			Selladora horizontal 1	SH01	Sellar la envoltura plástica de forma horizontal, a una temperatura de 120 °C.	Sellado a una temperatura superior a 120 °C.	Exceso de temperatura, deterioro de teflón.	Falta de resistencia en la envoltura.	4	8	3	96	Cambiar el teflón de la selladora, para asegurar el sellado de las envolturas plásticas.
			Selladora horizontal 2	SH02	Sellar la envoltura plástica de forma horizontal, a una temperatura de 120 °C.	Sellado a una temperatura superior a 120 °C.	Exceso de temperatura, deterioro de teflón.	Falta de resistencia en la envoltura.	4	8	3	96	Cambiar el teflón de la selladora, para asegurar el sellado de las envolturas plásticas.

			Medidor de nivel 1	MN01	Medir el nivel del producto proveniente de la pasteurizadora.	Medición de nivel incorrecto, de acuerdo a los límites.	Picos de pulsación.	Falta de control de nivel del producto.	3	5	2	30	Calibrar el medidor de nivel, con parámetros de funcionamiento adecuados.
			Medidor de nivel 2	MN02	Medir el nivel del peróxido.	Medición de nivel incorrecto, de acuerdo a los límites.	Picos de pulsación.	Falta de control de nivel del peróxido.	4	7	4	112	Calibrar el medidor de nivel, con parámetros de funcionamiento adecuados.
			Medidor de nivel 3	MN03	Medir el nivel de ingreso del producto a la envoltura final.	Medición de nivel incorrecto, de acuerdo a los límites.	Picos de pulsación.	Falta de control sobre la proporción adecuada en la envoltura.	4	6	2	48	Calibrar el medidor de nivel, con parámetros de funcionamiento adecuados.
			Válvula de entrada de producto	V01	Regular la entrada del producto a una velocidad de 250 Lt/h.	Velocidad de ingreso del producto superior a 250 Lt/h.	Exceso de fuerza, produce el deterioro del componente.	No controlar el ingreso de adecuado del producto a la máquina.	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula para evitar el deterioro.
			Válvula de entrada de producto	V02	Regular la entrada del producto a una velocidad de 250 Lt/h.	Velocidad de ingreso del producto superior a 250 Lt/h.	Exceso de fuerza, produce el deterioro del componente.	No controlar el ingreso de adecuado del producto a la máquina.	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula para evitar el deterioro.
			Válvula de entrada de agua	V03	Permite el control de entrada de agua, a una temperatura de 10 °C.	Control de entrada de temperatura de agua inferior a 10 °C.	Exceso de presión de agua.	Fugas de agua, provocan desperdicio.	4	5	3	60	Revisar constantemente la entrada de agua.
			Motor de engranaje 1	M01	Reducir la velocidad de movimiento por engranajes de los rodillos a 25 rpm.	Velocidad superior a 25 rpm.	Sobrecalentamiento.	Falta de potencia para cumplir sus actividades.	3	6	2	36	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Motor de engranaje 2	M02	Reducir la velocidad de movimiento por engranajes de los rodillos a 25 rpm.	Velocidad superior a 25 rpm.	Sobrecalentamiento.	Falta de potencia para cumplir sus actividades.	3	6	2	36	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	2	40	Ajustas contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.
			Tablero de control de temperaturas	TC02	Controlar el funcionamiento de la temperatura de las selladoras y el peróxido	No existe el paso de control de temperaturas del equipo.	Deterioro de los medidores de temperatura	Temperaturas inadecuadas en el equipo.	4	6	5	120	Calibrar los medidores de temperatura.

Tabla 21. Análisis AMFE de TA-01.



		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023							
Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023							
Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.							
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
5	Tanque de almacenamiento	TA-01	Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	6	2	48	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Agitador	A01	Mover el producto mediante las aspas, para evitar que se grumos.	Aspas del agitador débiles para la agitación.	Ruptura por exceso de movimiento.	Falta de movimiento en el producto.	3	5	2	30	Analizar el estado del agitador, con pruebas de resistencia.
			Bomba para succión	B01	Bombear el producto a una velocidad de 100 Lt/h, a una temperatura de 40 °C.	Bombear el producto, por un tiempo de 5 min, excediendo el límite del producto.	Sobrecalentamiento de la bomba.	Reducción de la eficiencia de la succión del producto.	4	7	4	112	Realizar mantenimiento a la bomba, semanalmente.
			Válvula de paso de producto	V01	Regular la entrada del producto a una velocidad de 100 Lt/h.	Velocidad de ingreso del producto superior a 100 Lt/h.	Exceso de fuerza, produce el deterioro del componente.	No controlar el ingreso de adecuado del producto a la máquina.	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula para evitar el deterioro.
			Válvula de descarga de producto	V02	Regular la descarga del producto a una velocidad de 100 Lt/h.	Velocidad de recarga del producto superior a 100 Lt/h.	Exceso de fuerza, produce el deterioro del componente.	No controlar el ingreso de adecuado del producto a la máquina.	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula para evitar el deterioro.
			Válvula de entrada de producto	V03	Regular la entrada del producto a una velocidad de 100 Lt/h.	Velocidad de ingreso del producto superior a 100 Lt/h.	Exceso de fuerza, produce el deterioro del componente.	No controlar el ingreso de adecuado del producto a la máquina.	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula para evitar el deterioro.
			Probeta de nivel	P01	Medir el nivel del producto dentro del valor mínimo y máximo respectivamente.	Medir nivel fuera de los parámetros necesarios.	Exceso de ingreso del producto.	Falta de control sobre la medición del producto.	4	8	4	128	Determinar el estado de la probeta para su respectivo cambio o mantenimiento.

Tabla 22. Análisis AMFE de MM-01.



		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
6	Marmita 1100L	MM-01	Válvula de descarga de producto	V01	Regular la descarga del producto de 1100 Lt/h.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	2	40	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de agua fría	V02	Regular la entrada de agua fría a la marmita, a una temperatura inferior a 10 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de agua fría.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de control de ingreso de agua a la marmita.	4	4	2	32	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de vapor	V03	Regular la entrada de vapor a la marmita, a una temperatura de 75 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de vapor.	Montaje y ajuste incorrecto.	Control inadecuado de entrada de vapor a la marmita.	3	3	2	18	Revisar estado de la válvula.
			Agitador	A01	Agitar el producto, con la adición del azúcar para la elaboración del yogurt.	Ineficiencia del diseño del componente produce rupturas.	Fatiga de resistencia.	Falta de agitación para elaborar el yogurt.	3	4	2	24	Comprobar estado del agitador, mediante pruebas de resistencias.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	7	5	140	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Tapas de marmita	TP01	Asegurar que exista la cocción del producto, por un tiempo de 1 h.	Deterioro de las tapas por exceso de calor.	Rupturas por estado inadecuado.	No permite una cocción segura del producto.	3	5	2	30	Revisar el estado de las tapas de la marmita.
			Interruptor de accionamiento	I01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	3	60	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.

Tabla 23. Análisis AMFE de MM-02.



		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
7	Marmita 1100L	MM-02	Válvula de descarga de producto	V01	Regular la descarga del producto de 1100 Lt/h.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	3	60	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de agua fría	V02	Regular la entrada de agua fría a la marmita, a una temperatura inferior a 10 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de agua fría.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de control de ingreso de agua a la marmita.	4	5	2	40	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de vapor	V03	Regular la entrada de vapor a la marmita, a una temperatura de 75 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de vapor.	Montaje y ajuste incorrecto.	Control inadecuado de entrada de vapor a la marmita.	3	4	2	24	Revisar estado de la válvula.
			Agitador	A01	Agitar el producto, con la adición del azúcar para la elaboración del yogurt.	Ineficiencia del diseño del componente produce rupturas.	Fatiga de resistencia.	Falta de agitación para elaborar el yogurt.	3	4	3	36	Comprobar estado del agitador, mediante pruebas de resistencias.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	8	5	160	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Tapas de marmita	TP01	Asegurar que exista la cocción del producto, por un tiempo de 1 h.	Deterioro de las tapas por exceso de calor.	Rupturas por estado inadecuado.	No permite una cocción segura del producto.	3	5	3	45	Revisar el estado de las tapas de la marmita.
			Interruptor de accionamiento	I01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	6	5	120	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.

Tabla 24. Análisis AMFE de MM-03.



		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
8	Marmita 1100L	MM-03	Válvula de descarga de producto	V01	Regular la descarga del producto de 1100 Lt/h.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	4	80	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de agua fría	V02	Regular la entrada de agua fría a la marmita, a una temperatura inferior a 10 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de agua fría.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de control de ingreso de agua a la marmita.	4	5	3	60	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de vapor	V03	Regular la entrada de vapor a la marmita, a una temperatura de 75 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de vapor.	Montaje y ajuste incorrecto.	Control inadecuado de entrada de vapor a la marmita.	3	4	5	60	Revisar estado de la válvula.
			Agitador	A01	Agitar el producto, con la adición del azúcar para la elaboración del yogurt.	Ineficiencia del diseño del componente produce rupturas.	Fatiga de resistencia.	Falta de agitación para elaborar el yogurt.	3	6	3	54	Comprobar estado del agitador, mediante pruebas de resistencias.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	8	5	160	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Tapas de marmita	TP01	Asegurar que exista la cocción del producto, por un tiempo de 1 h.	Deterioro de las tapas por exceso de calor.	Rupturas por estado inadecuado.	No permite una cocción segura del producto.	3	5	2	30	Revisar el estado de las tapas de la marmita.
			Interruptor de accionamiento	I01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	1	20	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.

Tabla 25. Análisis AMFE de MM-04.



		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
9	Marmita 600L	MM-04	Válvula de descarga de producto	V01	Regular la descarga del producto de 600 Lt/h.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	4	80	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de agua fría	V02	Regular la entrada de agua fría a la marmita, a una temperatura inferior a 10 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de agua fría.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de control de ingreso de agua a la marmita.	4	5	3	60	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de entrada de vapor	V03	Regular la entrada de vapor a la marmita, a una temperatura de 75 °C.	Ineficiencia al regular la entrada de vapor.	Montaje y ajuste incorrecto.	Control inadecuado de entrada de vapor a la marmita.	3	4	3	36	Revisar estado de la válvula.
			Agitador	A01	Agitar el producto, con la adición del azúcar para la elaboración del yogurt.	Ineficiencia del diseño del componente produce rupturas.	Fatiga de resistencia.	Falta de agitación para elaborar el yogurt.	3	4	3	36	Comprobar estado del agitador, mediante pruebas de resistencias.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	8	5	160	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Tapa de marmita	TP01	Asegurar que exista la cocción del producto, por un tiempo de 1 h.	Deterioro de las tapas por exceso de calor.	Rupturas por estado inadecuado.	No permite una cocción segura del producto.	3	5	3	45	Revisar el estado de las tapas de la marmita.
			Interruptor de accionamiento	I01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	4	80	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.

Tabla 26. Análisis AMFE de MECH-01-02-03.







		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
10	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-01	Tanque de almacenamiento de producto	T01	Permite el almacenamiento del producto proveniente del área de enfriado una vez el yogurt elaborado.	Deterioro del tanque.	Agentes contaminantes como polvo, residuos entre otros.	El producto no se encuentra en condiciones adecuadas, por estado del tanque.	4	5	4	80	Realizar limpieza del tanque, de forma diaria para evitar residuos del producto tratado.
			Válvula de salida de producto	V01	Regular la salida del producto para el debido envase en los recipientes de 100 g hasta 4000 g.	Deterioro inapropiado manejo de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.	Fugas de producto, por desgaste de la válvula.	4	8	4	128	Revisar el estado de la válvula para cambiar o dar mantenimiento.
11	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-02	Tanque de almacenamiento de producto	T01	Permite el almacenamiento del producto proveniente del área de enfriado una vez el yogurt elaborado.	Deterioro del tanque.	Agentes contaminantes como polvo, residuos entre otros.	El producto no se encuentra en condiciones adecuadas, por estado del tanque.	4	5	4	80	Realizar limpieza del tanque, de forma diaria para evitar residuos del producto tratado.
			Válvula de salida de producto	V01	Regular la salida del producto para el debido envase en los recipientes de 100 g hasta 4000 g.	Deterioro inapropiado manejo de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.	Fugas de producto, por desgaste de la válvula.	3	8	5	120	Revisar el estado de la válvula para cambiar o dar mantenimiento.
12	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-03	Tanque de almacenamiento de producto	T01	Permite el almacenamiento del producto proveniente del área de enfriado una vez el yogurt elaborado.	Deterioro del tanque.	Agentes contaminantes como polvo, residuos entre otros.	El producto no se encuentra en condiciones adecuadas, por estado del tanque.	4	5	4	80	Realizar limpieza del tanque, de forma diaria para evitar residuos del producto tratado.
			Válvula de salida de producto	V01	Regular la salida del producto para el debido envase en los recipientes de 100 g hasta 4000 g.	Deterioro inapropiado manejo de la válvula.	Agentes contaminantes como polvo, residuos entre otros.	El producto no se encuentra en condiciones adecuadas, por estado del tanque.	3	7	5	105	Revisar el estado de la válvula para cambiar o dar mantenimiento.

Tabla 27. Análisis AMFE de MEY-01.

		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial												
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción												
Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023								
Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023								
Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.								
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción	
									F	G	D	IPR		
13	Enfundadora de yogurt de funda	MEY-01	Selladora horizontal	SH01	Sellar la envoltura de forma horizontal, a una temperatura de 226 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	de	Quemaduras en la envoltura por exceso de calor.	4	8	5	160	Cambiar el teflón de goma, cada 2 semanas.
			Selladora vertical	SV01	Sellar la envoltura de forma vertical, a una temperatura de 168 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	de	Falta de resistencia en la envoltura, produce fugas del producto.	5	9	3	135	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.		Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	3	60	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.
			Tanque de almacenamiento de producto	T01	Almacenar el producto a una temperatura de 15 °C, con una capacidad 200 l.	Fugas de producto, por mal estado de la manguera.	Descuido del operador en cuidado de la manguera.		Desperdicio de producto.	3	4	2	24	Revisar el estado de los elementos del tanque de almacenamiento.
			Válvula reguladora de producto	V01	Regular la entrada de producto, para el llenado de las envolturas del producto de 50 g a 100 g.	Deterioro de llave de la válvula, por la abertura y cierre de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.		Falta de regulación de entrada de producto.	2	4	2	16	Revisar el estado de la válvula.
			Árbol de levas	AL01	Abrir y cerrar las válvulas de admisión, mediante el control de fuerza de movimiento del motor reductor.	Desgaste de los dientes de las levas por exceso de velocidad del movimiento del motor.	Fatiga de resistencia.	de	Falta de movimiento produce fuerza al realizar sus funciones.	3	7	4	84	Lubricar el árbol de levas mediante aceite industrial apropiado.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.		Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	5	3	60	Realizar mantenimiento al motor con la respectiva limpieza.
			Transmisión de cadena 1	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Sobrecalentamiento de motor, produce exceso movimiento en la cadena.	Ruptura de cadena.		Inexistencia de transmisión de movimiento.	4	7	4	112	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.



			Transmisión de cadena 2	TCA02	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Sobrecalentamiento de motor, produce exceso movimiento en la cadena.	Ruptura de cadena.	Inexistencia de transmisión movimiento.	de de	4	8	4	128	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
			Transmisión de cadena 3	TCA03	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Sobrecalentamiento de motor, produce exceso movimiento en la cadena.	Ruptura de cadena.	Inexistencia de transmisión movimiento.	de de	4	7	5	140	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
			Rodillos en envoltura	R01	Desplazar la envoltura plástica, para el respectivo sellado tanto vertical como horizontal.	Deterioro de rodillos, movimientos forzados.	Ajuste incorrecto.	Atrapamiento de las fundas de envoltura.		4	5	3	60	Ajustar rodillos en posición correcta, para el desplazamiento apropiado.

Tabla 28. Análisis AMFE de MEY-02.

		 Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial												
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción												
		Realizado:	Investigador	Data de Elab.:		12/5/2023								
		Revisado:	Ing. Urrutia F.	Data de Rev.:		12/06/2023								
		Aprobado:	Sra. Elvia V.	Tutor.:		Ing. Urrutia F.								
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción	
									F	G	D	IPR		
			Árbol de levas	AL01	Permite la abertura y cierre de las válvulas de admisión del equipo para el control de fuerza en el movimiento del motor reductor.	Exceso de lubricación.	Obstrucción de movimiento, por acumulación de la grasa de lubricar.	Impedimento de movimiento en la máquina.	4	5	3	60	Determinar los límites de lubricación en el árbol de levas para evitar el exceso de grasa innecesaria.	
			Motor reductor	M01	Minimizar la velocidad de movimiento, en el sellado de las envolturas.	Ruidos anormales en el motor, por exceso de velocidad.	Sobrecalentamiento del motor.	Paros cortos del motor.	5	7	4	140	Revisar el estado del motor, con su respectivo mantenimiento.	
			Transmisión de cadena 1	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Lubricación escasa de la cadena.	Deterioro de la cadena, produce la ruptura.	Paro del movimiento de las selladoras.	4	8	3	96	Determinar estado de la cadena, para el respectivo cambio.	
			Tanque de almacenamiento de producto	T01	Almacenar el producto para su respectiva envoltura, con una capacidad de 200 l.	Manguera en mal estado produce fugas del producto.	Desgaste de la estructura de almacenamiento.	Producto en estado inadecuado para el consumo.	3	5	2	30	Limpiar el tanque de almacenamiento de forma diaria, para evitar oxidación.	
			Válvula descarga de producto	V01	Regular la salida del producto del tanque	Desgaste del eje de accionamiento de	Ajuste incorrecto.	Falta de seguridad en el manejo del	3	4	2	24	Revisar el estado de la válvula.	

14	Enfundadora de yogurt de palillo	MEY-02			de almacenamiento a la enfundadora.	la válvula.		producto.						
			Válvula reguladora de producto	V02	Regular la entrada de producto, para el llenado de las envolturas del producto de 50 ml a 75 ml.	Deterioro de llave de la válvula, por la abertura y cierre de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de regulación de entrada de producto.	2	4	2	16	Revisar el estado de la válvula.	
			Selladora horizontal	SH01	Sellar la envoltura de forma horizontal, a una temperatura de 226 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	de Quemaduras en la envoltura por exceso de calor.	4	8	4	128	Asegurar la goma de la selladora, para evitar errores en el sellado.	
			Selladora vertical	SV01	Sellar la envoltura de forma vertical, a una temperatura de 168 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	de Falta de resistencia en la envoltura, produce fugas del producto.	5	9	4	180	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.	
			Fechadora	F01	Colocar las fechas de elaboración como de vencimiento del producto.	Montaje inadecuado de la banda plástica.	Ajuste incorrecto.	Producto sin fecha para asegurar la calidad.	4	8	4	128	Cambiar los rollos de tinta, asegurando su respectivo desgaste.	
			Rodillos de envoltura	R01	Desplazar la envoltura plástica, para el respectivo sellado tanto vertical como horizontal.	Deterioro de rodillos, por movimientos forzados.	Ajuste incorrecto.	Atrapamiento de las fundas de envoltura.	4	5	2	40	Ajustar rodillos en posición correcta, para el desplazamiento apropiado.	
			Bomba de producto	B01	Bombear el producto por el equipo, luego de la abertura de la válvula, para el respectivo sellado de las envolturas.	Falta de fuerza por mala conexión de la bomba.	Sobrecarga del rotor.	Deterioro del motor por exceso de temperatura de funcionamiento.	3	5	5	75	Revisar el estado del rotor de la bomba.	
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	4	5	2	40	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.	

Tabla 29. Análisis AMFE de MS-01.

		 <p style="text-align: center;">Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial</p>											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
		Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023					
		Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023					
		Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
15	Selladora de yogurt de cereal	MS-01	Cilindros de posicionamiento del producto	CL01	Posicionar el producto en posición para su respectiva salida.	Desgaste de vástago.	Inadecuado filtrado de aire.	Corrosión del cilindro.	4	6	2	48	Controlar el ingreso de aire comprimido al cilindro.
			Cilindros de almacenamiento del producto	CL02	Almacenar el producto para transportarlo hacia la bomba de salida de producto.	Desgaste del eje.	Deterioro de la cámara de distribución de aire.	Incumplimiento de las funciones del cilindro.	3	5	3	45	Determinar la durabilidad del cilindro, en base al mantenimiento.
			Cilindro de paso de producto	CL03	Activar la bomba para el ingreso del producto en los envases.	Falta de lubricación.	Impurezas por aire comprimido.	Disminución de la durabilidad del cilindro.	2	4	3	24	Realizar la limpieza de las partes del cilindro para la eliminación de impurezas.
			Cilindro de empuja de sellado	CL04	Empujar los envases a su respectivo sellado a una temperatura 260 °C.	Parámetro de temperatura superior a 280 °C.	Deterioro de la unidad de mantenimiento.	Minimización de la entrada y salida de aire comprimido al filtro.	3	5	2	30	Realizar el mantenimiento a la unidad de aire comprimido del cilindro.
			Cilindro de succión de envases	CL05	Succionar los envases sellados hacia la banda transportadora.	Falta de aire comprimido en los parámetros establecidos.	Desgaste de las gomas de succión.	Falta de estabilidad de succión de envases.	2	4	3	24	Establecer el estado de las gomas de succión para su respectivo uso o cambio.
			Bombas de producto	B01	Suministrar el producto a los envases.	Obstrucción en la ventilación de la bomba.	Impurezas por agentes como polvo, pelusas o partículas pequeñas.	Inadecuado funcionamiento de la bomba.	3	8	5	120	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.
			Tanque de almacenamiento de producto	T01	Almacenar el producto a una temperatura de 15 °C, con una capacidad 50 l.	Fugas de producto, por mal estado de la manguera.	Descuido del operador en cuidado de la manguera.	Desperdicio de producto.	3	4	3	36	Revisar el estado de los elementos del tanque de almacenamiento.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	3	6	2	36	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.
			Selladora de envases	SE01	Sellar los envases a una temperatura de 280 °C.	Deficiencia de las placas de sellado.	Exceso de temperatura, deterioro las placas.	Mal sellado de los envases.	4	8	4	128	Revisar el estado de placas de sellado, para su respectivo cambio.

			Banda transportadora	BT01	Trasladar el producto terminado a la bandeja de salida.	Desgaste del sistema transmisión de cadena.	Desprendimiento de la cadena.	Mal funcionamiento de la banda.	3	4	2	24	Engrasar los elementos rodantes de la banda.
			Transmisión de cadena	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Lubricación escasa de la cadena.	Deterioro de la cadena, produce la ruptura.	Paro del movimiento de las selladoras.	4	7	3	84	Determinar estado de la cadena, para el respectivo cambio.
			Motor	M01	Transformar la energía eléctrica en mecánica.	Mala alimentación del motor.	Ruptura del bobinado.	Inadecuadas condiciones de funcionamiento.	3	6	3	54	Limpiar y lubricar el motor.
			Sensor para activación de selladora	S01	Detectar el posicionamiento del envase para el respectivo sellado a una temperatura de 280 °C.	Falta de calibración del sensor.	Exceso de calor por termocupla.	Error de detección de envases para sellado.	2	5	2	20	Calibrar el sensor con parámetros adecuados.
			Sensor para el paso de envases	S02	Detectar el paso de los envases hasta la etapa de llenado.	Falta de calibración del sensor.	Ubicación inapropiada del sensor.	Falta de control en la distancia de paso del producto.	3	4	3	36	Calibrar el sensor con parámetros adecuados.
			Termocupla	TE01	Transformar la energía térmica en una temperatura de energía cinética.	Detección de impurezas en el eje de temperatura.	Exceso de calor, deterioro de la termocupla.	Error de medición de temperatura.	3	5	2	30	Revisar el estado de la termocupla.
			Filtro y regulador de presión	FR01	Realizar la limpieza de impurezas mediante la entrada de regulación del aire comprimido.	Exceso de impurezas en el filtro.	Agentes contaminantes como polvo, residuos entre otros.	Inadecuada medición de presión.	3	4	2	24	Limpiar el filtro de aire para una correcta regulación de presión.

Tabla 30. Análisis AMFE de MS-02.



		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023							
Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023							
Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.							
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
16	Selladora de yogurt de cereal	MS-02	Filtro y regulador de presión	FR01	Eliminar todo aquello suciedad, impurezas o impurezas que se encuentran presentes en el aire.	Presiones altas producen el control de aire comprimido.	Exceso de impurezas en el aire.	Deterioro de componentes.	4	5	3	60	Controlar la presión máxima en el ingreso del filtro.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	3	6	3	54	Ajustas contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.
			Cilindro de empuja de sellado	CL01	Empujar las placas de sellado hacia el envase a una temperatura de 230 °C.	Desgaste de vástago.	Impurezas de aire comprimido.	Inadecuado funcionamiento del cilindro.	2	4	2	16	Realizar mantenimiento al cilindro de empuje.
			Selladora de envases	SE01	Sellar los envases a una presión de 60 Psi.	Exceso de temperatura superior 230 °C.	Deterioro de las placas de la selladora.	Incorrecto sellado de envases.	4	8	4	128	Determinar estado de las placas de sellado, para su respectiva limpieza.
			Termocupla	TE01	Transformar la energía térmica en una temperatura de energía cinética.	Desgaste de la punta caliente.	Exceso de temperatura.	Falta de control de la medición de temperatura.	3	4	2	24	Evaluar el estado de la termocupla para su respectivo cambio.

Tabla 31. Análisis AMFE de MFE-01.







		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023							
Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023							
Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.							
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
17	Fechadora	MFE-01	Interruptor de accionamiento	I01	Manipular el funcionamiento de los componentes del equipo.	Desgaste del resorte interno.	Quemadura interna de los cables.	Falta de contacto en para accionamiento.	3	5	2	30	Revisar el estado del interruptor.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	6	3	72	Realizar mantenimiento al motor con la respectiva limpieza.
			Transmisión de cadena	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Lubricación escasa de la cadena.	Deterioro de la cadena, produce la ruptura.	Paro del movimiento de las selladoras.	4	8	4	128	Determinar estado de la cadena, para el respectivo cambio.
			Sensor de proximidad para fechado	S01	Detectar el envase para la colocación del tamaño de lote, fecha de elaboración y de vencimiento.	Falta de calibración del sensor.	Rango inadecuado del sensor.	Falta de detección en los envases.	3	5	2	30	Calibrar el sensor de acuerdo a la distancia de los envases.
			Banda transportadora	BT01	Trasladar el producto terminado a la bandeja de salida.	Desgaste del sistema transmisión de cadena.	Desprendimiento de la cadena.	Mal funcionamiento de la banda.	2	4	2	16	Engrasar los elementos rodantes de la banda.
			Pantalla de control	PC01	Configurar las fechas, como la cantidad de tinta para fechado.	Desgaste del táctil.	Exceso de humedad en el manejo de la pantalla.	Falta de comunicación en el sellado.	3	5	2	30	Manejar la pantalla con el cuidado respectivo libre de humedad.

Tabla 32. Análisis AMFE de MER-01.

		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
Realizado:		Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023							
Revisado:		Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023							
Aprobado:		Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.							
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
18	Enfundadora de refresco de cola	MER-01	Tanque de almacenamiento de producto	T01	Almacenar el refresco a una temperatura de conservación de 10 °C.	Fugas de producto, por mal estado de la manguera.	Ajuste inadecuado de la manguera.	Desperdicio del refresco.	3	4	2	24	Ajustar la manguera del tanque de almacenamiento.
			Manómetro de presión del tanque	MA01	Medir la presión de ingreso de refresco al tanque de almacenamiento.	Exceso de presión de ingreso del refresco.	Picos de pulsación.	Lecturas imprecisas de la presión.	2	4	3	24	Regular la cantidad de presión.
			Válvula de descarga de producto	V01	Regular la descarga del producto de 200 Lt/h.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	3	60	Revisar estado de la válvula.
			Válvula de reguladora de producto	V02	Regular la entrada de producto, para el llenado de las envolturas del producto de 50 ml a 100 ml.	Deterioro de llave de la válvula, por la abertura y cierre de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de regulación de entrada de producto.	2	4	2	16	Revisar el estado de la válvula.
			Árbol de levas	AL01	Permite la abertura y cierre de las válvulas de admisión del equipo para el control de fuerza en el movimiento del motor reductor.	Exceso de lubricación.	Obstrucción de movimiento, por acumulación de la grasa de lubricar.	Impedimento de movimiento en la máquina.	4	5	4	80	Determinar los límites de lubricación en el árbol de levas para evitar el exceso de grasa innecesaria.
			Motor reductor	M01	Reducir la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	7	3	84	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
			Transmisión de cadena	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Lubricación escasa de la cadena.	Deterioro de la cadena, produce la ruptura.	Paro del movimiento de las selladoras.	4	6	4	96	Determinar estado de la cadena, para el respectivo cambio.
			Selladora horizontal	SH01	Sellar la envoltura de forma horizontal, a una temperatura de 226 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	Quemaduras en la envoltura por exceso de calor.	4	7	4	112	Asegurar la goma de la selladora, para evitar errores en el sellado.

			Selladora vertical	SV01	Sellar la envoltura de forma vertical, a una temperatura de 168 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	Falta de resistencia en la envoltura, produce fugas del producto.	5	7	4	140	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.
			Rodillos de envoltura	R01	Desplazar la envoltura plástica, para el respectivo sellado tanto vertical como horizontal.	Deterioro de rodillos, movimientos forzados.	Ajuste incorrecto.	Atrapamiento de las fundas de envoltura.	4	5	2	40	Ajustar rodillos en posición correcta, para el desplazamiento apropiado.
			Fechadora	F01	Colocar las fechas de elaboración como de vencimiento del producto.	Montaje inadecuado de la banda plástica.	Ajuste incorrecto.	Producto sin fecha para asegurar la calidad.	4	7	4	112	Cambiar los rollos de tinta, asegurando su respectivo desgaste.
			Bomba de producto	B01	Suministrar el refresco a las envolturas.	Obstrucción en la ventilación de la bomba.	Impurezas por agentes como polvo, pelusas o partículas pequeñas.	Inadecuado funcionamiento de la bomba.	3	7	4	84	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	3	6	3	54	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.



Tabla 33. Análisis AMFE de MER-02.

	Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial												
	Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción												
	Realizado:	Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023					
	Revisado:	Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023					
Aprobado:	Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.						
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
19	Enfundadora de refresco naranjada	MER-02	Tanque de preparación de producto	T01	Preparar el refresco de acuerdo al tipo de sabor.	Agitador en mal funcionamiento.	Oxidación del tanque.	Contaminación del producto.	3	4	2	24	Limpiar el tanque de almacenamiento de forma diaria, para evitar oxidación.
			Válvula de descarga de producto	V01	Regular la descarga del producto de 200 Lt/h.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	2	40	Revisar estado de la válvula.
			Selladora horizontal	SH01	Sellar la envoltura de forma horizontal, a una temperatura de 226 °C.	Desgaste del teflón de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	Exceso de temperatura.	Quemaduras en la envoltura por exceso de calor.	4	7	4	112	Asegurar la goma de la selladora, para evitar errores en el sellado.
			Selladora vertical	SV01	Sellar la envoltura	Desgaste del teflón	Exceso de	Falta de resistencia en	5	7	4	140	Revisar el estado del teflón de

			de forma vertical, a una temperatura de 168 °C.	de goma, por contacto directo de las placas de sellado.	temperatura.	la envoltura, produce fugas del producto.								goma, para su respectivo cambio.
		Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento del equipo y sus componentes.	No existe el paso de corriente para el funcionamiento del equipo.	Deterioro de cables, no permite de la conmutación de trabajo.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	3	6	3	54			Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.
		Tanque de almacenamiento de producto	T02	Permite el almacenamiento del refresco.	Deterioro del tanque.	Agentes contaminantes como polvo, residuos entre otros.	El producto no se encuentra en condiciones adecuadas, por estado del tanque.	4	5	3	60			Realizar limpieza del tanque, de forma diaria para evitar residuos del producto tratado.
		Válvula regulada de producto	V02	Regular la entrada de producto, para el llenado de las envolturas del producto de 50 ml a 500 ml.	Deterioro de llave de la válvula, por la abertura y cierre de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de regulación de entrada de producto.	2	4	2	16			Revisar el estado de la válvula.
		Árbol de levas	AL01	Permite la abertura y cierre de las válvulas de admisión del equipo para el control de fuerza en el movimiento del motor reductor.	Exceso de lubricación.	Obstrucción de movimiento, por acumulación de la grasa de lubricar.	Impedimento de movimiento en la máquina.	4	5	3	60			Determinar los límites de lubricación en el árbol de levas para evitar el exceso de grasa innecesaria.
		Motor reductor	M01	Minimizar la velocidad de agitación del producto a una velocidad constante.	Velocidad alta, produce desgaste en los accesorios del motor.	Sobrecalentamiento del reductor de velocidad.	Deficiencia en el funcionamiento del equipo.	4	6	3	72			Realizar mantenimiento al motor con la respectiva limpieza.
		Transmisión de cadena 1	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Sobrecalentamiento de motor, produce exceso movimiento en la cadena.	Ruptura de cadena.	Inexistencia de transmisión movimiento.	4	8	4	128			Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
		Transmisión de cadena 2	TCA02	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Sobrecalentamiento de motor, produce exceso movimiento en la cadena.	Ruptura de cadena.	Inexistencia de transmisión movimiento.	4	7	4	112			Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
		Transmisión de cadena 3	TCA03	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Sobrecalentamiento de motor, produce exceso movimiento en la cadena.	Ruptura de cadena.	Inexistencia de transmisión movimiento.	3	7	5	105			Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
		Interruptor de accionamiento	I01	Manipular el funcionamiento de los componentes del equipo.	Desgaste del resorte interno.	Quemadura interna de los cables.	Falta de contacto en para accionamiento.	3	5	3	45			Revisar el estado del interruptor.
		Filtro y regulador de presión	FR01	Eliminar todo aquello suciedad, impurezas o impurezas que se	Presiones altas producen el control de aire comprimido.	Exceso de impurezas en el aire.	Deterioro de componentes.	4	5	4	80			Controlar la presión máxima en el ingreso del filtro.



				encuentran presentes en el aire.										
			Bomba de producto	B01	Suministrar el refresco a las envolturas.	Obstrucción en la ventilación de la bomba.	Impurezas por agentes como polvo, pelusas o partículas pequeñas.	Inadecuado funcionamiento de la bomba.	3	7	5	105	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.	
			Rodillos de envoltura	R01	Desplazar la envoltura plástica, para el respectivo sellado tanto vertical como horizontal.	Deterioro de rodillos, movimientos forzados.	Ajuste incorrecto.	Atrapamiento de las fundas de envoltura.	4	5	2	40	Ajustar rodillos en posición correcta, para el desplazamiento apropiado.	

Tabla 34. Análisis AMFE de C-01.

		 Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial												
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción												
		Realizado:	Investigador	Data de Elab.:		12/5/2023								
		Revisado:	Ing. Urrutia F.	Data de Rev.:		12/06/2023								
		Aprobado:	Sra. Elvia V.	Tutor.:		Ing. Urrutia F.								
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción	
									F	G	D	IPR		
20	Caldero 100	C-01	Columna de nivel	CN01	Medir el nivel de agua, de ingreso al caldero mediante la abertura de la válvula reguladora.	Fugas de agua, por exceso de presión.	Picos de presión de agua.	Falta de control de medición de ingreso al agua al caldero.	2	4	3	24	Determinar los índices de nivel de ingreso de agua al caldero.	
			Presostato	P01	Verificar el nivel de presión máxima del caldero.	Avería en el controlador del presostato.	Montaje inadecuado en el equipo.	Fugas en la tubería principal de ingreso de vapor.	2	5	2	20	Adecuar el presostato en una posición correcta en el caldero.	
			Manómetro de vapor del caldero	MA01	Medir la presión de vapor del caldero máxima de 100 Psi.	Exceso de vapor, produce el deterioro de la aguja de medición.	Uso excesivo de medición de vapor.	Lecturas erróneas de vapor del caldero.	3	4	2	24	Revisar el estado del manómetro de vapor.	
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento de los indicadores, alarma, interruptores, para el funcionamiento automático del caldero.	Control automático deficiente.	Deterioro de componentes del caldero.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	3	6	3	54	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.	
			Válvula de seguridad	V01	Asegurar la seguridad del caldero con la presión de diseño.	Exceso de presión de vapor en el caldero.	Ajuste inadecuado de la válvula de seguridad.	Falta de fiabilidad en la seguridad en el equipo.	3	6	2	36	Ajustar la válvula de seguridad, para garantías de seguridad a los trabajadores.	
			Válvula de purga 1	V02	Drenar el vapor de	Desalineación del	Desgaste del	Dificultad al abrir y	4	5	2	40	Revisar estado de la válvula.	



			agua del caldero.	ajuste de la válvula.	componente por fuerza de manipulación.	por de cerrar la válvula.						
	Válvula de purga 2	V03	Drenar el combustible del caldero.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	3	60	Revisar estado de la válvula.	
	Motor quemador	M01	Transformar la energía eléctrica en mecánica para el funcionamiento del quemador.	Comprensión de fuerza deficiente.	Exceso de desequilibrio del eje del motor.	Falta de fuerza del eje del motor.	5	8	4	160	Revisar mensualmente el estado del motor quemador.	
	Quemador	Q01	Combinar el combustible con el aire, para la generación de una llama.	Sobrecarga del motor quemador.	Exceso de combustión del quemador.	Deficiencia en la mezcla de combustible con aire.	4	7	4	112	Realizar una calibración del quemador, mediante una limpieza y determinación de parámetros.	
	Bomba de agua	B01	Distribuir la cantidad de agua necesaria para el caldero.	Error de arranque de la bomba, por voltaje inadecuado.	Desgaste de sello de la bomba.	Falta de distribución de agua al caldero.	3	5	2	30	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.	
	Distribuidor del caldero	DC01	Distribuir la cantidad determinada de agua, vapor y combustible al caldero.	Mala distribución de los 3 elementos hacia al caldero.	Ruptura de tuberías por exceso de presión.	Derrames de producto, contamina el puesto de trabajo.	4	8	3	96	Asegurar el estado del distribuidor que no genere pérdidas de energía.	
	Depósito de agua	D01	Abastecer de agua al caldero, mediante la bomba de agua que se encarga de la distribución.	Desgaste de la estructura del depósito.	Deterioro del depósito por oxidación.	Fugas de agua.	3	6	2	36	Limpieza del depósito para evitar la oxidación.	
	Depósito de combustible	D02	Abastecer de combustible al caldero, para que el quemador cumple con sus funciones.	Desgaste de la estructura del depósito.	Deterioro del depósito por oxidación.	Fugas de combustible.	4	7	4	112	Limpieza del depósito para evitar la oxidación.	

Tabla 35. Análisis AMFE de C-02.

		 Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial											
		Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción											
		Realizado:	Investigador		Data de Elab.:		12/5/2023						
		Revisado:	Ing. Urrutia F.		Data de Rev.:		12/06/2023						
		Aprobado:	Sra. Elvia V.		Tutor.:		Ing. Urrutia F.						
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción
									F	G	D	IPR	
21	Caldero 60	C-02	Columna de nivel	CN01	Medir el nivel de agua, de ingreso al caldero mediante la abertura de la válvula reguladora.	Fugas de agua, por exceso de presión.	Picos de presión de agua.	Falta de control de medición de ingreso al agua al caldero.	2	4	3	24	Determinar los índices de nivel de ingreso de agua al caldero.
			Presostato	P01	Verificar el nivel de presión máxima del caldero.	Avería en el controlador del presostato.	Montaje inadecuado en el equipo.	Fugas en la tubería principal de ingreso de vapor.	2	5	2	20	Adecuar el presostato en una posición correcta en el caldero.
			Manómetro de vapor del caldero	MA01	Medir la presión de vapor del caldero máxima de 60 Psi.	Exceso de vapor, produce el deterioro de la aguja de medición.	Uso excesivo de medición de vapor.	Lecturas erróneas de vapor del caldero.	3	4	2	24	Revisar el estado del manómetro de vapor.
			Tablero de control	TC01	Controlar el funcionamiento de los indicadores, alarma, interruptores, para el funcionamiento automático del caldero.	Control automático deficiente.	Deterioro de componentes del caldero.	Cortes de energía, que provocan daños en el equipo.	3	6	3	54	Ajustar contactores, cambiar cables deteriorados por el tiempo de uso y revisión constantes del estado de los elementos.
			Válvula de seguridad	V01	Asegurar la seguridad del caldero con la presión de diseño.	Exceso de presión de vapor en el caldero.	Ajuste inadecuado de la válvula de seguridad.	Falta de fiabilidad en la seguridad en el equipo.	3	6	2	36	Ajustar la válvula de seguridad, para garantías de seguridad a los trabajadores.
			Válvula de purga	V02	Drenar el vapor de agua del caldero.	Desalineación del ajuste de la válvula.	Desgaste del componente por fuerza de manipulación.	Dificultad al abrir y cerrar la válvula.	4	5	2	40	Revisar estado de la válvula.
			Motor quemador	M01	Transformar la energía eléctrica en mecánica para el funcionamiento del quemador.	Compresión de fuerza deficiente.	Exceso de desequilibrio del eje del motor.	Falta de fuerza del eje del motor.	4	8	4	128	Revisar mensualmente el estado del motor quemador.
			Quemador	Q01	Combinar el combustible con el aire, para la generación de una llama.	Sobrecarga del motor quemador.	Exceso de combustión del quemador.	Deficiencia en la mezcla de combustible con aire.	4	9	4	144	Realizar una calibración del quemador, mediante una limpieza y determinación de parámetros.

			Bomba de agua	B01	Distribuir la cantidad de agua necesaria para el caldero.	Error de arranque de la bomba, por voltaje inadecuado.	Desgaste de sello de la bomba.	Falta de distribución de agua al caldero.	3	5	2	30	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.
			Depósito de agua	D01	Abastecer de agua al caldero, mediante la bomba de agua que se encarga de la distribución.	Desgaste de la estructura del depósito.	Deterioro del depósito por oxidación.	Fugas de agua.	3	6	2	36	Limpiar el depósito para evitar la oxidación.
			Depósito de combustible	D02	Abastecer de combustible al caldero, para que el quemador cumple con sus funciones.	Desgaste de la estructura del depósito.	Deterioro del depósito por oxidación.	Fugas de combustible.	4	7	4	112	Limpiar el depósito para evitar la oxidación.

Tabla 36. Análisis AMFE de CA-01.

 <div style="text-align: center;"> Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial </div>																	
Análisis AMFE de la maquinaria de la línea de producción																	
Realizado:		Investigador			Data de Elab.:			12/5/2023									
Revisado:		Ing. Urrutia F.			Data de Rev.:			12/06/2023									
Aprobado:		Sra. Elvia V.			Tutor.:			Ing. Urrutia F.									
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Función	Fallo	Causa	Efecto	Evaluación				Acción				
									F	G	D	IPR					
22	Compresor de aire	CA-01	Transmisión de cadena	TCA01	Transmitir movimiento por medio de los dientes de la cadena.	Exceso de movimiento por la potencia de motor.	Ruptura de cadena.	Falta de movimiento para generación de aire.	4	6	3	72	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.				
			Motor	M01	Determinar el giro de la bomba, para que se comprima el aire dentro del depósito, potencia 5 HP.	Obstrucción de combustible.	Sobrecalentamiento del motor.	Falta de fuerza del eje del motor.	4	7	4	112	Revisar cada parte del motor para localizar la falla para mantenimiento.				
			Válvula de descarga de aire	V01	Regular la descarga de aire comprimido hacia el área de trabajo a 14 cfm.	Deterioro de llave de la válvula, por la abertura y cierre de la válvula.	Montaje y ajuste incorrecto.	Falta de ajuste al cierre de la válvula.	3	6	3	54	Revisar el estado de la válvula.				
			Manómetro de presión	MA01	Medir la presión de aire comprimido.	Desgaste de la aguja de medición.	Picos de pulsación.	Lecturas erróneas de la presión de aire.	4	7	2	56	Calibrar el manómetro.				
			Depósito de aire	D01	Almacenar el aire comprimido generado por la bomba con el movimiento del motor a una capacidad de 80 gal.	Monitoreo inadecuado de aire al depósito.	Deterioro del depósito de aire.	Fugas de aire del depósito.	3	6	2	36	Analizar el estado actual del depósito para la realización del mantenimiento.				
			Filtro de aire	F01	Limpiar el	Presiones altas	Exceso de	Exceso de ruido	4	7	4	112	Controlar la generación de				

Análisis de los componentes más proclives a sufrir fallos en la maquinaria de la línea de producción

Los componentes más propensos a sufrir fallos dentro de la maquinaria de la línea de producción, se describen a continuación mediante la Figura 20 hasta la Figura 39 de acuerdo al IPR generado en la matriz de AMFE, se obtuvo un análisis por máquinas de manera general.

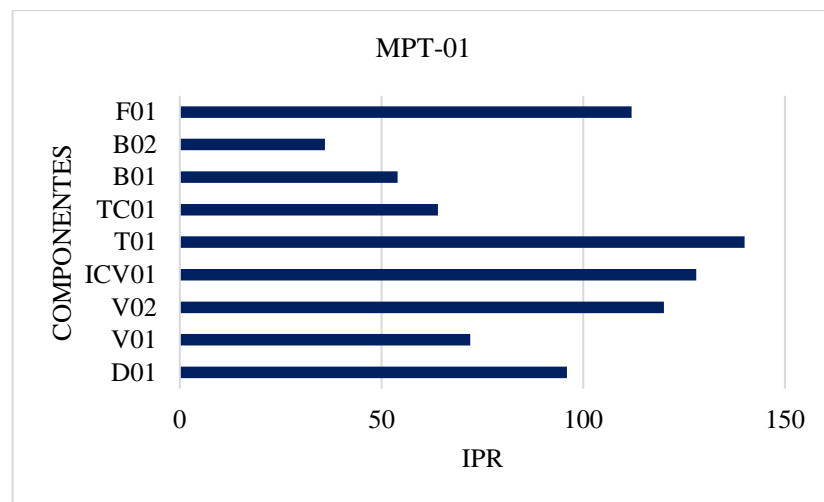


Figura 20. Componentes críticos de MPT-01.

En la Figura 19, se describen los componentes de la MPT-01, en donde los más proclives a sufrir fallos fueron F01, T01, ICV01, V02 los mismo por su índice de prioridad alto se debe realizar las actividades de mantenimiento necesarias para controlar las fallas que pueden producir daños en la máquina a futuro.

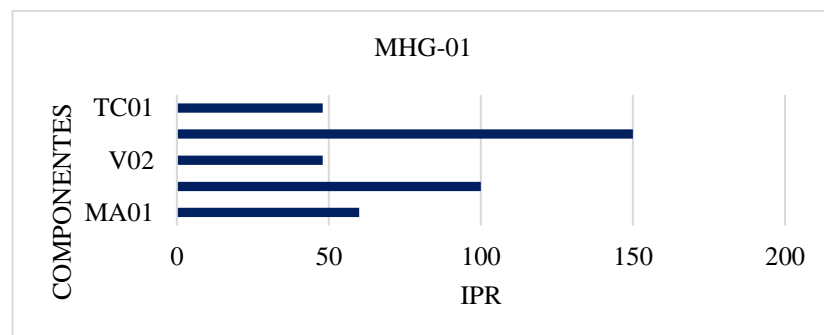


Figura 21. Componentes críticos de MHG-01.

En la Figura 20, se describen los componentes de la MHG-01, la misma de acuerdo al índice de prioridad los componentes con valores altos, viene hacer el componente

GB01, en donde se debe tomar las medidas de mantenimiento adecuadas en el componente.

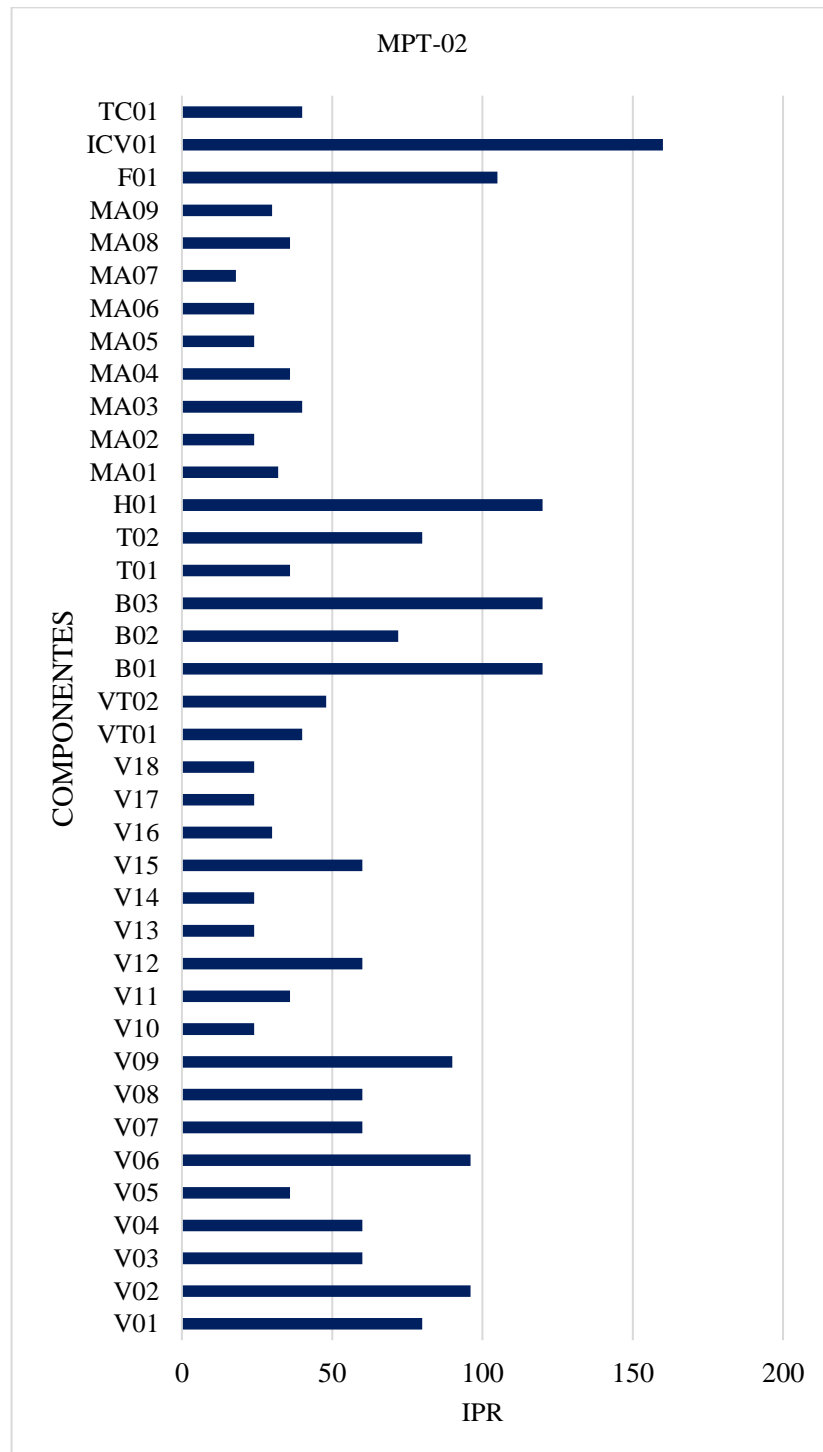


Figura 22. Componentes críticos MPT-02.

En la Figura 21, se describen los componentes de la MPT-02, de acuerdo al IPR los valores más altos corresponden a IC01, F01, H01, B01, B03 de la máquina, en donde

se deben tomar acciones de mantenimiento necesarias para asegurar la vida útil tanto de los componentes como del equipo.

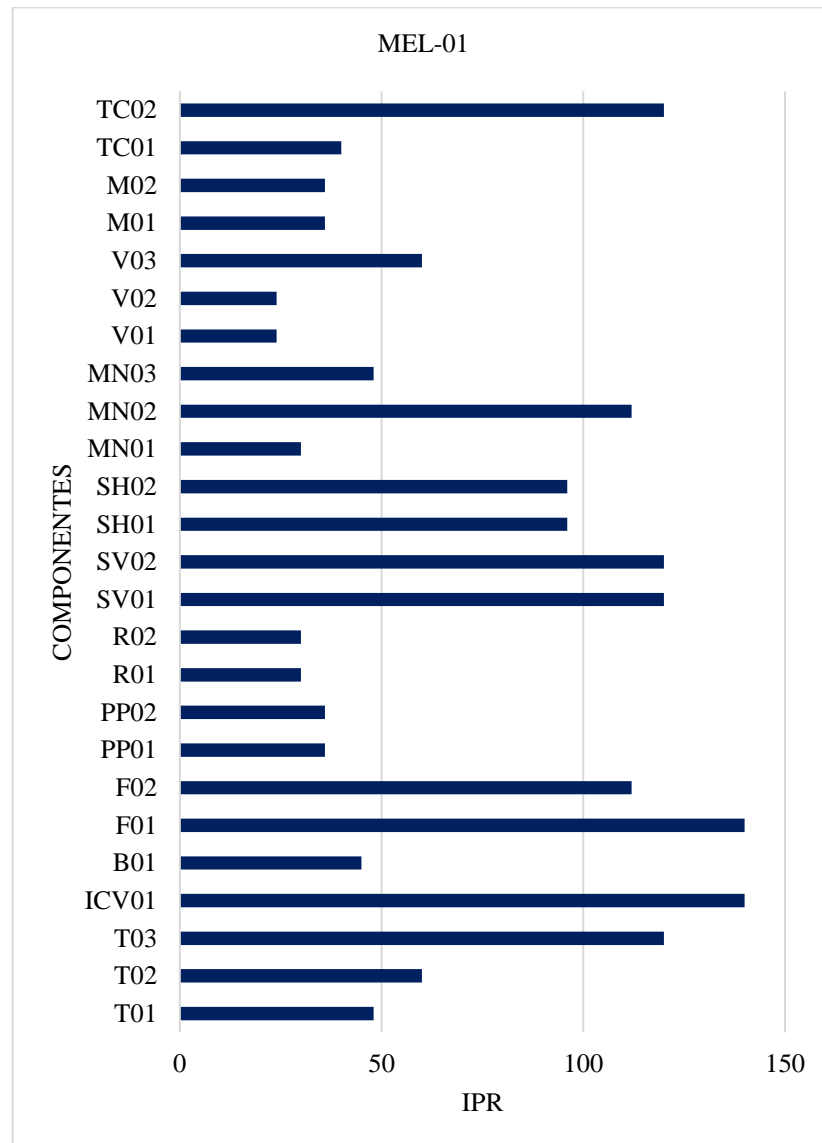


Figura 23. Componentes críticos de MEL-01.

En la Figura 22, se describe los componentes pertenecientes a la MEL-01, en donde de acuerdo a los valores obtenidos como los más altos en el IPR, los componentes críticos corresponden a TC03, ICV01, F01, F02, SV01, SV02, MN02, TC02 los cuales hay que aplicar las acciones de mantenimiento necesarias para asegurar que garantice la fiabilidad de la máquina dentro de la línea de producción.

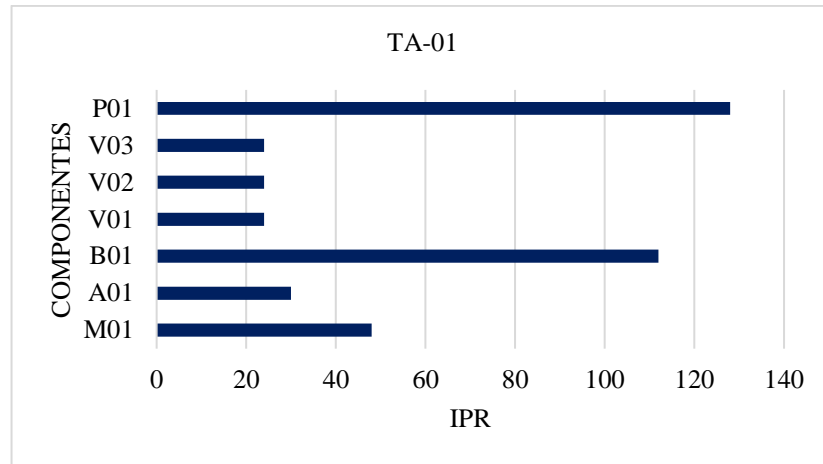


Figura 24. Componentes críticos de TA-01.

En la Figura 23, se describen los componentes de la TA-01, en donde los más proclives a sufrir fallos fueron P01 y B01 los mismo por su índice de prioridad alto se debe realizar las actividades de mantenimiento necesarias para controlar las fallas que pueden producir daños en el equipo a futuro.

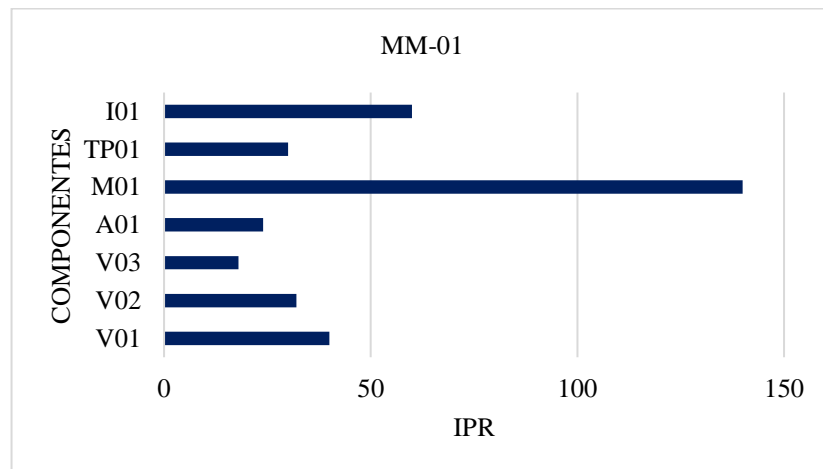


Figura 25. Componentes críticos de MM-01.

En la Figura 24, se describen los componentes de la MM-01, la misma de acuerdo al índice de prioridad con valores altos, viene hacer el componente M01, en donde se debe tomar las medidas de mantenimiento adecuadas en el componente.

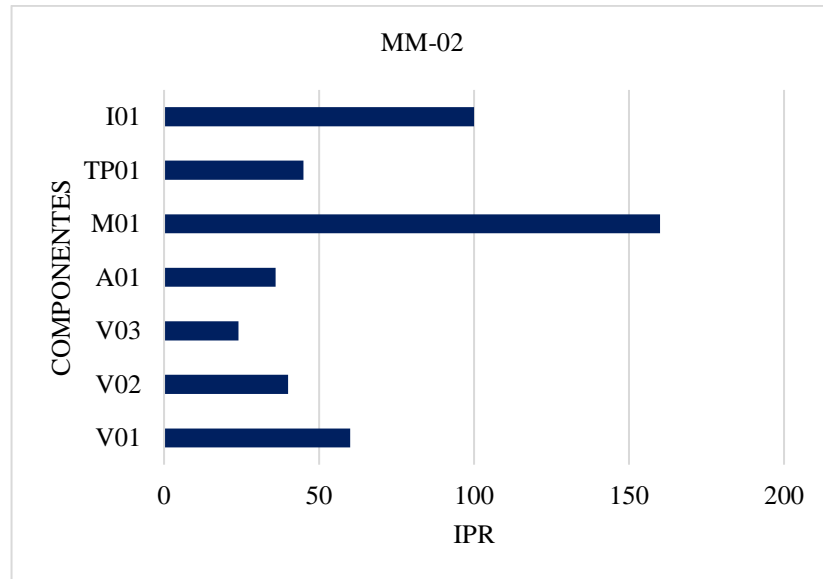


Figura 26. Componentes críticos de MM-02.

En la Figura 25, se describen aquellos componentes que forman parte de MM-02, donde de acuerdo a los datos obtenidos para el cálculo del IPR, los componentes más críticos de acuerdo al valor alto fue M01, en donde hay que aplicar las acciones de mantenimiento necesario para asegurar la vida útil de la máquina.

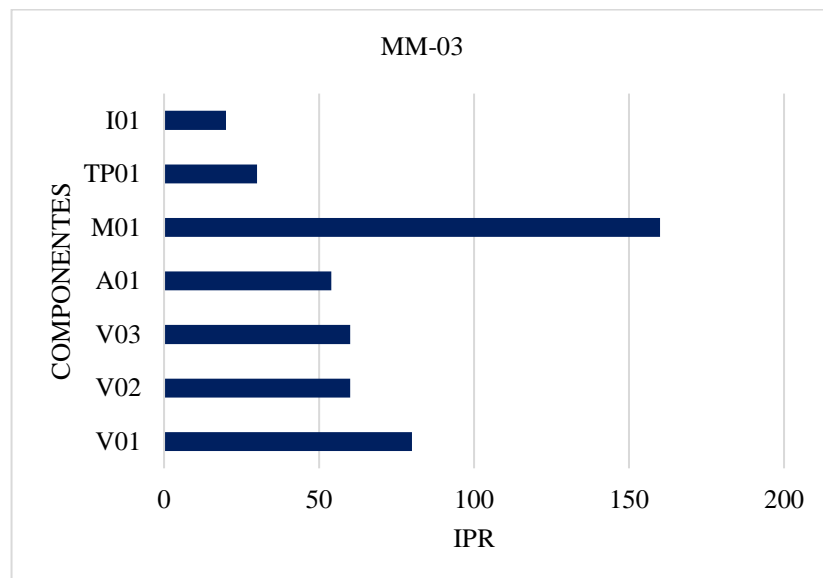


Figura 27. Componentes críticos de MM-03.

En la Figura 26, se describe los componentes pertenecientes a la MM-03, en donde de acuerdo a los valores obtenidos como los más altos en el IPR, los componentes críticos corresponden a M01 los cuales hay que aplicar las acciones de

mantenimiento necesarias para asegurar que garantice la fiabilidad de la máquina dentro de la línea de producción.

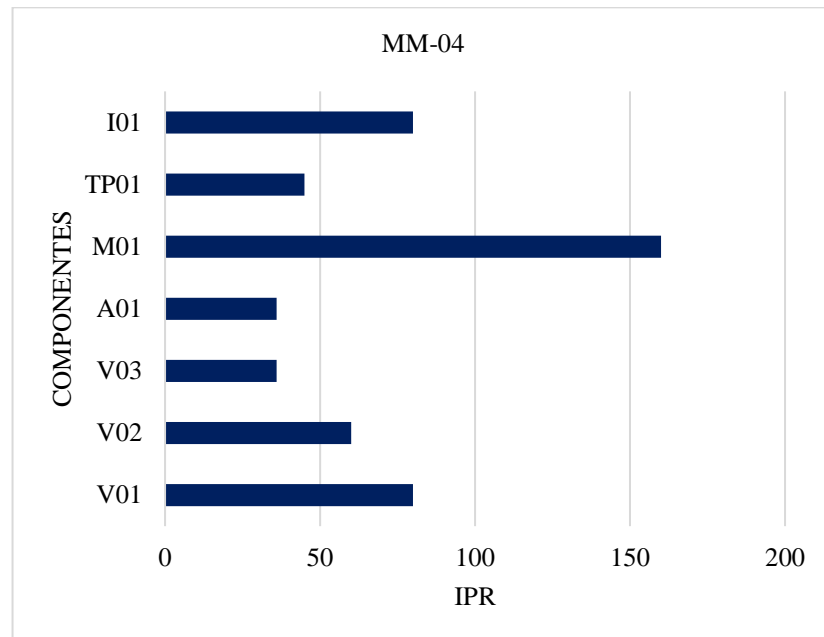


Figura 28. Componentes críticos de MM-04.

En la Figura 27, se describen los componentes de la MM-04, la misma de acuerdo al índice de prioridad los componentes con valores altos, viene hacer el componente M01, en donde se debe tomar las medidas de mantenimiento adecuadas en el componente.

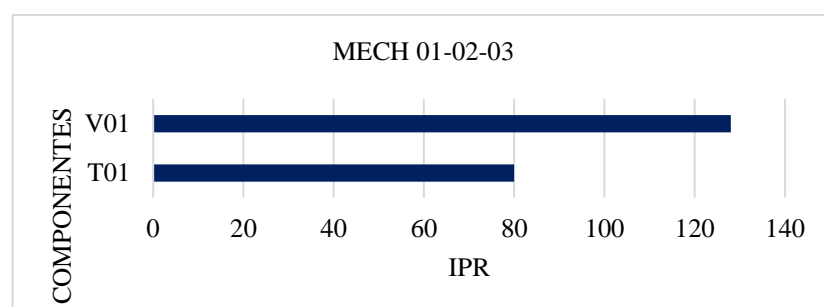


Figura 29. Componentes críticos de MECH 01-02-03.

En la Figura 28, se describen los componentes de la MECH-01-02-03, las mismas se hizo una evaluación general dando como resultados al índice de prioridad con valores altos, viene hacer el componente V01, en donde se debe tomar las medidas de mantenimiento adecuadas en el componente.

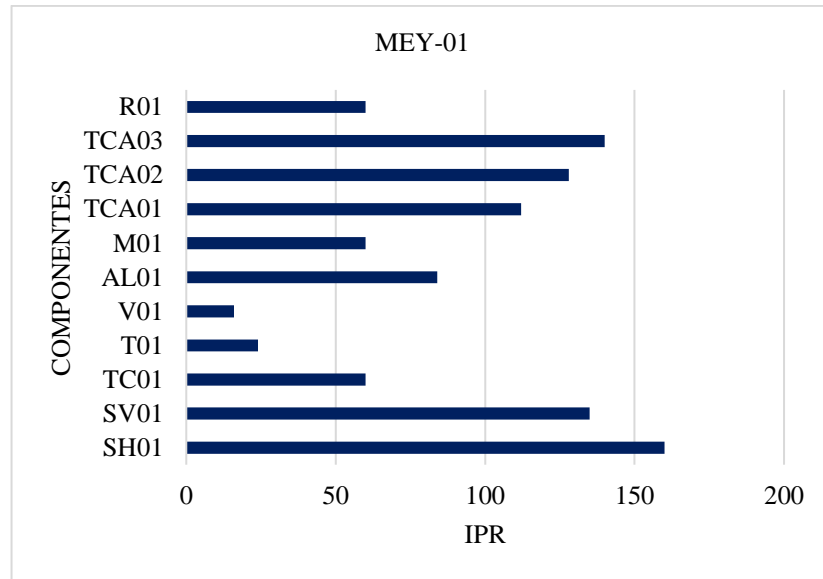


Figura 30. Componentes críticos de MEY-01.

En la Figura 29, se describen los componentes de la MEY-01, de acuerdo al IPR los valores más altos corresponden a TCA03, TCA02, TCA01, SV01, SH01 de la máquina, en donde se deben tomar acciones de mantenimiento necesarias para asegurar la vida útil tanto de los componentes como del equipo.

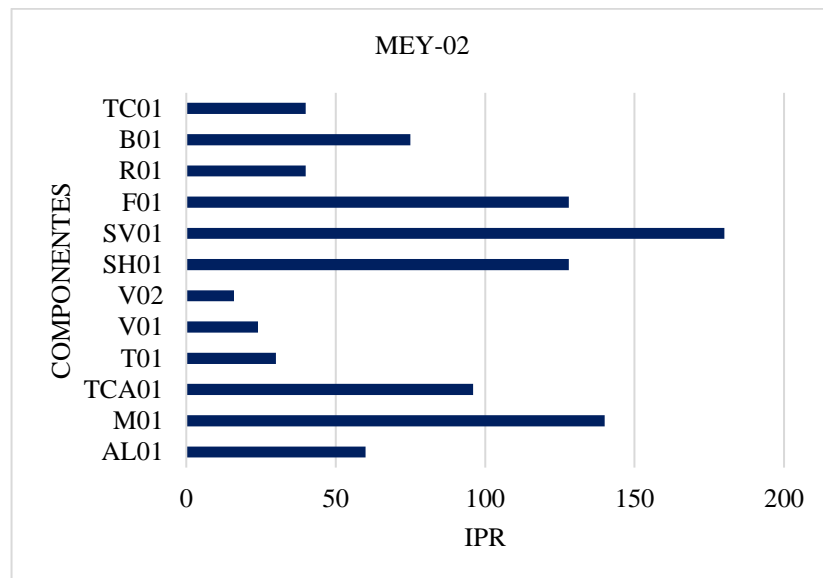


Figura 31. Componentes críticos de MEY-02.

En la Figura 30, se describen los componentes de la MEY-02, de acuerdo al IPR los valores más altos corresponden a F01, SV01, SH01, M01 de la máquina, en donde se deben tomar acciones de mantenimiento necesarias para asegurar la vida útil tanto de los componentes como del equipo.

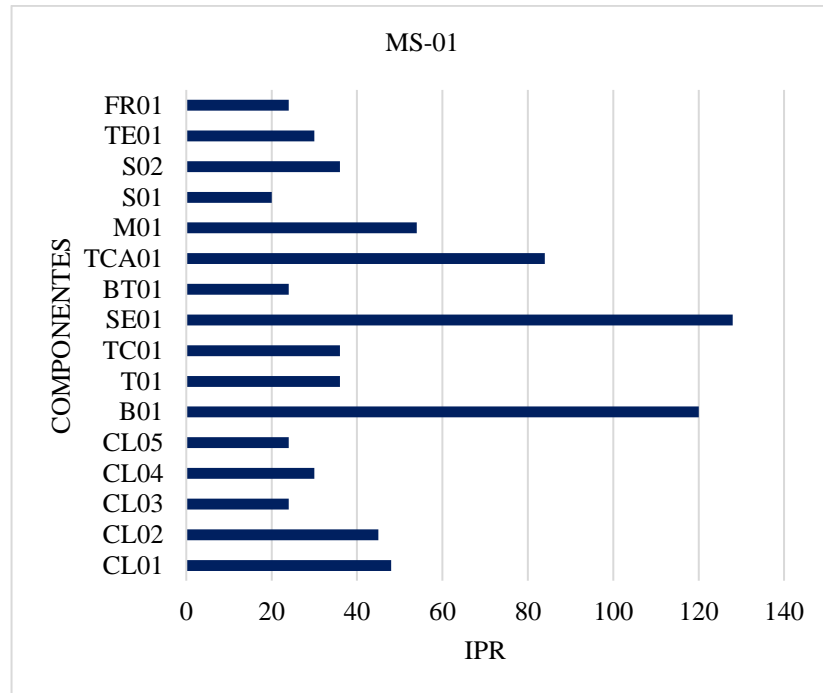


Figura 32. Componentes críticos de MS-01.

En la Figura 31, se describe los componentes pertenecientes a la MS-01, en donde de acuerdo a los valores obtenidos como los más altos en el IPR, los componentes críticos corresponden a SE01 y B01 los cuales hay que aplicar las acciones de mantenimiento necesarias para asegurar que garantice la fiabilidad de la máquina dentro de la línea de producción.

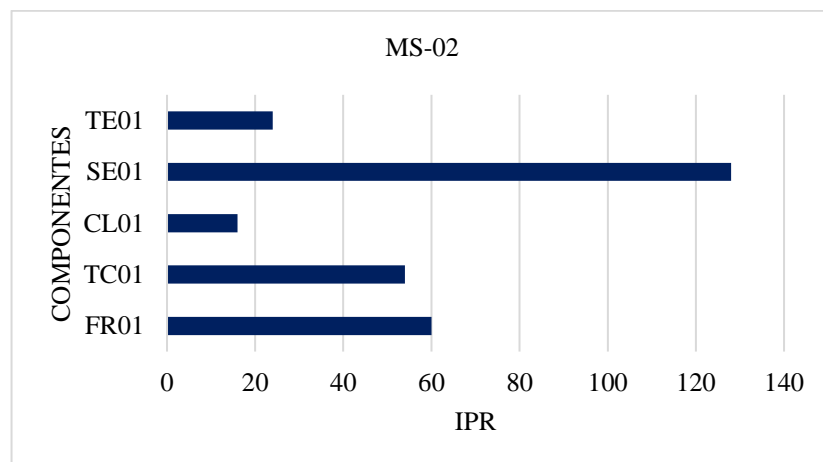


Figura 33. Componentes críticos de MS-02.

En la Figura 32, se describen los componentes de la MS-02, en donde los más proclives a sufrir fallos fueron SE01 por su índice de prioridad alto se debe realizar

las actividades de mantenimiento necesarias para controlar las fallas que pueden producir daños en la máquina a futuro.

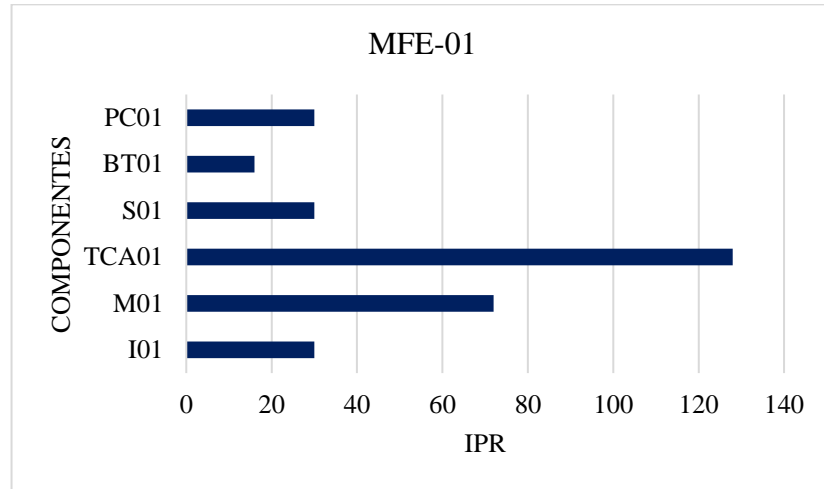


Figura 34. Componentes críticos de MFE-01.

En la Figura 33, se describen los componentes de la MFE-01, la misma de acuerdo al índice de prioridad los componentes con valores altos, viene hacer el componente TCA01, en donde se debe tomar las medidas de mantenimiento adecuadas en el componente.

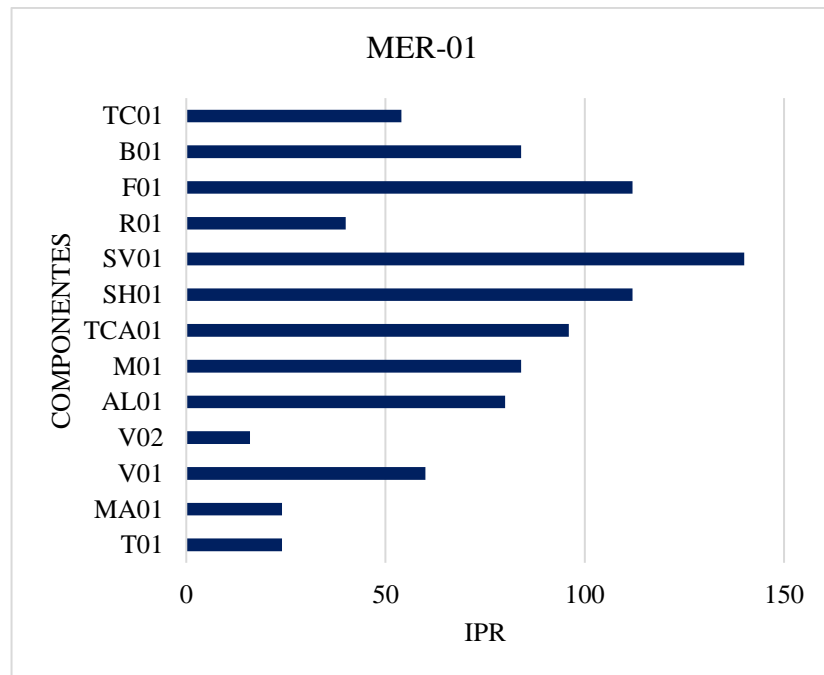


Figura 35. Componentes críticos de MER-01.

En la Figura 34, se describe los componentes pertenecientes a la MER-01, en donde de acuerdo a los valores obtenidos como los más altos en el IPR, los componentes críticos corresponden a F01, SV01, SH01 los cuales hay que aplicar las acciones de mantenimiento necesarias para asegurar que garantice la fiabilidad de la máquina dentro de la línea de producción.

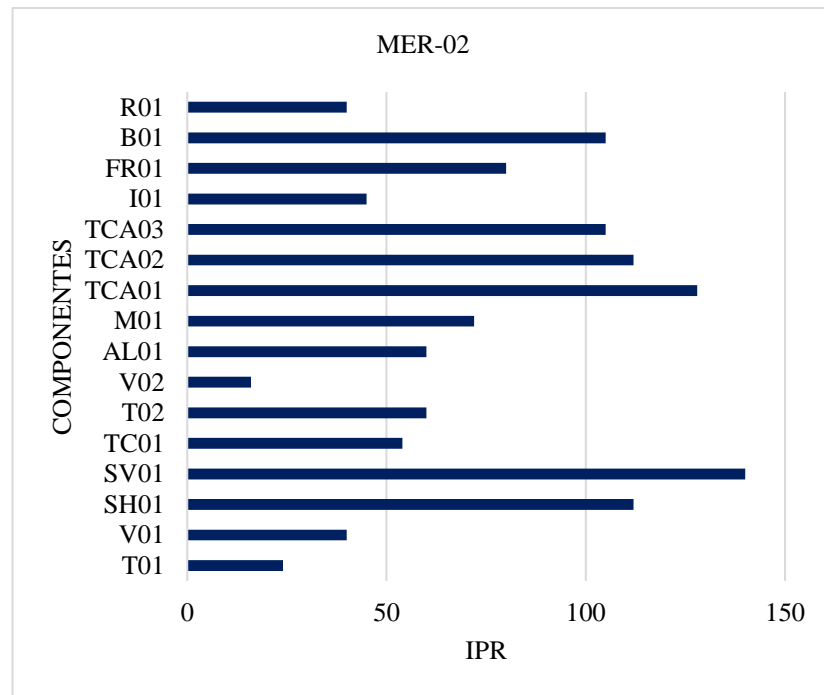


Figura 36. Componentes críticos de MER-02.

En la Figura 35, se describen los componentes que forman parte de MER-02, los mismo fueron evaluados conforme a los 3 criterios específicos para el cálculo del IPR, en donde los valores altos corresponden a los componentes críticos que están expuestos a sufrir fallos en donde destacan B01, TCA01, TCA02, TCA02 los cuales hay que tomar las acciones de mantenimiento necesarias para conservar las características de cada componente que garantice la fiabilidad en el cumplimiento del desempeño del equipo.

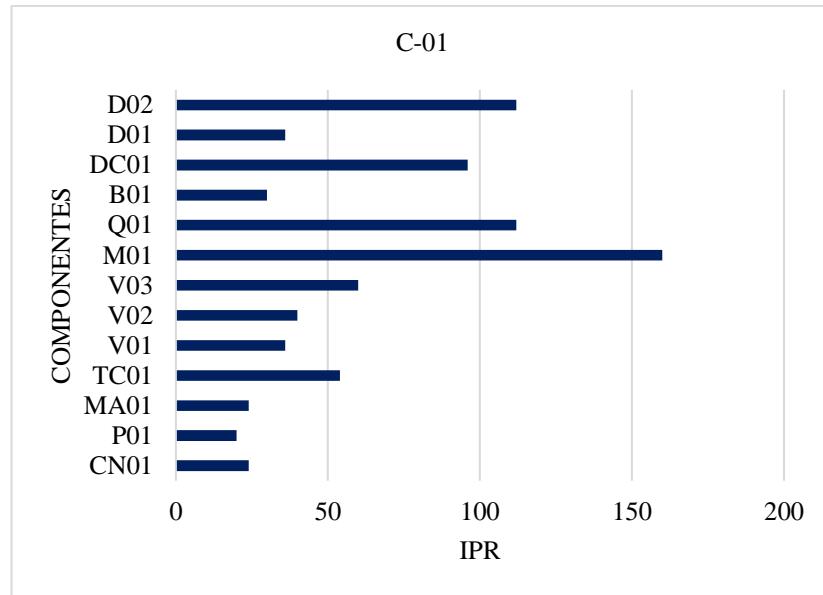


Figura 37. Componentes críticos de C-01.

En la Figura 36, se describen los componentes de la C-01, en donde los más proclives a sufrir fallos fueron D02, Q01, M01 por su índice de prioridad alto se debe realizar las actividades de mantenimiento necesarias para controlar las fallas que pueden producir daños en la máquina a futuro.

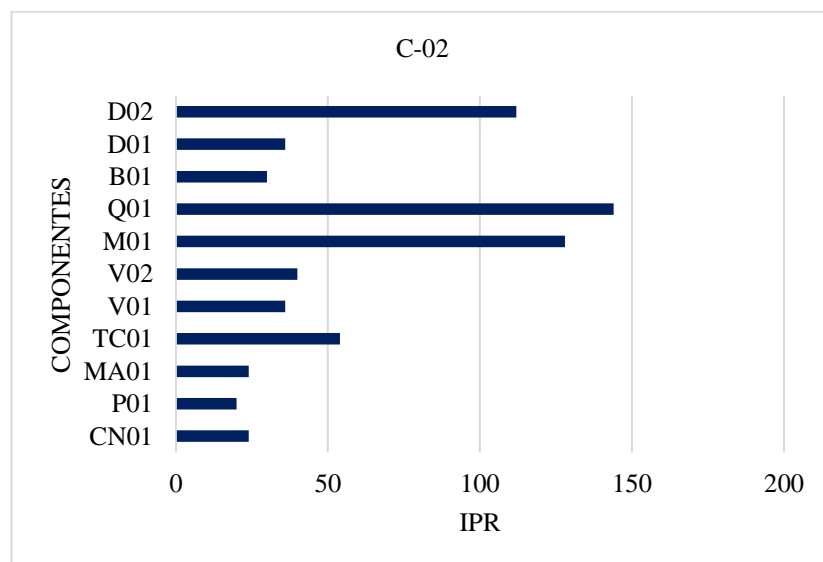


Figura 38. Componentes críticos de C-02.

En la Figura 37, se describen los componentes que forman parte de C-02, los mismo fueron evaluados conforme a los 3 criterios específicos para el cálculo del IPR, en donde los valores altos corresponden a los componentes críticos que están expuestos

a sufrir fallos en donde destacan D02, Q01 y M01 los cuales hay que tomar las acciones de mantenimiento necesarias para conservar las características de cada componente que garantice la fiabilidad en el cumplimiento del desempeño del equipo.

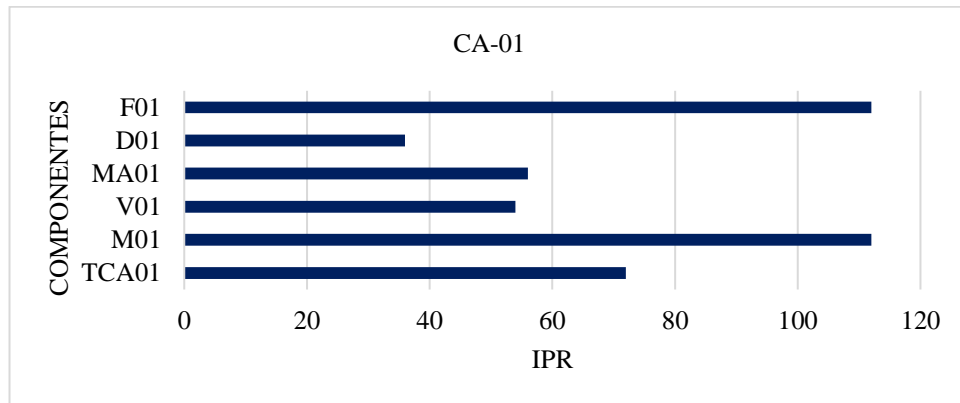


Figura 39. Componentes críticos de CA-01.

En la Figura 38, se describen los componentes de la CA-01, la misma de acuerdo al índice de prioridad los componentes con valores altos, viene hacer los componentes F01 y M01, en donde se debe tomar las medidas de mantenimiento adecuadas en el componente.

Plan de mantenimiento para la línea de producción de la empresa de lácteos “La Victoria”

Un plan de mantenimiento en la empresa, pretende la eliminación de la deficiencia de mantenimiento que presentan los máquinas, equipos y herramientas. Dentro de la organización es de suma importancia el trabajo autónomo como colectivo con la finalidad de aumentar la disponibilidad de la maquinaria de la línea de producción, evitar paros inesperados que produzcan pérdidas económicas es por ello que, se ha buscado la gestión de un plan de mantenimiento, que abarca todas las actividades necesarias para la conservación de las características de la maquinaria y de esa manera alargar la vida útil de las mismas.

Se ha establecido una bitácora de mantenimiento que fue elaborada en el software Excel, con criterios puntuales de mantenimiento que se describe en la Tabla 35, la misma hace referencia a 3 criterios: alta, media y baja. El criterio de alta criticidad

representa a todos los componentes críticos que presenta cada una de la maquinaria de la empresa mediante la matriz AMFE de NTP 679, este criterio se estableció por medio del IPR que es un índice que permite la identificación de los componentes que están más propensos a sufrir fallos y donde se deben aplicar las actividades de mantenimiento necesarias de manera urgente para evitar que se produzcan paros no programados y ayudar a prolongar la vida útil de la maquinaria.

El criterio de media criticidad hace referencia a todas aquellas actividades que hay que tener en cuenta su revisión con una frecuencia entre 2 a 3 meses para que no se conviertan en un criterio de alta. Mientras que el criterio de baja criticidad son aquellas actividades que no pueden influir en el correcto funcionamiento del equipo, pero hay que ser cuidadosos frente a cualquier dificultad que se presente.

Tabla 37. Criterios de mantenimiento.



CRITERIOS DE MANTENIMIENTO	
	Alta criticidad
	Media criticidad
	Baja criticidad

La bitácora cuenta con las actividades de mantenimiento necesarias para un periodo normal de trabajo de 1 año, con su debida frecuencia de ejecución ya sean actividades diarias, semanales, mensuales de acorde a los criterios de mantenimiento, para cada una de las máquinas de la línea de producción de la empresa lácteos “La Victoria”. Cabe mencionar que la bitácora para su elaboración viene de la mano con la matriz AMFE que mediante los criterios como: ¿Cuál es el fallo?, ¿Cuál es la causa del fallo? ¿Cuál es el efecto del fallo?, ¿Cómo se puede prevenir el fallo?, todo esto con relación a la NTP 679 con los componentes principales dentro de la maquinaria.

En el Anexo E se presenta la bitácora de mantenimiento perteneciente a la maquinaria de la línea de producción de la empresa lácteos “La Victoria”, para las 22 máquinas que se encuentran como son las pasteurizadoras, homogeneizador, enfundadoras, fechadora, marmitas, selladoras, envasadoras, calderos y compresor de aire.

Actividades de mantenimiento para los componentes críticos de la maquinaria de la línea de producción

Tabla 38. Componentes críticos de la maquinaria.

		Empresa de Lácteos "La Victoria" Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial Carrera Ingeniería Industrial			
Componentes críticos de la maquinaria de la línea de producción					
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Actividades de mantenimiento
1	Pasteurizadora	MPT-01	Válvula de entrada de vapor	V02	Corregir el deterioro de la válvula, mediante el control de paso de vapor.
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	Cambiar las placas de temperatura del intercambiador.
			Tanque de balanceo	T01	Identificar la zona de fuga para su respectiva corrección, mediante soldadura o relleno del lugar donde existe el imperfecto.
			Filtro regulador y lubricador	F01	Controlar las propiedades apropiadas del regulador y lubricador, con su debido mantenimiento.
2	Homogeneizador	MHG-01	Grupo de bombeo	GB01	Realizar un mantenimiento adecuado, en el sistema de transmisión.
3	Pasteurizadora HP	MPT-02	Bomba de limpieza	B01	Realizar la limpieza de la bomba, mediante un mantenimiento semanal.
			Bomba de producto	B03	Realizar la limpieza de la bomba, mediante un mantenimiento semanal.
			Homogeneizador	H01	Determinar medidas de lubricación, en los componentes del homogeneizador, mediante mantenimiento preventivo.
			Filtro regulador y lubricador	F01	Controlar las propiedades apropiadas del regulador y lubricador, con su debido mantenimiento.
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	Revisar las placas del intercambiador, en qué estado se encuentran semanalmente.
4	Enfundadora de leche	MEL-01	Tanque de peróxido	T03	Determinar el estado del tanque por la utilización del tanque de peróxido.

			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	Realizar mantenimiento en las placas del intercambiador.
			Filtro regulador y lubricador 1	F01	Sustituir el filtro mensualmente, para evitar contaminación del producto.
			Filtro regulador y lubricador 2	F02	Sustituir el filtro mensualmente, para evitar contaminación del producto.
			Medidor de nivel 2	MN02	Revisar las placas del intercambiador, en qué estado se encuentran semanalmente.
			Tablero de control de temperaturas	TC02	Calibrar los medidores de temperatura.
			Selladora horizontal	SH01	Cambiar el teflón de la selladora, para asegurar el sellado de las envolturas plásticas.
			Selladora vertical	SV01	Cambiar el teflón de la selladora, para asegurar el sellado de las envolturas plásticas.
5	Tanque de almacenamiento	TA-01	Bomba para succión	B01	Realizar mantenimiento a la bomba, semanalmente.
			Probeta de nivel	P01	Determinar el estado de la probeta para su respectivo cambio o mantenimiento.
6,7,8,9	Marmitas	MM-01 MM-02 MM-03 MM-04	Motor reductor	M01	Realizar el mantenimiento respectivo al motor, para evitar daños en su estado.
10,11,12	Envasadoras "Chimbuzos"	MECH-01 MECH-02 MECH-03 MECH-04	Válvula de salida de producto	V01	Revisar el estado de la válvula para cambiar o dar mantenimiento.
13	Enfundadora de yogurt de funda	MEY-01	Selladora horizontal	SH01	Cambiar el teflón de goma, cada 2 semanas.
			Selladora vertical	SV01	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.
			Transmisión de cadena 1	TCA01	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
			Transmisión de cadena 2	TCA02	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
			Transmisión de cadena 3	TCA03	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
14	Enfundadora de yogurt de palillo	MEY-02	Motor reductor	M01	Revisar el estado del motor, con su respectivo mantenimiento.
			Selladora horizontal	SH01	Asegurar la goma de la selladora, para evitar errores en el sellado.
			Selladora vertical	SV01	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.
			Fechadora	F01	Cambiar los rollos de tinta, asegurando su respectivo desgaste.
15	Selladora de yogurt de cereal	MS-01	Bombas de producto	B01	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.
			Selladora de envases	SE01	Revisar el estado de placas de sellado, para su respectivo cambio.
16	Selladora de	MS-02	Selladora de envases	SE01	Determinar estado de las placas de sellado, para su respectiva

	yogurt de cereal				limpieza.
17	Fechaadora	MFE-01	Transmisión de cadena	TCA01	Determinar estado de la cadena, para el respectivo cambio.
18	Enfundadora de refresco anaranjada	MER-01	Selladora horizontal	SH01	Asegurar la goma de la selladora, para evitar errores en el sellado.
			Selladora vertical	SV01	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.
			Fechaadora	F01	Cambiar los rollos de tinta, asegurando su respectivo desgaste.
19	Enfundadora de yogurt de palillo	MER-02	Selladora horizontal	SH01	Asegurar la goma de la selladora, para evitar errores en el sellado.
			Selladora vertical	SV01	Revisar el estado del teflón de goma, para su respectivo cambio.
			Transmisión de cadena 1	TC01	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
			Transmisión de cadena 2	TC02	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
			Transmisión de cadena 3	TC03	Revisar el estado de la cadena, para evitar las rupturas.
20	Caldero 100	C-01	Bomba de producto	B01	Analizar el estado de los cojinetes de la bomba.
			Motor quemador	M01	Revisar mensualmente el estado del motor quemador.
			Quemador	Q01	Realizar una calibración del quemador, mediante una limpieza y determinación de parámetros.
21	Caldero 100	C-02	Depósito de combustible	D02	Limpiar el depósito para evitar la oxidación.
			Motor quemador	M01	Revisar mensualmente el estado del motor quemador.
			Quemador	Q01	Realizar una calibración del quemador, mediante una limpieza y determinación de parámetros.
22	Compresor de aire	CA-01	Depósito de combustible	D02	Limpiar el depósito para evitar la oxidación.
			Motor	M01	Revisar cada parte del motor para localizar la falla para mantenimiento.
			Filtro de aire	F01	Controlar la generación de presión de aire comprimido.

Implementación de la bitácora de mantenimiento en el software MP V10

El software de gestión de mantenimiento se seleccionó para la implementación de la bitácora para la maquinaria de la línea de producción de la empresa lácteos “La Victoria” por la factibilidad de manejo y la facilidad de aplicación a la empresa, de acuerdo a las necesidades y requerimientos que se han planteado en este proyecto de investigación a los tipos de mantenimiento que se requiere para la maquinaria, en busca de conservar el buen estado de los equipos y evitar el deterioro prematuro de los componentes.

MP V10 es un software de la gestión de mantenimiento que ayuda a la planificación, organización y ejecución de mantenimiento, que permite llevar a cabo todas las actividades necesarias para la conservación de todos los activos, máquinas, equipos y herramientas que se involucran en el trabajo de forma sólida con la finalidad de que, por medio de una base de datos se puedan ir actualizando los datos históricos de la maquinaria como sus fallos, reparaciones y cambios respectivamente.



Figura 40. Software de mantenimiento "MP 10V".

Características del software MP 10V:

- Permite llevar a cabo la gestión de activos como las actividades de mantenimiento de forma 100% móvil controlando el estado actual de los activos desde cualquier lugar y dispositivo que este comunicado con el software.
- Ayuda que la programación de un plan de mantenimiento sea de forma fácil y sencilla en el manejo de la gestión de inventario, historial de fallos, órdenes de trabajo, análisis de fallos y la creación de informes culminados de las OT.
- Permite la creación de planificación de mantenimiento por medio de un cronograma de acuerdo al criterio de las actividades sean de alta, media o baja criticidad.

- Lleva la actualización de datos de forma constante, en donde se podrá emitir alertas de paros inesperados en tiempo real de la maquinaria, mediante la conexión de dispositivos móviles como un celular del encargado de mantenimiento de acuerdo al monitoreo de los equipos.
- Actualmente MP 10V es un software que cuenta con diferentes planes de pago, que van desde los \$2450 USD para la versión profesional mientras que para una versión empresarial se encuentra aproximadamente con un valor de \$4500 USD, la adquisición de la licencia a una empresa.

La adquisición de este software garantizará una buena gestión de mantenimiento desde la alta dirección hasta el personal encargado de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción en la empresa lácteos “La Victoria”.

Manual de funcionamiento del software MP 10V

Para el manejo del software se realizó un manual de funcionamiento que sirva como guía en la manipulación del software de mantenimiento, donde se describen los apartados necesarios para la ejecución de las actividades de mantenimiento desde su programación hasta la creación de las órdenes de trabajo, para que se les haga más fácil la utilización al personal encargado de mantenimiento dentro de la empresa al igual que cuando ingrese nuevo personal tengan una herramienta en cual puedan apoyarse.

1. Ingresamos al software dando doble clic, en donde dentro se podrá visualizar la pantalla principal.

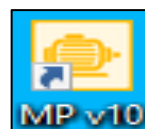


Figura 41. Ingreso al software.

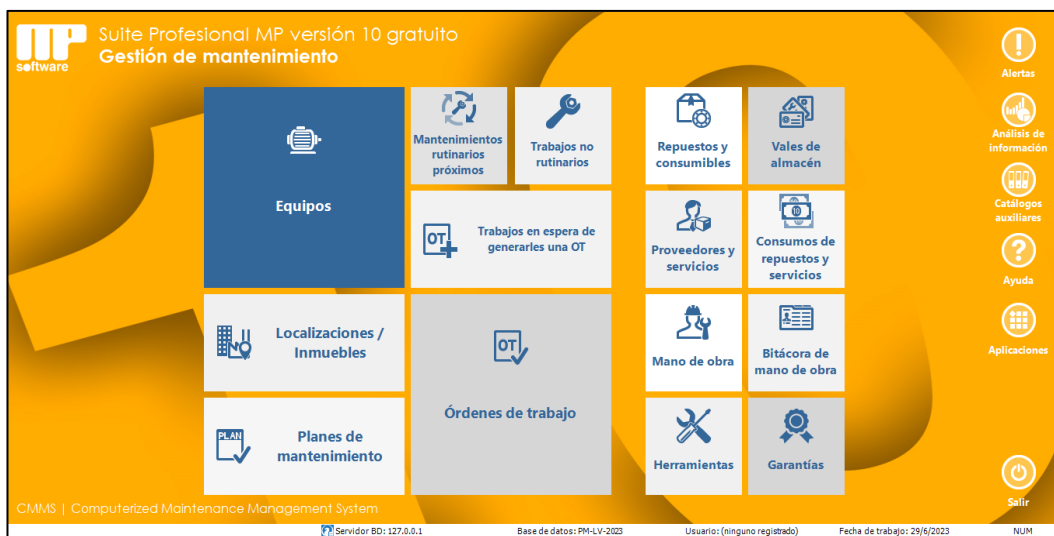









Figura 42. Pantalla principal del software.

2. Para la creación de un plan de gestión de mantenimiento se visualizan, diferentes funciones como herramientas que permitirán la implementación de la bitácora de mantenimiento o su vez la modificación de la misma.

Tabla 39. Funciones del software MP 10V.

Funciones del software MP 10V	
	Permite ingresar nuevos activos que pertenecen o contiene la empresa de trabajo.
	Permite describir todas aquellas actividades de mantenimiento necesarias para cada una de la maquinaria de la empresa.
	Permite consultar y actualizar las ordenes de trabajo, para enviarlas al encargado de mantenimiento de acuerdo a la prioridad del activo.
	Permite crear y enviar las OT de trabajo para realizar el informe del estado de mantenimiento en el equipo designado.
	Permite localizar la ubicación de la maquinaria en sus respectivas áreas de trabajo.
	Muestra todas aquellas actividades de mantenimiento rutinarias que están pronto de realizar.
	Muestra todas aquellas actividades que no son rutinarias en el mantenimiento.
	Permite administrar el inventario de repuestos existentes en la bodega de la empresa en cada de un imprevisto.
	Administra la base de datos de los proveedores para la empresa para el pedido de los diferentes recursos necesarios.

	Detalla todos aquellos costos generados por el mantenimiento realizado por el encargado de mantenimiento en los gastos de repuestos o viáticos.
	Permite administrar la base de datos del personal encargado de mantenimiento que se involucra en la reparación de los equipos.
	Notifica alertas de mantenimiento en caso de paros inesperados en las máquinas, que se acerca el cronograma de mantenimiento para realizar las actividades próximas para la conservación y garantía de los equipos.
	Permite la consulta de los mantenimientos próximos y paros programados.
	Notifica el estado actual de las máquinas o si se encuentra fuera de servicio.
	Administra la base de datos de los históricos de fallas, reparación y conservación de la maquinaria.
	Consulta y modifica las fechas del cronograma de mantenimiento.

3. La guía para generar una OT en el software MP 10V dentro permite la creación, seguimiento y evaluación de las órdenes de acuerdo del plan de mantenimiento ingresado, para cada una de las máquinas por ello a continuación se describe como obtener una orden de trabajo:
 - a. Al ingresar al software MP 10V, se debe seleccionar la base de datos del plan de mantenimiento, que en este caso lleva el código designado **PM-LV-2023**.

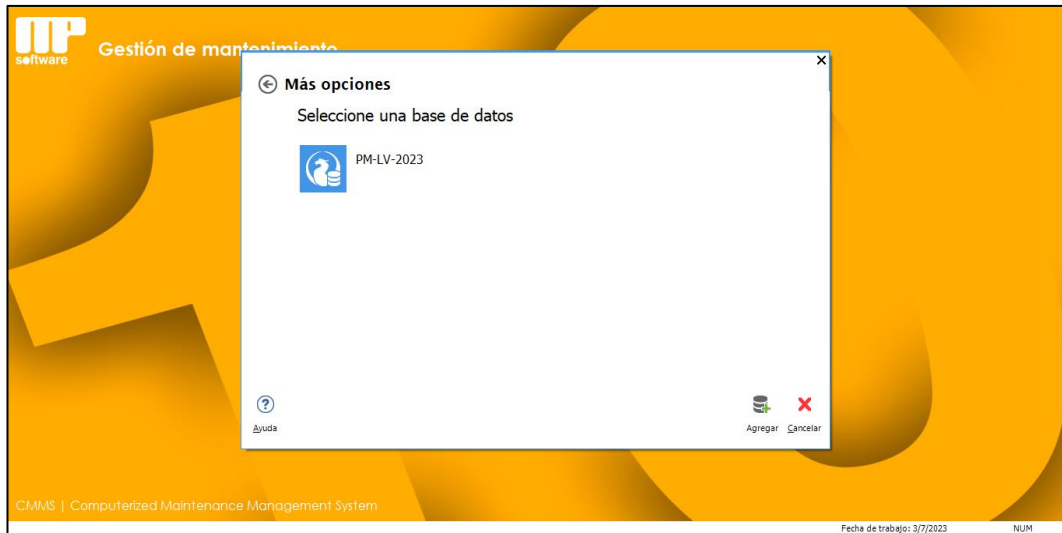


Figura 43. Selección de la base de datos.

- b. Para agregar una OT, es necesario ingresar los datos de la maquinaria, es por ello que en la pantalla principal del software se debe seleccionar el apartado de equipos.

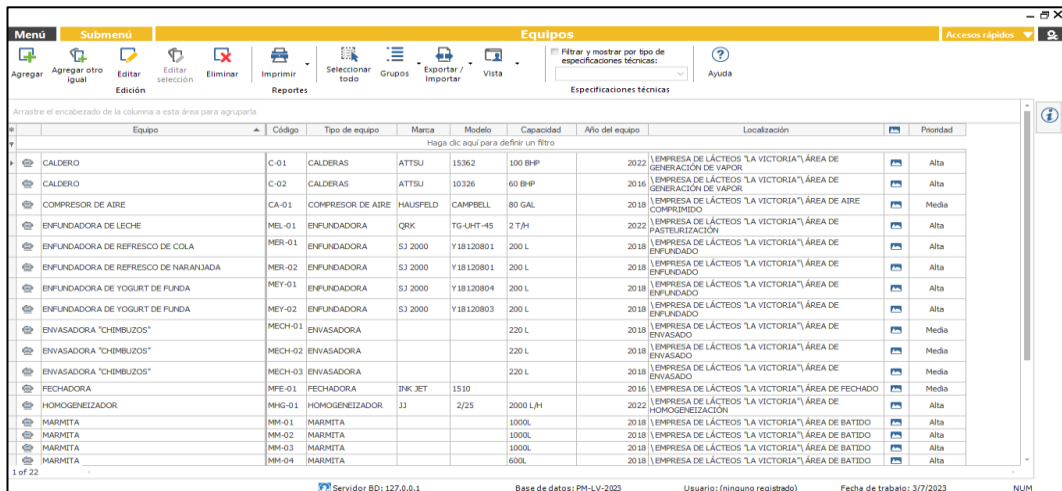



Figura 44. Pantalla principal del apartado de equipos.

En este apartado en la barra de herramientas se podrán visualizar las siguientes funciones:

Tabla 40. Funciones de la opción de Equipos.

Funciones del software MP 10V	
 Agregar	Permite agregar un equipo designando su nombre, código, prioridad, fecha de adquisición, ubicación, tipo de máquina, marca, modelo, serie entre otros.

<p>Agregar otro igual</p>	<p>Permite realizar una copia de las características de otra máquina en el caso, de que exista una del mismo tipo.</p>
<p>Editar</p>	<p>Permite la edición de la información ingresada en alguna máquina que sea necesaria su modificación.</p>
<p>Eliminar</p>	<p>Permite la eliminación de una designada máquina en caso de que ya no esté disponible dentro de la organización.</p>

Al momento de seleccionar la opción de Agregar en la barra de herramientas se despliega una ventana, donde se deberán ingresar los datos de la maquinaria, que se encuentran en las fichas técnicas de las máquinas.

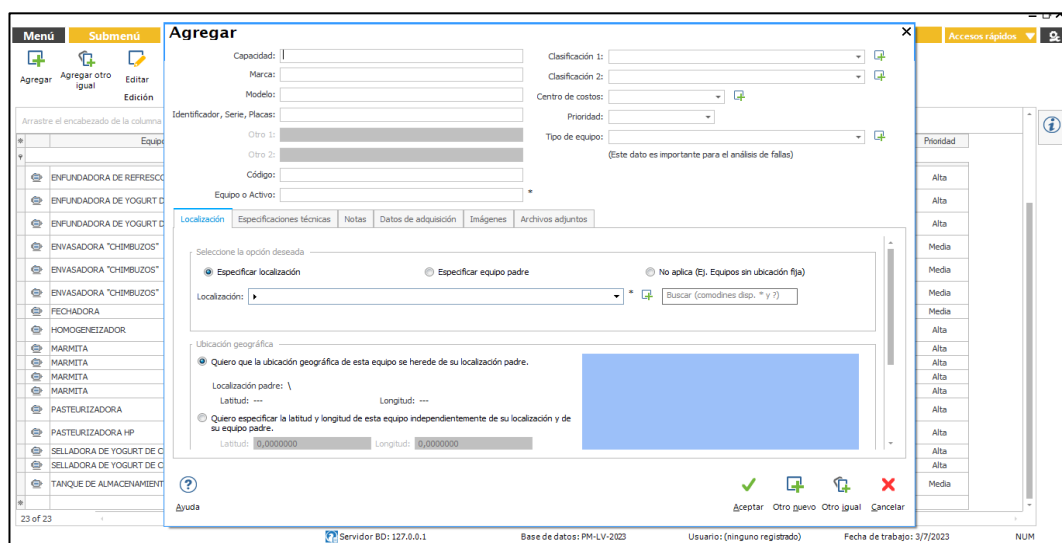


Figura 45. Ventana para agregar una máquina.

Una vez ingresados los datos se podrán agregar otras máquinas con la misma información, pero con diferente código o editar la información ingresada según sea la necesidad de la empresa.

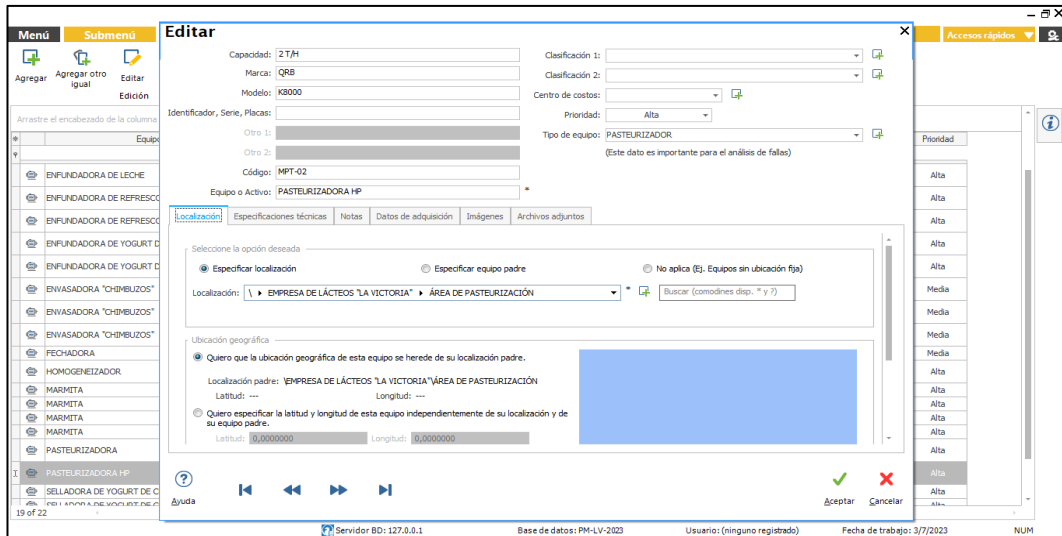


Figura 46. Ventana para editar información de una máquina.

- c. Agregados los equipos para llevar a cabo la asignación de las actividades de mantenimiento necesarias según el plan de mantenimiento elaborado, se selecciona el apartado de Localidades/Inmuebles en la pantalla principal del menú.

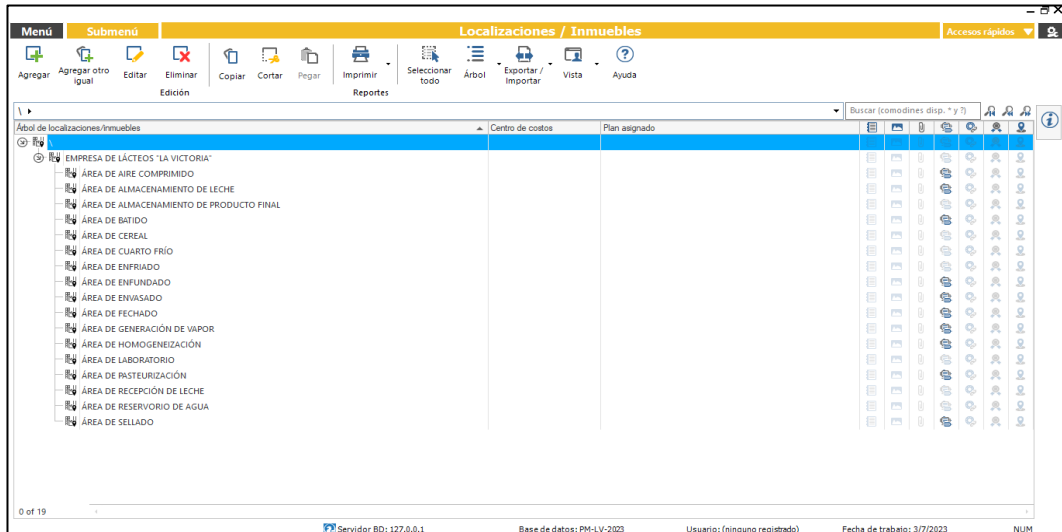


Figura 47. Pantalla principal del apartado de Localidades/Inmuebles.

En esta ventana se podrá realizar el árbol general de ubicación de las áreas que cuenta la empresa, en donde por cada área se designaran las máquinas que se encuentran involucradas en dichas áreas de trabajo.

- d. Designadas las ubicaciones de las máquinas en cada área de trabajo, se debe describir todas las actividades de mantenimiento descritas en la bitácora de mantenimiento o a su vez agregar más actividades en el caso que sean necesarias, de acuerdo a la decisión del departamento de mantenimiento, para ello se selecciona el apartado de planes de mantenimiento.

Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Régimen	Tipo
Revisión del estado de los elementos del tablero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Calibración del quemador del caldero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo
Control de purga de 2 a 3 veces al día.	1 día(s)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Limpieza y revisión del quemador.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo
Revisión de la parte eléctrica del caldero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión de las válvulas de purga.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y ajuste de la válvula de seguridad.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y ajuste del presostato en el caldero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y cambio de los cables deteriorados.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y cambio del manómetro de vapor.	3 mes(es)	00 h 30 m	Baja	Fechas	Predictivo
Revisión y control de los índices nivel de ingreso de agua.	3 mes(es)	01 h 00 m	Baja	Fechas	Predictivo
Revisión y control del distribuidor de energía.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y control del estado de los cojinetes de la bomba.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y control del motor quemador.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo
Revisión y limpieza del depósito de agua.	1 día(s)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y limpieza del depósito de combustible.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo

Figura 48. Pantalla principal del apartado de planes de mantenimiento.

En dicha ventana se podrá visualizar todos los planes de mantenimiento que han sido ingresados por cada máquina.

Para agregar un nuevo plan de mantenimiento o a su vez editarlo, se debe seleccionar la opción en la barra de herramientas, en este caso si se desea agregar un nuevo plan se elige la opción agregar y se despliega una ventana, en donde se podrá asignar el nombre del plan de mantenimiento, y editar las partes/actividades de mantenimiento.

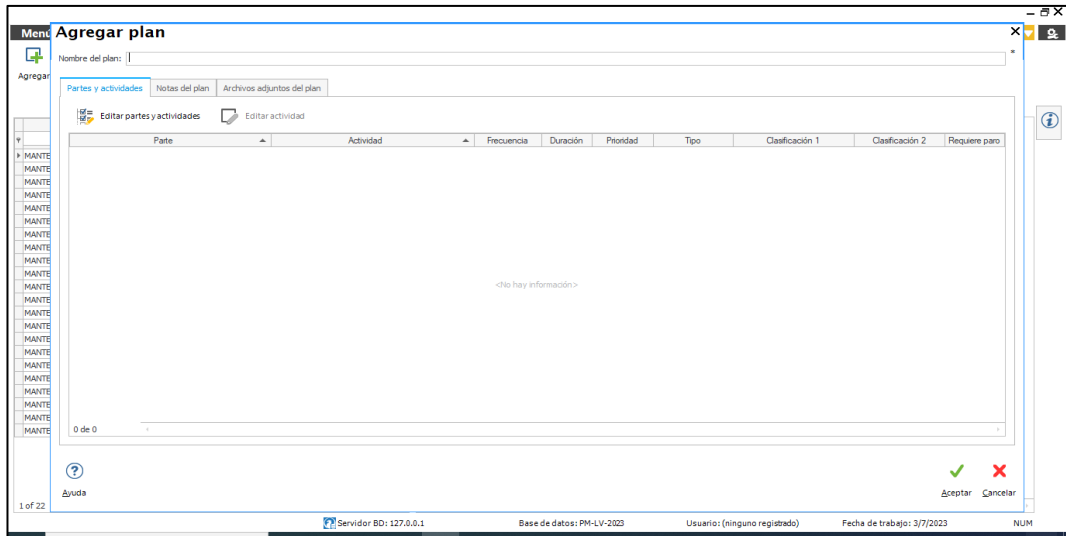


Figura 49. Ventana para agregar un nuevo plan.

Para agregar las actividades de mantenimiento, es necesario seleccionar en la opción de editar partes y actividades, en donde se despliega otra ventana para agregar los partes que conforman la máquina y las actividades de mantenimiento.

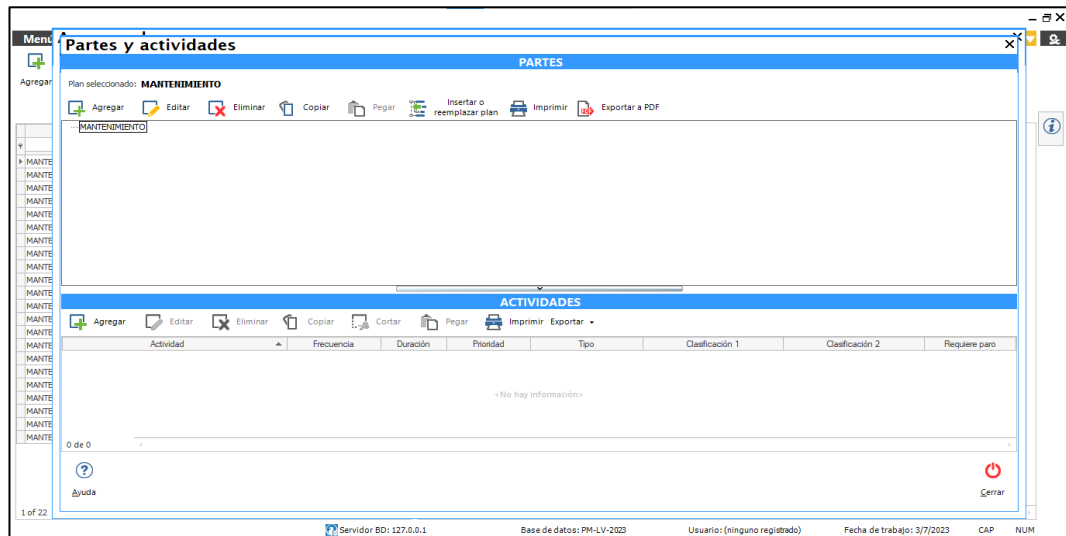


Figura 50. Ventana de partes y actividades.

Para agregar las actividades de mantenimiento se debe ubicar en la parte de actividades y seleccionar la opción de agregar, en la misma se va a desplegar una ventana en donde se colocará la actividad a realizar al equipo, la frecuencia de mantenimiento, duración, prioridad, tipo de mantenimiento, clasificación y si se requiere paro total del equipo.

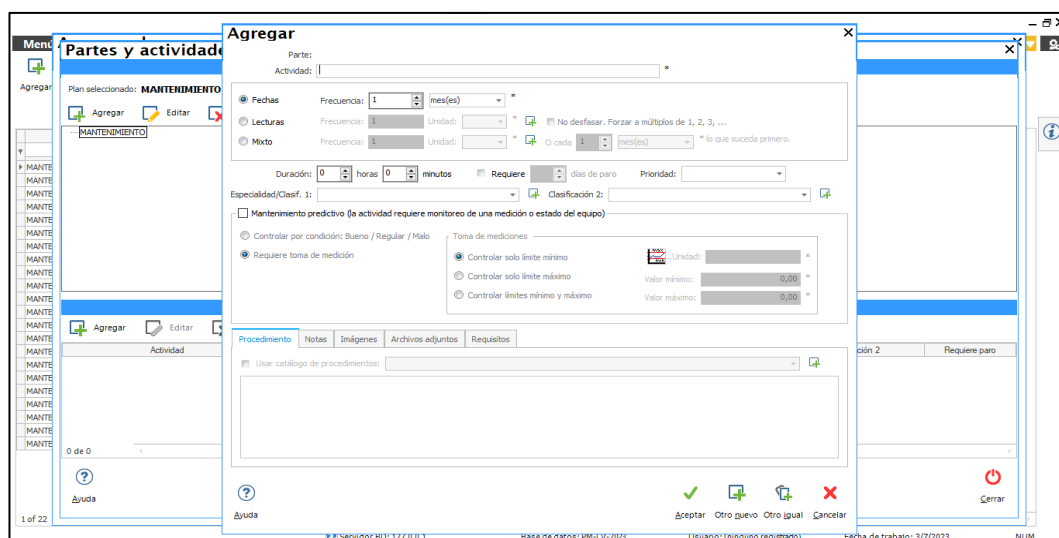


Figura 51. Ventana para agregar actividades de mantenimiento.

Agregadas todas las actividades de mantenimiento para el equipo, en la ventana principal de planes de mantenimiento, aparecerá las actividades que fueron agregadas con toda aquella información necesaria como cada cuanto se deberá realizar el mantenimiento, el tiempo estimado que se demorará cada actividad, la prioridad de mantenimiento y el tipo de mantenimiento que se debe aplicar.

Plan: MANTENIMIENTO C-01

Actividad	Frecuencia	Duración	Prioridad	Régimen	Tipo
Haga clic aquí para definir un filtro					
Revisión del estado de los elementos del tablero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Calibración del quemador del caldero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo
Control de purga de 2 a 3 veces al día.	1 día(s)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Limpieza y revisión del quemador.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo
Revisión de la parte eléctrica del caldero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión de las válvulas de purga.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y ajuste de la válvula de seguridad.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y ajuste del presostato en el caldero.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y cambio de los cables deteriorados.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y cambio del manómetro de vapor.	3 mes(es)	00 h 30 m	Baja	Fechas	Predictivo
Revisión y control de los índices nivel de ingreso de agua.	3 mes(es)	01 h 00 m	Baja	Fechas	Predictivo
Revisión y control del distribuidor de energía.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y control del estado de los cojinetes de la bomba.	3 mes(es)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y control del motor quemador.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo
Revisión y limpieza del depósito de agua.	1 día(s)	01 h 00 m	Media	Fechas	Predictivo
Revisión y limpieza del depósito de combustible.	3 mes(es)	01 h 00 m	Alta	Fechas	Predictivo

Total: 16 registro(s)

0,1 Base de datos: PM-LV-2023 Usuario: (ninguno registrado) Fecha de trabajo: 3/7/2023 NUM

Figura 52. Ventana de las actividades de mantenimiento del plan de C-01.

- e. Finalmente, luego de agregar la información de las máquinas, su ubicación y las actividades de mantenimiento en la pantalla principal se debe seleccionar el apartado de Órdenes de Trabajo, en donde aparecerá una ventana en donde se deberá seleccionar los filtros como: las actividades abiertas, cerradas, las

fechas de cierre que están destinadas para el mantenimiento como su responsable.

Órdenes de trabajo

Si desea puede limitar la consulta de las OTs con las siguientes opciones para una visualización más rápida.

Mostrar solo órdenes de trabajo que cumplan con los siguientes criterios:

- Abiertas
- Cerradas
- Con fecha de cierre entre:
 - el y el
- Todas
- Canceladas
- Responsable:

Mostrar siempre al ingresar

[Ayuda](#)

Figura 53. Ventana de filtros de órdenes de trabajo.

Una vez seleccionado los filtros para las órdenes de trabajo se debe escoger la opción de aceptar, donde se despliega otra ventana en donde se podrá visualizar las actividades de mantenimiento que están pendientes de realizar según las OT, que han sido programadas de acuerdo al cronograma de mantenimiento.

Parte	Actividad / Trabajo	Rutinario / No rutinario	Tipo	Estado	Fecha del próximo mantenimiento	Atraso	Frecuencia	Duración	Clasificación 1
CALDERO	<input type="checkbox"/> Control de purga de 2 a 3 veces al día.	Rutinario	Predictivo	Atrasada	1/7/2023	2 día(s)	1 día(s)	1 h 0 m	
	<input type="checkbox"/> Control de purga de 2 a 3 veces al día.	Rutinario	Predictivo	Atrasada	1/7/2023	2 día(s)	1 día(s)	1 h 0 m	
	<input type="checkbox"/> Revisión y limpieza del depósito de agua.	Rutinario	Predictivo	Atrasada	1/7/2023	2 día(s)	1 día(s)	1 h 0 m	
	<input type="checkbox"/> Revisión y limpieza del depósito de agua.	Rutinario	Predictivo	Atrasada	1/7/2023	2 día(s)	1 día(s)	1 h 0 m	
ENFUNDADORA DE LECHE	<input type="checkbox"/> Revisión y cambio del teflón de las selladoras.	Rutinario	Preventivo	En tiempo	14/7/2023		2 semana(s)	1 h 0 m	
ENFUNDADORA DE REFRESCO DE COLA	<input type="checkbox"/> Revisión y cambio del estado del teflón de goma.	Rutinario	Predictivo	En tiempo	30/7/2023		1 mes(es)	1 h 0 m	
ENFUNDADORA DE REFRESCO DE NARANJADA	<input type="checkbox"/> Revisión y cambio del estado del teflón de goma.	Rutinario	Predictivo	En tiempo	30/7/2023		1 mes(es)	1 h 0 m	
ENFUNDADORA DE YOGURT DE FUNDA	<input type="checkbox"/> Revisión y cambio del estado del teflón de goma.	Rutinario	Predictivo	En tiempo	30/7/2023		1 mes(es)	1 h 0 m	
ENFUNDADORA DE YOGURT DE FUNDA	<input type="checkbox"/> Revisión y cambio del estado del teflón de goma.	Rutinario	Predictivo	En tiempo	30/7/2023		1 mes(es)	1 h 0 m	
ENVASADORA "CHIMBUZOS"	<input type="checkbox"/> Limpieza del tanque de almacenamiento antes y después de uso	Rutinario	Predictivo	Atrasada	1/7/2023	2 día(s)	1 día(s)	0 h 30 m	

Totales: 26 registro(s)

Servidor: BD: 127.0.0.1 Base de datos: PM-LV-2023 Usuario: (ninguno registrado) Fecha de trabajo: 3/7/2023

Figura 54. Ventana de principal de las órdenes de trabajo.

Para generar una orden de trabajo, se debe marcar los casilleros en blanco y se debe seleccionar la opción de Generar OT, para imprimirla y entregarla al departamento de mantenimiento que será la encargada de gestionar la para de los equipos.

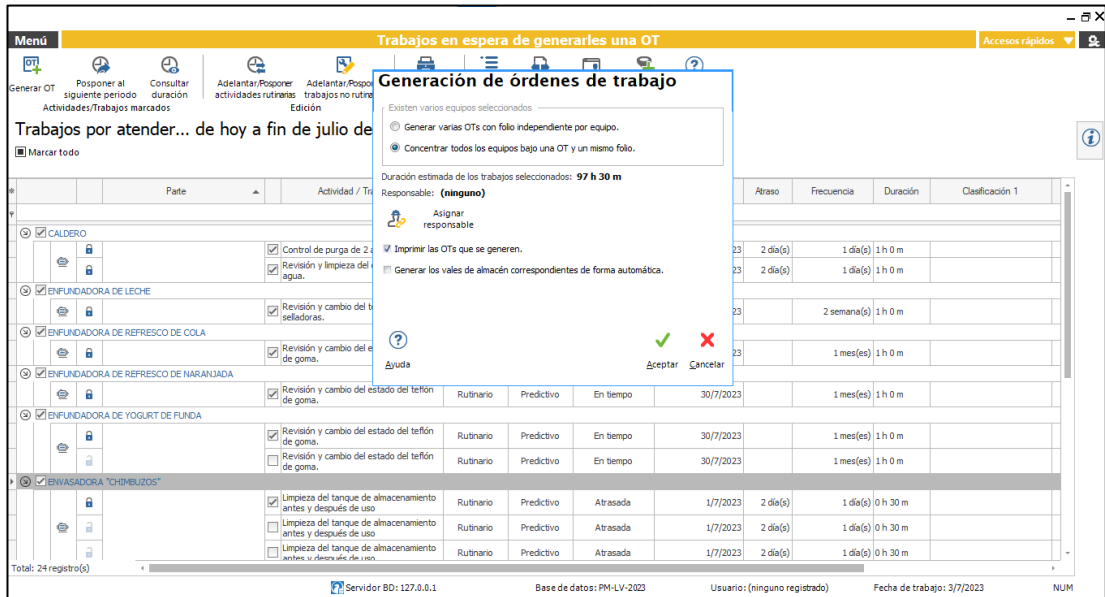


Figura 55. Ventana para generar órdenes de trabajo.

Seleccionada la opción de aceptar, se despliega una ventana donde se podrá previsualizar la OT antes de imprimirla y dar por finalizada la creación de una orden de trabajo según sea el cronograma de mantenimiento.

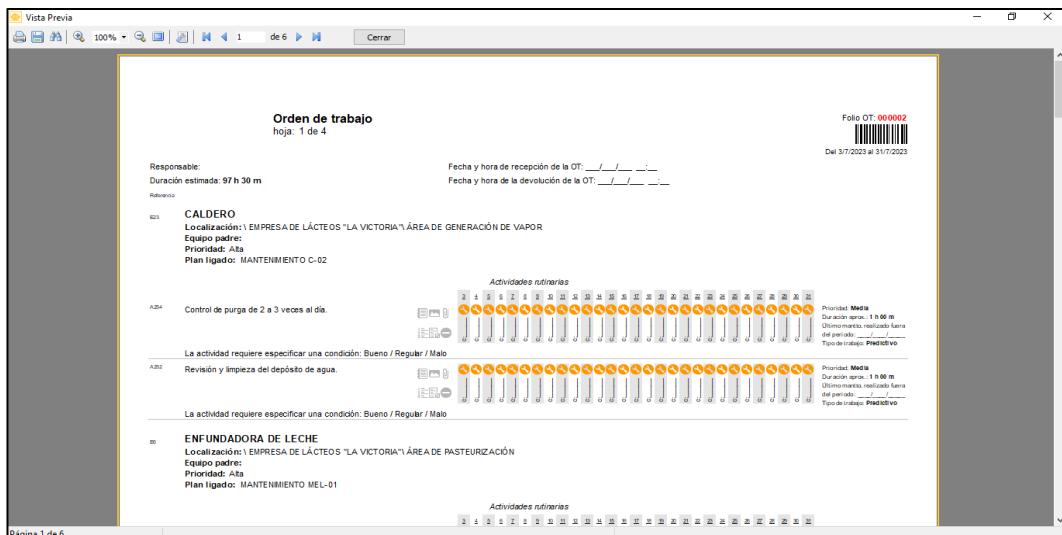


Figura 56. Ventana de previsualización de la OT generada.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- La evaluación del estado actual de la maquinaria se realizó mediante la recolección y procesamiento de datos de un período de funcionamiento de un año de trabajo perteneciente al 2022, para el análisis del estado de cada una de las máquinas que posee la empresa de lácteos “La Victoria”, se empleó el cálculo de los indicadores de mantenimiento y la gráfica de curva de la bañera que permite tener una perspectiva clara sobre en qué etapa de fallos se encuentra la maquinaria, teniendo como resultado que el estado inicial de la maquinaria se encuentra en buen estado pero se aplican mantenimientos correctivos, lo que provoca que exista desgaste en los componentes por la falta de revisiones periódicas de los equipos.
- Posterior al procesamiento de datos de la maquinaria para el análisis del estado actual de la línea de producción, se determinó mediante los indicadores de mantenimiento que la disponibilidad promedio de las máquinas es de 93.26% superando el nivel de disponibilidad límite para que puedan llevar a cabo sus actividades de forma fiable. La disponibilidad más baja se encuentra en la MS-02 (selladora de yogurt de cereal) con un valor de 84.98% mientras que el valor más alto de disponibilidad lo conforman las MECH-01, MECH-02, MECH-03 (envasadoras chimbuzos) con un valor de 99%, teniendo como interpretación que es necesario tener en cuenta actividades de mantenimiento predictivas o a su vez preventivas, para conservar y aumentar la disponibilidad de los equipos.
- Las gráficas de la curva de bañera se encuentran en una etapa 1 y 2, debido a que pasó de una etapa de mortalidad infantil en donde los fallos aparecían de forma constante perjudicando el desempeño de la maquinaria a una etapa de período de vida útil, en donde los fallos tienen una aparición de forma aleatoria y aparecen luego de un período largo lo que conlleva a que la maquinaria tenga un buen funcionamiento en la actualidad pese a que se llevan a cabo actividades de mantenimiento correctivo.

- La matriz AMFE con los parámetros descritos en la norma NTP 679 para la identificación de los componentes que son más proclives a sufrir fallos, se determinó que los componentes que normalmente llegan a dañarse en las pasteurizadoras son F01 (filtro regulador y lubricador), T01 (tanque de balanceo), ICV01 (intercambiador de calor y de vapor), V02 (válvula de entrada de vapor), H01 (homogeneizador), B01 (bomba 1), B03 (bomba 3), en el homogeneizador es GB01 (grupo de bombeo), en las enfundadoras son TC03 (tablero de control), ICV01 (intercambiador de calor y de vapor), F01 (filtro 1), F02 (filtro 2), SV01 (selladora vertical 1), SV02 (selladora vertical 2), SH01 (selladora horizontal 1), MN02 (medidor de nivel 2), TC02 (tablero de control 2), B01 (bomba de producto), TCA01 (transmisión de cadena), en las envasadoras es V01 (válvula de salida de producto), en la fechadora es TCA01 (transmisión de cadena), en las marmitas M01 (motor), en las selladoras son SE01 (selladora de envases) y M01 (motor) en los calderos D02 (depósito de combustible), Q01 (quemador), M01 (motor) y en el compresor de aire F01 (filtro de aire) y M01 (motor).
- El plan de mantenimiento propuesto para la maquinaria de la línea de producción cuenta con actividades de mantenimiento necesarias para la conservación de las máquinas en un buen estado y a su vez alargar la vida útil de las mismas, para ello se elaboró una bitácora de mantenimiento con 3 criterios importantes como alta, media y baja criticidad. Las actividades de mantenimiento se encuentran programadas de forma diaria, semanal, mensual para un período de un año normal de trabajo para cada una de las máquinas, teniendo en cuenta las recomendaciones del jefe de mantenimiento de la empresa, fichas técnicas y manuales de los fabricantes de los equipos.
- La implementación de la bitácora de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción en el software MP V10, garantizará que la empresa tenga una buena gestión de mantenimiento en el manejo de la gestión de inventario, historial de fallos, órdenes de trabajo, análisis de fallos y elaboración de los informes de mantenimiento de acuerdo a la bitácora en donde se podrán añadir o cambiar las actividades de mantenimiento de acuerdo a las necesidades de la empresa y de la maquinaria.

4.2 Recomendaciones

- Aplicar un plan de mantenimiento para la maquinaria de la línea de producción con la finalidad de la ejecución de actividades de mantenimiento de tipo predictivas y preventivas para que no existan paros no programados en las máquinas generando pérdidas de tiempo y deterioro de los componentes.
- Llevar a cabo la documentación actualizada sobre el historial de fallos, reparaciones y cambios en los equipos por parte del departamento de mantenimiento, para que frente a una auditoria se tengan los documentos al día, de otra manera conocer su estado para que no existan riesgos al personal de trabajo en la utilización de los equipos.
- Capacitar al personal de nuevo ingreso por parte del encargado de mantenimiento, para los diferentes cargos en el área de la línea de producción, ya sean para las selladoras y envasadoras donde es necesario mantener temperaturas altas en los equipos para que los operadores no puedan presentar lesiones como quemaduras. Al igual en el manejo de las máquinas antes y después de su uso, de manera que no exista contaminación en el producto, frente a un paro inesperado de la maquinaria tener a la mano la caja de herramientas en caso de que sea factible el ajuste de los componentes o a su vez que sea necesario localizar el componente que se encuentra fallando.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

- [1] J. Sanabria, «Desarrollo de un plan de mantenimiento para las líneas de producción de la procesadora de lácteos "LOS ANGELES" S.A.S,» Fundación Universidad de América, Bogotá, 2018.
- [2] J. Santa, «Optimización del sistema de gestión de mantenimiento preventivo-predictivo de activos del proceso de pasteurización de leche de empresa láctea,» Instituto Tecnológico Metropolitano, Antioquia, 2018.
- [3] D. Pilataxi, «Gestión del mantenimiento y su relación con la eficiencia en las líneas de producción en las empresas lácteas de Guayaquil,» Universidad Politécnica Salesiana, Guayaquil, 2020.
- [4] J. Fala, «Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo programado para la empresa de lácteos Campo Fino de la ciudad de Salcedo utilizando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad,» ESPOCH, Riobamba, 2022.
- [5] L. Dávila, «Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas Elecster EA-500 y EA-800 de UHT en la planta de lácteos Parmalat,» Universidad Tecnológica Indoamérica, Quito, 2019.
- [6] F. Rey, «Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo,» 308, vol. 12, pp. 30-41, 2014.
- [7] H. Galvis, «Plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la planta láctea del César Klaren's en la ciudad de Valledupar,» Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, Ocaña, 2020.
- [8] A. Dino, «Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en minera chinalco Perú S.A.,» Universidad Nacional del Callao, Callao, 2021.
- [9] J. Casaña, «El mantenimiento a partir de los indicadores de clase mundial en la fábrica Lácteos Bayano,» *Scielo*, vol. 30, n° 3, pp. 1-12, 2021.
- [10] D. Quinatoa, «Plan de mantenimiento en la línea de empaque de leche de la empresa Parmalat,» Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga, 2019.
- [11] R. Ccami, «Análisis del RCM y su incidencia en la mejora de la productividad en el área de mantenimiento eléctrico en una empresa de Lácteos de Arequipa,» Universidad Tecnológica del Perú, Arequipa, 2021.
- [12] J. Medrano, «Elaboración de plan de mantenimiento para la producción de

yogurt de la industria lácteos Pairumani,» Universidad Mayor de San Simón, Pairumani, 2022.

- [13] F. Consuegra, A. Díaz y A. Cruz, «Diseño del Método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento,» *Scielo*, vol. 20, n° 3, pp. 1-9, 2017.
- [14] E. Konde, «El mantenimiento predictivo: del dato al indicador,» *Dialnet*, vol. 12, n° 5, pp. 4-11, 2020.
- [15] R. Marrero y J. Vilalta, «Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento,» *Redalyc*, vol. 3, n° 4, pp. 1-15, 2019.
- [16] A. Ortiz y C. Rodriguez, «Gestión de mantenimiento en pymes industriales,» *Redalyc*, vol. 12, n° 4, pp. 86-100, 2018.
- [17] L. Tamayo y N. Silega, «Gestión de la mantenibilidad desde etapas tempranas en el desarrollo del software,» *Scielo*, vol. 15, n° 1, pp. 1-16, 2021.
- [18] O. García, *Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial*, Bogotá: Ediciones de la U, 2012.
- [19] F. Pérez, «La gestión del mantenimiento industrial,» USTA, Bucaramanga, 2021.
- [20] J. Valdivieso, «Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A.,» Universidad Politécnica Salesiana , Cuenca, 2010.
- [21] S. Garcia, *Organización y gestión integral del mantenimiento*, Madrid: Díaz de Santos S.A., 2003.
- [22] L. Aguiar, «Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional,» Universidad Libre de Colombia, Bogotá, 2014.
- [23] C. Sánchez, «Tipos de fallos dentro del mantenimiento industrial,» Universidad de las Fuerzas Armadas, Quito, 2020.
- [24] J. Amaya, «Estudio del comportamiento real de las fases de la curva de la bañera,» Universidad EAFIT, Medellín, 2018.
- [25] C. Valdivia, «Análisis de criticidad y disponibilidad para modos de falla en sistemas de distribución eléctrica,» Universidad Técnica Federico Santa María, Santiago, 2018.
- [26] A. Trujillo, «El árbol de fallos y análisis de importancia, para la optimización de la gestión de distintos tipos de riesgos,» Focus Article, Bogotá, 2019.

- [27] J. Samaniego, «Plan de mantenimiento para las unidades de generación de la central térmica Ishpingo Tambococha de la corporación eléctrica bajo la metodología MBC,» Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba, 2019.
- [28] M. Bestratén, R. Orriols y C. Mata, «NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE,» INSHT, Madrid, 2004.

Anexos

Anexo A. Fichas técnicas de maquinaria de la línea de producción

Anexo A1. Ficha Técnica TA-01

	FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA						
TA-01							
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Tanque de almacenamiento		Fabricante	RIOLAC			
Proceso	Pasteurizado		Modelo	365699L			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	-----			
Características generales							
Peso	250 kg	Ancho	2 m	Altura	3m	Largo	1,80 m
Características técnicas			Imagen de la máquina/equipo				
<p>Parámetros técnicos: Fuente de alimentación: 220V Presión máxima: 10-40 PSI Cantidad de leche: 2000 L Temperatura de funcionamiento: 0-40 °C</p>							
<p>Función</p>							
<p>Almacenar la leche para su respectivo tratamiento y traslado a sus diferentes áreas para la elaboración de los productos.</p>							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	



Anexo A2. Ficha Técnica MPT-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MPT-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Pasteurizadora		Fabricante		RIOLAC		
Proceso	Pasteurizado		Modelo		236J		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 14:00		Marca		-----		
Características generales							
Peso	650 kg	Ancho	1,80 m	Altura	2,65 m	Largo	1,20 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Capacidad de leche: 2000L/h Temperatura térmica: 4-78°C Temperatura de salida a la tina: 30 - 38°C Fuente de alimentación: 220 V</p>							
Función							
Pasteurizar la leche para la eliminación de todos los microorganismos presentes, por medio del calor térmico.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	




Anexo A3. Ficha Técnica MHG-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MHG-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Homogeneizadora	Fabricante	RIOLAC				
Proceso	Homogeneizado	Modelo	JJ				
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 14:00	Marca	2/25				
Características generales							
Peso	85 kg	Ancho	0,60 m	Altura	1,50 m	Largo	0,80 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima: 2,5 Mpa Consumo de motor: 15 KW Voltaje: 220 V Ingreso de leche: 2000 L/h.</p>							
Función							
Ayudar a que las partículas de la grasa, se rompan a menos de un micrómetro de diámetro.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A4. Ficha Técnica MPT-02

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MPT-02					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Pasteurizadora HP		Fabricante		WS		
Proceso	Pasteurizado		Modelo		K800		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 14:00		Marca		QRK		
Características generales							
Peso	2,2 T	Ancho	1,90 m	Altura	2,65 m	Largo	4m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Condiciones de trabajo: Ingreso de leche: 2t/h Temperatura de entrada: 5-40 °C Presión: 0,5 - 0,6 Mpa Temperatura de ingreso de agua: 10 °C</p> <p>Requerimientos: Tiempo de espera: 4 seg Temperatura de salida: 5-40 °C</p> <p>Parámetros de técnicos: Área de intercambio de calor: 45 m² Consumo de vapor: 350 Kg/h Fuente de alimentación: Trifásica 50 Hz 380V Temperatura de esterilización: 90 - 140 °C Consumo de aire comprimido: 0.3 M³/min</p>							
Función							
Pasteurizar la leche para la eliminación de todos los microorganismos presentes, por medio del calor térmico, una vez cumplido los parámetros necesarios se da paso a los siguientes procesos.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	




Anexo A5. Ficha Técnica MEL-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MEL-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Enfundadora de leche		Fabricante		WS		
Proceso	Enfundado		Modelo		TG-UHT-45		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 14:00		Marca		QRK		
Características generales							
Peso	2,2 T	Ancho	2,28 m	Altura	2,25 m	Largo	4,50 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Condiciones de trabajo: Ingreso de leche: 2t/h Temperatura de entrada: 5-40 °C Presión: 0,5 - 0,6 Mpa Temperatura de ingreso de agua: 10 °C</p> <p>Requerimientos: Tiempo de espera: 4 seg Temperatura de salida: 5-40 °C</p> <p>Parámetros de técnicos: Área de intercambio de calor: 45 m² Consumo de vapor: 350 Kg/h Fuente de alimentación: Trifásica 50 Hz 380V Temperatura de esterilización control automático: 90 - 140 °C Consumo de aire comprimido: 0.3 M³/min</p>							
Función							
Enfundar la leche de funda, para ello en la máquina es colocada un rollo de material el cual es sellado en forma rectangular, en donde se ingresa la cantidad de leche establecida entre 250 ml, 500 ml y 1000 ml.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A6. Ficha Técnica MM-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MM-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo		Marmita 1		Fabricante		RIOLAC	
Proceso		Homogeneizado		Modelo		000125	
Tiempo de funcionamiento		08:00 - 16:00		Marca		-----	
Características generales							
Peso	100 kg	Ancho	2 m	Altura	1 m	Largo	2 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima: 40-60 PSI Consumo de motor: 15 KW Voltaje: 220 V Ingreso de leche: 1100 L/h.</p>							
Función							
Almacenar la leche que viene del proceso de pasteurizado y homogeneizado, de manera que se aproveche el vapor, mientras se activa el agitador por un tiempo establecido luego de la agregación de azúcar.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A7. Ficha Técnica MM-02

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
MM-02							
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Marmita 2	Fabricante	RIOLAC				
Proceso	Homogeneizado	Modelo	000126				
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00	Marca	-----				
Características generales							
Peso	100 kg	Ancho	2 m	Altura	1 m	Largo	2 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima: 40-60 PSI Consumo de motor: 15 KW Voltaje: 220 V Ingreso de leche: 1100 L/h.</p>							
Función							
Almacenar la leche que viene del proceso de pasteurizado y homogeneizado, de manera que se aproveche el vapor, mientras se activa el agitador por un tiempo establecido luego de la agregación de azúcar.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A8. Ficha Técnica MM-03

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MM-03					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Marmita 3		Fabricante	RIOLAC			
Proceso	Homogeneizado		Modelo	000127			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	-----			
Características generales							
Peso	100 kg	Ancho	2 m	Altura	1 m	Largo	2 m
Características técnicas			Imagen de la máquina/equipo				
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima: 40-60 PSI Consumo de motor: 15 KW Voltaje: 220 V Ingreso de leche: 1100 L/h.</p>							
Función							
Almacenar la leche que viene del proceso de pasteurizado y homogeneizado, de manera que se aproveche el vapor, mientras se activa el agitador por un tiempo establecido luego de la agregación de azúcar.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A9. Ficha Técnica MM-04

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MM-04					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Marmita 4		Fabricante	RIOLAC			
Proceso	Homogeneizado		Modelo	000129			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	-----			
Características generales							
Peso	100 kg	Ancho	1,15	Altura	1,65 m	Largo	1,10
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima: 40-60 PSI Consumo de motor: 15 KW Voltaje: 220 V Ingreso de leche: 600 L/h.</p>							
Función							
Almacenar la leche que viene del proceso de pasteurizado y homogeneizado, de manera que se aproveche el vapor, mientras se activa el agitador por un tiempo establecido luego de la agregación de azúcar.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A10. Ficha Técnica MECH-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
MECH-01							
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Envasadora chimbuzo 1		Fabricante	RIOLAC			
Proceso	Envasado		Modelo	M23654			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	-----			
Características generales							
Peso	225 kg	Ancho	0,90 m	Altura	1,50 m	Largo	0,70 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima 20-40 PSI Temperatura de funcionamiento: 5-40 °C Capacidad máxima: 220 L</p>							
Función							
Envasar los envases de yogurt de acuerdo a su tamaño entre 100 gr hasta 4000 g.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A11. Ficha Técnica MECH-02

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MECH-02					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Envasadora chimbuzo 2			Fabricante	RIOLAC		
Proceso	Envasado			Modelo	M23655		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00			Marca	-----		
Características generales							
Peso	225 kg	Ancho	0,90 m	Altura	1,40 m	Largo	0,70 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima 20-40 PSI Temperatura de funcionamiento: 5-40 °C Capacidad máxima: 220 L</p>							
Función							
Envasar los envases de yogurt de acuerdo a su tamaño entre 100 gr hasta 4000 g.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A12. Ficha Técnica MECH-03

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MECH-03					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Envasadora chimbuza 3		Fabricante	RIOLAC			
Proceso	Envasado		Modelo	M23656			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	-----			
Características generales							
Peso	225 kg	Ancho	0,90 m	Altura	1,40 m	Largo	0,70 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Presión máxima 20-40 PSI Temperatura de funcionamiento: 5-40 °C Capacidad máxima: 220 L</p>							
Función							
Envasar los envases de yogurt de acuerdo a su tamaño entre 100 gr hasta 4000 g.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A13. Ficha Técnica MEY-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MEY-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Enfundadora de yogurt de funda			Fabricante	RIOLAC		
Proceso	Enfundado			Modelo	SJ 2000		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00			Marca	Y18120804		
Características generales							
Peso	450 kg	Ancho	0,63 m	Altura	2 m	Largo	0,63 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de energía: 2,6 KW Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Capacidad máxima: 200 L Temperatura de sellado vertical: 168 °C Temperatura de sellado horizontal: 226 °C Tiempo de calentamiento: 7-10 min Presión de llenado de líquido: +-1 Rango de llenado de líquido: 50ml - 500 ml Humedad permitida para funcionamiento: <90 % a 20 °C</p>							
Función							
Enfundar los yogures de funda, para ello en la máquina es colocada un rollo de material el cual es sellado en forma rectangular, en donde se ingresa la cantidad de yogurt establecida entre 50 gr hasta 100 gr.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A14. Ficha Técnica MEY-02

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MEY-02					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Enfundadora de yogurt de palillo			Fabricante	RIOLAC		
Proceso	Enfundado			Modelo	SJ 2000		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00			Marca	Y18120803		
Características generales							
Peso	450 kg	Ancho	0,63 m	Altura	1,50 m	Largo	0,63 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de energía: 2,6 KW Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Capacidad máxima: 200 L Temperatura de sellado vertical: 168 °C Temperatura de sellado horizontal: 226 °C Tiempo de calentamiento: 7-10 min Presión de llenado de líquido: +- 1 Rango de llenado de líquido: 50ml - 500 ml Humedad permitida para funcionamiento: <90 % a 20 °C</p>							
Función							
<p>Enfundar los yogures de palillo, para ello en la máquina es colocada un rollo de material el cual es sellado en forma bolo, en donde se ingresa la cantidad de yogurt establecida de 50ml a 75 ml.</p>							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	




Anexo A15. Ficha Técnica MS-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MS-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Selladora de envase de cereal			Fabricante	RIOLAC		
Proceso	Sellado			Modelo	-----		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00			Marca	-----		
Características generales							
Peso	180 kg	Ancho	1,20 m	Altura	1,50 m	Largo	1,50 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de aire comprimido: 60 PSI Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Capacidad máxima: 50L Capacidad de envases: 16 unidades Temperatura mínima de trabajo: 260 °C Temperatura máxima de trabajo: 280 °C Tiempo de calentamiento: 10 min</p>							
<p>Función</p>							
<p>Sellar la parte superior del vaso de yogurt de manera que no existan espacios donde pueda derramarse el producto y para la respetiva colocación de la tapa de cereal.</p>							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	




Anexo A16. Ficha Técnica MFE-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MFE-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Fechadora		Fabricante		VIDEOJET		
Proceso	Etiquetado		Modelo		1510		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca		INK JET		
Características generales							
Peso	80 kg	Ancho	1,30 m	Altura	1,50 m	Largo	3 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de aire comprimido: 40 PSI Fuente de alimentación: 220V/50 Hz</p>							
Función							
Colocar la fecha de elaboración, de vencimiento del producto, de acuerdo al número de lote y producto saliente.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A17. Ficha Técnica MER-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MER-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Enfundadora de refresco bolo			Fabricante	RIOLAC		
Proceso	Enfundado			Modelo	SJ 2000		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00			Marca	Y18120802		
Características generales							
Peso	450 kg	Ancho	0,63 m	Altura	1,50 m	Largo	0,63 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de energía: 2,6 KW Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Capacidad máxima: 200 L Temperatura de sellado vertical: 168 °C Temperatura de sellado horizontal: 226 °C Tiempo de calentamiento: 7-10 min Presión de llenado de líquido: +- 1 Rango de llenado de líquido: 50ml - 500 ml Humedad permitida para funcionamiento: <90 % a 20 °C</p>							
Función							
<p>Enfundar los refrescos de bolo, para ello en la máquina es colocada un rollo de material el cual es sellado en forma bolo, en donde se ingresa la cantidad de refresco establecido.</p>							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A18. Ficha Técnica MER-02

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MER-02					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Enfundadora de refresco de funda		Fabricante		RIOLAC		
Proceso	Enfundado		Modelo		SJ 2000		
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca		Y18120802		
Características generales							
Peso	450 kg	Ancho	0,63	Altura	1,50 m	Largo	0,63 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de energía: 2,6 KW Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Capacidad máxima: 200 L Temperatura de sellado vertical: 168 °C Temperatura de sellado horizontal: 226 °C Tiempo de calentamiento: 7- 10 min Presión de llenado de líquido: +-1 Rango de llenado de líquido: 50ml - 500 ml Humedad permitida para funcionamiento: <90 % a 20 °C</p>							
Función							
Enfundar los refrescos de funda, para ello en la máquina es colocada un rollo de material el cual es sellado en forma rectangular, en donde se ingresa la cantidad de refresco establecido.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A19. Ficha Técnica MS-02

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		MS-02					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Selladora de vaso grande			Fabricante	MECATEC		
Proceso	Sellado			Modelo	-----		
Tiempo de funcionamiento	Lun a Mier Sáb a Dom 08:00 - 11:00			Marca	-----		
Características generales							
Peso	200 kg	Ancho	0,28 m	Altura	0,77 m	Largo	0,35 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Consumo de aire comprimido: 60 PSI Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Capacidad envases: 4 unidades Temperatura mínimo de trabajo: 220 °C Temperatura máxima de trabajo: 230 °C</p>							
Función							
Sellar la parte superior del vaso de yogurt de manera que no existan espacios donde pueda derramarse el producto y para la respetiva colocación de la tapa de cereal.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A20. Ficha Técnica C-01

		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		C-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Caldero 100		Fabricante	BHP			
Proceso	Generación de vapor		Modelo	15362			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	ATTSU			
Características generales							
Peso	850 kg	Ancho	1,20 m	Altura	3 m	Largo	4 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Control de aire: 100 PSI Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Temperatura de ingreso de agua: 0-12 °C Consumo de combustible: 4 gal/hora</p>							
Función							
Generar vapor saturado de manera que pueda tener un ciclo de generación, distribución, transferencia de calor y condensado para el trabajo de las áreas de producción.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	


Anexo A21. Ficha Técnica C-02


		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		C-02					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo	Caldero 60		Fabricante	BHP			
Proceso	Generación de vapor		Modelo	10326			
Tiempo de funcionamiento	08:00 - 16:00		Marca	ATTSU			
Características generales							
Peso	600 kg	Ancho	1,20 m	Altura	2,10 m	Largo	1,80 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Control de aire: 60 PSI Fuente de alimentación: 220V/50 Hz Temperatura de ingreso de agua: 0-12 °C Consumo de combustible: 6 gal/hora</p>							
Función							
Generar vapor saturado de manera que pueda tener un ciclo de generación, distribución, transferencia de calor y condensado para el trabajo de las áreas de producción.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	

Anexo A22. Ficha Técnica CA-01


		FICHA TÉCNICA DE MAQUINARIA					
		CA-01					
Universidad Técnica de Ambato							
Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial							
Carrera de Ingeniería Industrial							
Máquina/Equipo		Compresor de aire		Fabricante		CH POWER	
Proceso		Alimentación		Modelo		Campbell	
Tiempo de funcionamiento		08:00 - 16:00		Marca		Hausfeld	
Características generales							
Peso	60 kg	Ancho	1 m	Altura	1,80 m	Largo	1 m
Características técnicas				Imagen de la máquina/equipo			
<p>Parámetros técnicos: Potencia de trabajo: 5 HP Capacidad del tanque: 80 gal Presión máxima de trabajo: 125 PSI Caudal de aire: 14 cfm Fuente de alimentación: 220V/50 Hz</p>							
Función							
Generar aire comprimido para las áreas de trabajo de la planta.							
Elaborado por:		Marlon Lema		Aprobado por:		Ing. Fernando Urrutia	


Anexo B. Datos de funcionamiento de la empresa año 2022

	DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA" AÑO 2022	MÁQUINAS	MPT-01			MHG-01			MPT-02			MEL-01		
			N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)
1	Enero	30	180	64	3	180	36	3	240	16	3	240	48	3
2	Febrero	28	168	8	2	168	6.5	2	224	22	3	224	12	3
3	Marzo	31	186	15	3	186	42	2	248	58	6	248	124	2
4	Abril	30	180	8.5	2	180	8	2	240	14	3	240	4	1
5	Mayo	31	186	2	1	186	3.5	1	248	4	2	248	11	2
6	Junio	30	180	32	4	180	7	3	240	26	2	240	6	2
7	Julio	31	186	8	2	186	25	2	248	5	2	248	18	2
8	Agosto	31	186	6	1	186	3.5	1	248	72	4	248	56	4
9	Septiembre	30	180	24	2	180	48	4	240	50	2	240	4.5	2
10	Octubre	31	186	1.5	1	186	4.5	1	248	12	3	248	12	3
11	Noviembre	30	180	9	1	180	2	1	240	10	3	240	8	2
12	Diciembre	30	180	2	1	180	2.5	1	240	9	2	240	6	2
	TOTAL	363	181.5	15	1.917	181.5	15.7	1.92	242	24.83	2.917	242	25.79	2.333

	DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA" AÑO 2022	MÁQUINAS	TA-01			MM-01			MM-02			MM-03		
			N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)
1	Enero	30	240	12	1	240	10	1	240	15	2	240	14	2
2	Febrero	28	224	24	2	224	48	3	224	3.5	1	224	56	2
3	Marzo	31	248	2	1	248	6	1	248	8	1	248	2.5	1
4	Abril	30	240	3	1	240	24	2	240	56	2	240	6	2
5	Mayo	31	248	4	2	248	5	2	248	16	1	248	8	1
6	Junio	30	240	2	1	240	9	1	240	12	2	240	3.5	2
7	Julio	31	248	36	2	248	8	2	248	6	1	248	9	1
8	Agosto	31	248	5	1	248	3	1	248	8	2	248	10	3
9	Septiembre	30	240	32.5	2	240	18	2	240	3	1	240	12	2
10	Octubre	31	248	12	2	248	4	1	248	4	2	248	4	1
11	Noviembre	30	240	3.5	2	240	14	2	240	8	1	240	168	1
12	Diciembre	30	240	1.5	1	240	3	1	240	0.5	1	240	2	1
	TOTAL	363	242	11.46	1.5	242	12.7	1.58	242	11.67	1.417	242	24.58	1.583

N°	MESES	Días	MM-04			MECH-01			MECH-02			MECH-03		
			TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)
1	Enero	30	240	48	3	240	10	2	240	1	1	240	1	1
2	Febrero	28	224	14	2	224	0.5	1	224	0.5	1	224	0.5	1
3	Marzo	31	248	5	2	248	1	1	248	3.5	1	248	1	1
4	Abril	30	240	16	1	240	0.5	1	240	4	2	240	1	1
5	Mayo	31	248	3.5	1	248	2	1	248	1.5	1	248	1.5	1
6	Junio	30	240	8	2	240	1	1	240	2.5	1	240	0.5	1
7	Julio	31	248	14	1	248	4	1	248	1	1	248	3	1
8	Agosto	31	248	2	1	248	0.5	1	248	0.5	1	248	1	1
9	Septiembre	30	240	15	2	240	0.5	1	240	0.5	1	240	2.5	1
10	Octubre	31	248	48	2	248	1	1	248	2.5	1	248	2	1
11	Noviembre	30	240	9	1	240	1	1	240	0.5	1	240	0.5	1
12	Diciembre	30	240	36	1	240	1.5	1	240	1	1	240	1	1
	TOTAL	363	242	18.21	1.583	242	1.96	1.08	242	1.583	1.083	242	1.292	1



	DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA" AÑO 2022		MÁQUINAS	MEY-01			MEY-02			MS-01			MS-02		
	N°	MESES		Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)
1	Enero	30	240	56	3	240	48	2	80	3	1	8	0.5	1	
2	Febrero	28	224	14	2	224	15	3	80	0.5	1	8	0.5	2	
3	Marzo	31	248	56	4	248	12	2	80	56	2	8	2	1	
4	Abril	30	240	6	2	240	42	2	80	0.5	1	8	4	2	
5	Mayo	31	248	8.5	2	248	10	2	80	1.5	2	8	1	1	
6	Junio	30	240	48	2	240	11.5	2	80	6	1	8	1	1	
7	Julio	31	248	5	2	248	62	4	80	0.5	1	8	3.5	2	
8	Agosto	31	248	60	3	248	5.5	2	80	12	3	8	0.5	1	
9	Septiembre	30	240	3.5	2	240	12	3	80	7	3	8	1	1	
10	Octubre	31	248	6	2	248	52	3	80	5	3	8	2.5	1	
11	Noviembre	30	240	5	2	240	15.5	2	80	1.5	1	8	0.5	1	
12	Diciembre	30	240	36	3	240	8.5	3	80	0.5	2	8	1.5	1	
	TOTAL	363	242	25.33	2.417	242	24.5	2.5	80	7.833	1.75	8	1.542	1.25	

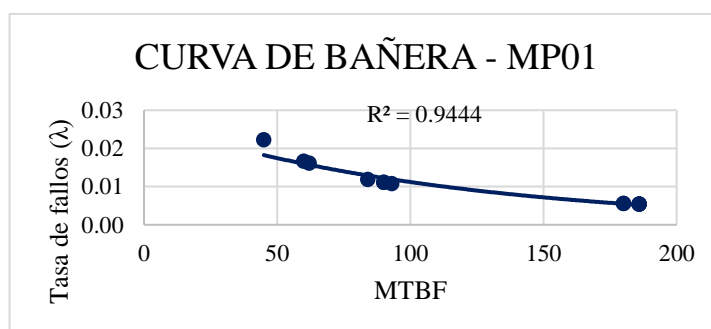
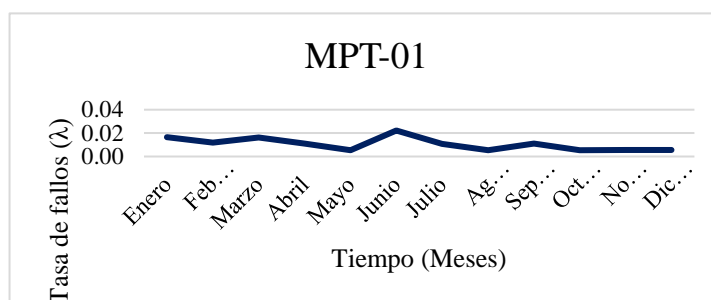
	DATOS DE FUNCIONAMIENTO DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA" AÑO 2022		MÁQUINAS	MFE-01			MER-01			MER-02			C-01		
	N°	MESES		Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)
1	Enero	30	240	12	1	240	32	3	240	58	4	240	62	3	
2	Febrero	28	224	56	2	224	115	4	224	5.5	1	224	32.5	2	
3	Marzo	31	248	3.5	2	248	1.5	1	248	140	3	248	11.5	1	
4	Abril	30	240	8	3	240	48	2	240	3.5	2	240	6	1	
5	Mayo	31	248	96	3	248	5	2	248	15.5	3	248	25	3	
6	Junio	30	240	4.5	2	240	6	1	240	45	3	240	42	4	
7	Julio	31	248	12	1	248	12	4	248	2	1	248	11.5	2	
8	Agosto	31	248	78	2	248	5	1	248	5.5	3	248	6	3	
9	Septiembre	30	240	2	1	240	8.5	3	240	6.5	1	240	35	5	
10	Octubre	31	248	3.5	2	248	90	2	248	36	2	248	7.5	3	
11	Noviembre	30	240	62	3	240	6.5	1	240	6	3	240	5	2	
12	Diciembre	30	240	12	2	240	10	3	240	8.5	2	240	12.5	2	
	TOTAL	363	242	29.13	2	242	28.3	2.25	242	27.67	2.333	242	21.38	2.583	

N°	MESES	MÁQUINAS Días	C-02			CA-01		
			TO (h)	TP (h)	N (fallos)	TO (h)	TP (h)	N (fallos)
1	Enero	30	240	5	2	240	12	2
2	Febrero	28	224	10.5	4	224	4	2
3	Marzo	31	248	8.5	2	248	8.5	1
4	Abril	30	240	3	1	240	48	3
5	Mayo	31	248	14	4	248	8.5	2
6	Junio	30	240	1.5	1	240	5.5	2
7	Julio	31	248	56	2	248	5	1
8	Agosto	31	248	3.5	2	248	3	2
9	Septiembre	30	240	6.5	1	240	5	2
10	Octubre	31	248	18.5	5	248	6	2
11	Noviembre	30	240	24	3	240	3	1
12	Diciembre	30	240	6	2	240	56	4
	TOTAL	363	242	13.08	2.417	242	13.7	2



Anexo C. Indicadores de mantenimiento

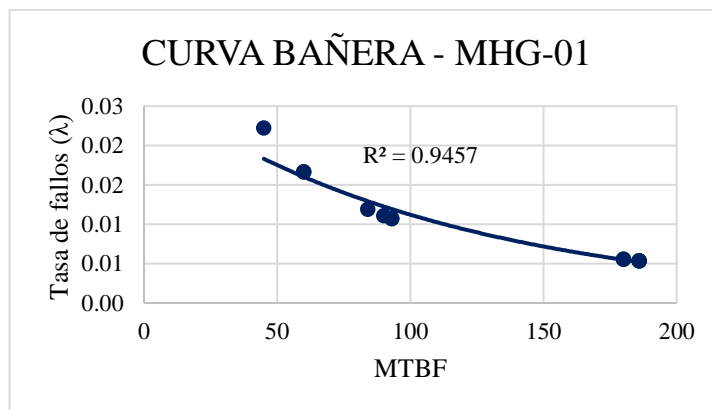
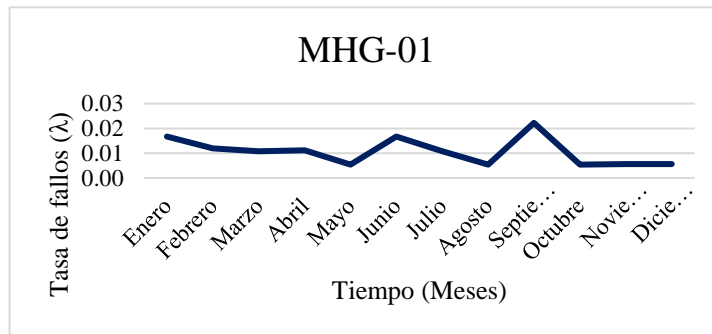
Anexo C1. Indicadores de mantenimiento MPT-01

			Datos de funcionamiento 2022								
			MPT-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	180	64	3	60	21.33	0.02	0.05	92.95%	
2	Febrero	28	168	8	2	84	4	0.01	0.25		
3	Marzo	31	186	15	3	62	5	0.02	0.20		
4	Abril	30	180	8.5	2	90	4.25	0.01	0.24		
5	Mayo	31	186	2	1	186	2	0.01	0.50		
6	Junio	30	180	32	4	45	8	0.02	0.13		
7	Julio	31	186	8	2	93	4	0.01	0.25		
8	Agosto	31	186	6	1	186	6	0.01	0.17		
9	Septiembre	30	180	24	2	90	12	0.01	0.08		
10	Octubre	31	186	1.5	1	186	1.5	0.01	0.67		
11	Noviembre	30	180	9	1	180	9	0.01	0.11		
12	Diciembre	30	180	2	1	180	2	0.01	0.50		
TOTAL						120.17	6.59	0.01	0.26		





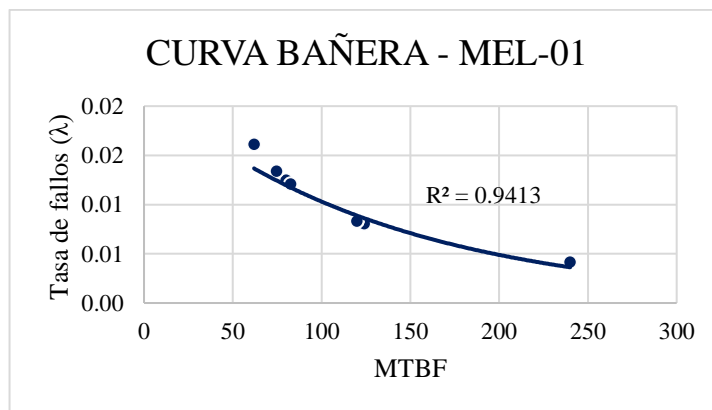
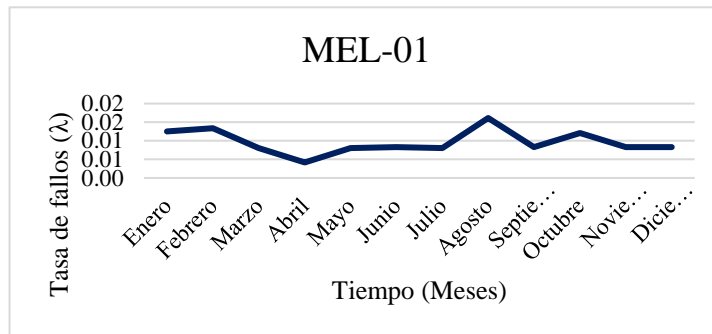
Anexo C2. Indicadores de mantenimiento MHG-01

			Datos de funcionamiento 2022								
MHG-01											
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	180	36	3	60	12	0.02	0.08	92.65%	
2	Febrero	28	168	6.5	2	84	3.25	0.01	0.31		
3	Marzo	31	186	42	2	93	21	0.01	0.05		
4	Abril	30	180	8	2	90	4	0.01	0.25		
5	Mayo	31	186	3.5	1	186	3.5	0.01	0.29		
6	Junio	30	180	7	3	60	2.33	0.02	0.43		
7	Julio	31	186	25	2	93	12.5	0.01	0.08		
8	Agosto	31	186	3.5	1	186	3.5	0.01	0.29		
9	Septiembre	30	180	48	4	45	12	0.02	0.08		
10	Octubre	31	186	4.5	1	186	4.5	0.01	0.22		
11	Noviembre	30	180	2	1	180	2	0.01	0.50		
12	Diciembre	30	180	2.5	1	180	2.5	0.01	0.40		
TOTAL						120.25	6.92	0.01	0.25		



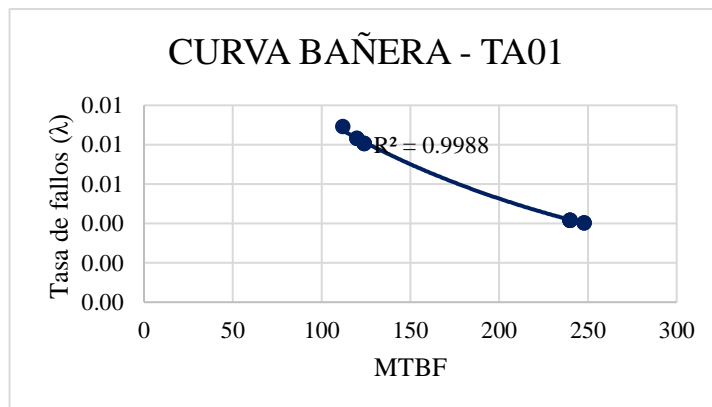
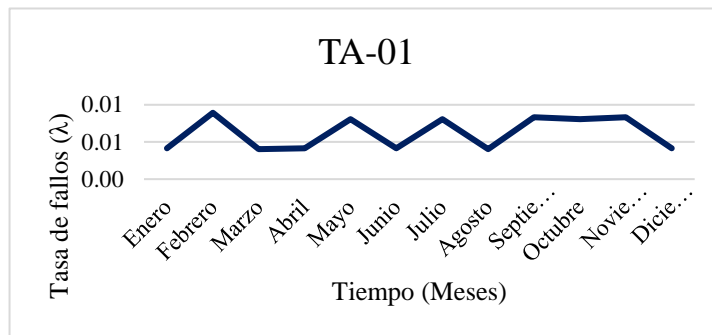
Anexo C3. Indicadores de mantenimiento MEL-01

			Datos de funcionamiento 2022								
MEL-01											
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	48	3	80	16	0.01	0.06	91.61%	
2	Febrero	28	224	12	3	74.67	4	0.01	0.25		
3	Marzo	31	248	124	2	124	62	0.01	0.02		
4	Abril	30	240	4	1	240	4	0.00	0.25		
5	Mayo	31	248	11	2	124	5.5	0.01	0.18		
6	Junio	30	240	6	2	120	3	0.01	0.33		
7	Julio	31	248	18	2	124	9	0.01	0.11		
8	Agosto	31	248	56	4	62	14	0.02	0.07		
9	Septiembre	30	240	4.5	2	120	2.25	0.01	0.44		
10	Octubre	31	248	12	3	82.67	4	0.01	0.25		
11	Noviembre	30	240	8	2	120	4	0.01	0.25		
12	Diciembre	30	240	6	2	120	3	0.01	0.33		
TOTAL						115.94	10.90	0.01	0.21		



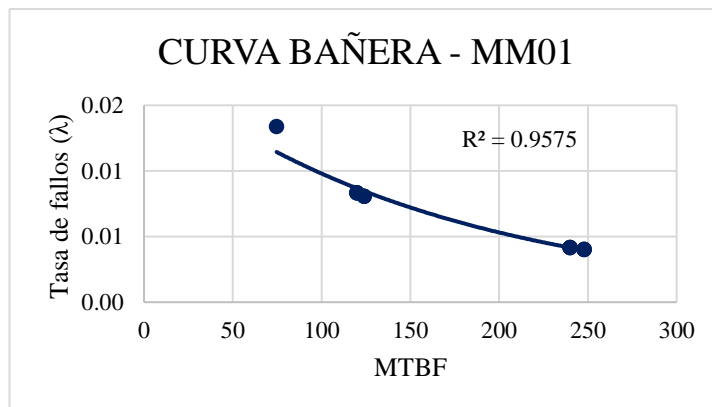
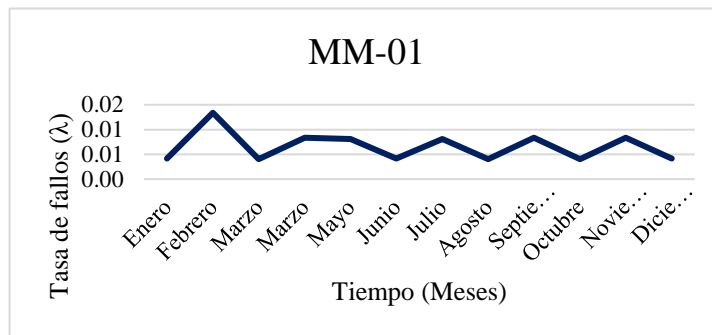
Anexo C4. Indicadores de mantenimiento TA-01

		Datos de funcionamiento 2022								
		TA-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional
1	Enero	30	240	12	1	240	12	0.00	0.08	95,65%
2	Febrero	28	224	24	2	112	12	0.01	0.08	
3	Marzo	31	248	2	1	248	2	0.00	0.50	
4	Abril	30	240	3	1	240	3	0.00	0.33	
5	Mayo	31	248	4	2	124	2	0.01	0.50	
6	Junio	30	240	2	1	240	2	0.00	0.50	
7	Julio	31	248	36	2	124	18	0.01	0.06	
8	Agosto	31	248	5	1	248	5	0.00	0.20	
9	Septiembre	30	240	33	2	120	16.25	0.01	0.06	
10	Octubre	31	248	12	2	124	6	0.01	0.17	
11	Noviembre	30	240	3.5	2	120	1.75	0.01	0.57	
12	Diciembre	30	240	1.5	1	240	1.5	0.00	0.67	
TOTAL						181.67	6.79	0.01	0.31	



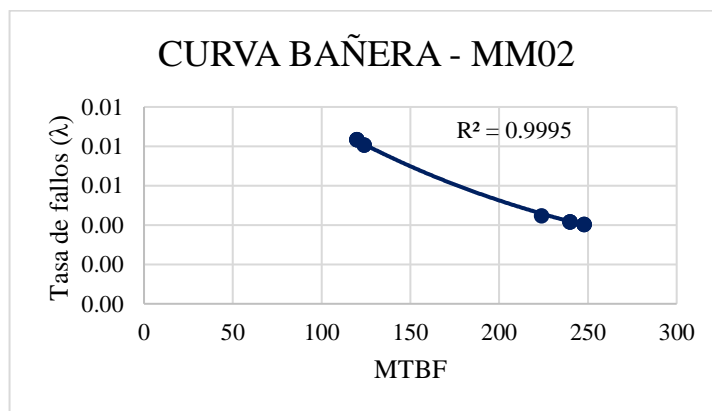
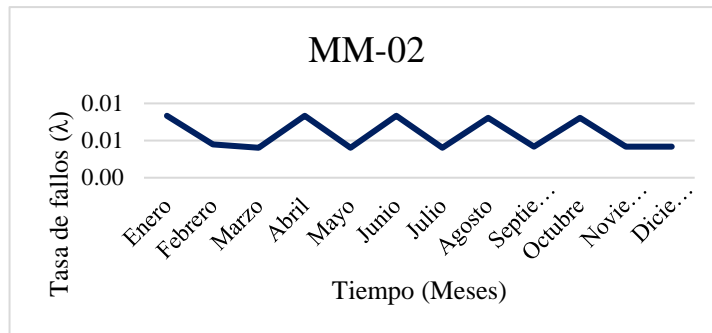
Anexo C5. Indicadores de mantenimiento MM-01

			Datos de funcionamiento 2022								
			MM-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	10	1	240	10	0.00	0.10	95.14%	
2	Febrero	28	224	48	3	74.67	16	0.01	0.06		
3	Marzo	31	248	6	1	248	6	0.00	0.17		
4	Marzo	30	240	24	2	120	12	0.01	0.08		
5	Mayo	31	248	5	2	124	2.5	0.01	0.40		
6	Junio	30	240	9	1	240	9	0.00	0.11		
7	Julio	31	248	8	2	124	4	0.01	0.25		
8	Agosto	31	248	3	1	248	3	0.00	0.33		
9	Septiembre	30	240	18	2	120	9	0.01	0.11		
10	Octubre	31	248	4	1	248	4	0.00	0.25		
11	Noviembre	30	240	14	2	120	7	0.01	0.14		
12	Diciembre	30	240	3	1	240	3	0.00	0.33		
TOTAL						178.89	7.13	0.01	0.20		





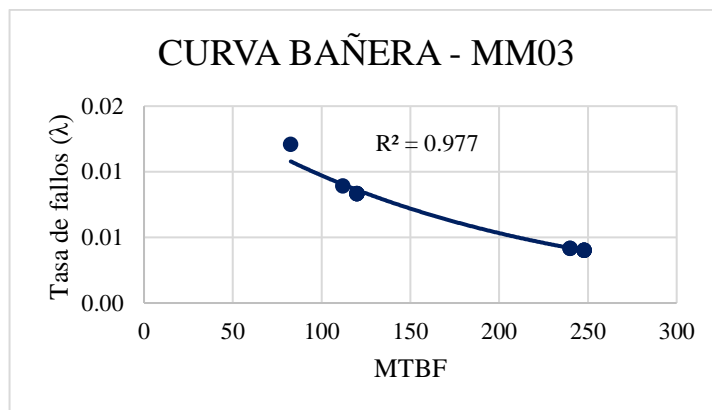
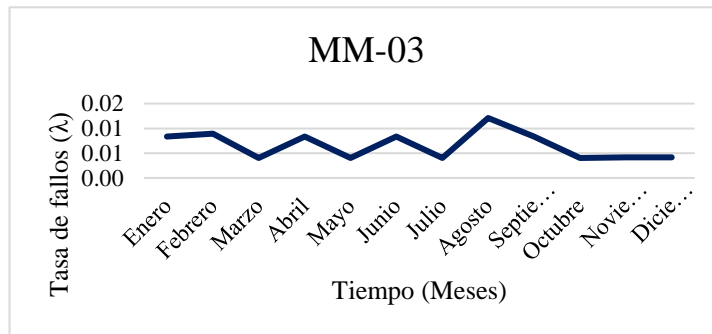
Anexo C6. Indicadores de mantenimiento MM-02

			Datos de funcionamiento 2022								
			MM-02								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	15	2	120	7.5	0.01	0.13	95.66%	
2	Febrero	28	224	3.5	1	224	3.5	0.00	0.29		
3	Marzo	31	248	8	1	248	8	0.00	0.13		
4	Abril	30	240	56	2	120	28	0.01	0.04		
5	Mayo	31	248	16	1	248	16	0.00	0.06		
6	Junio	30	240	12	2	120	6	0.01	0.17		
7	Julio	31	248	6	1	248	6	0.00	0.17		
8	Agosto	31	248	8	2	124	4	0.01	0.25		
9	Septiembre	30	240	3	1	240	3	0.00	0.33		
10	Octubre	31	248	4	2	124	2	0.01	0.50		
11	Noviembre	30	240	8	1	240	8	0.00	0.13		
12	Diciembre	30	240	0.5	1	240	0.5	0.00	2.00		
TOTAL						191.33	7.71	0.01	0.35		





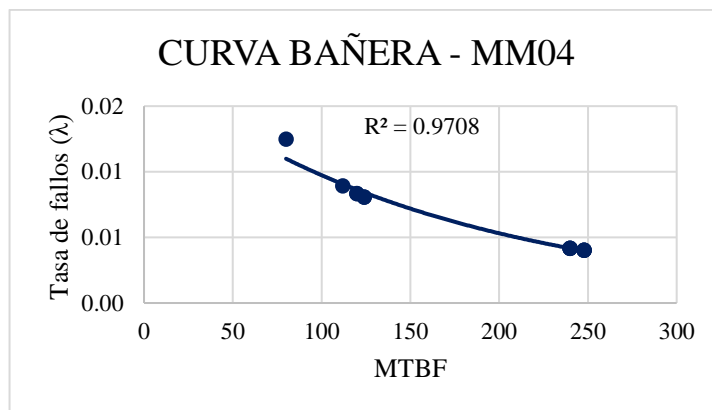
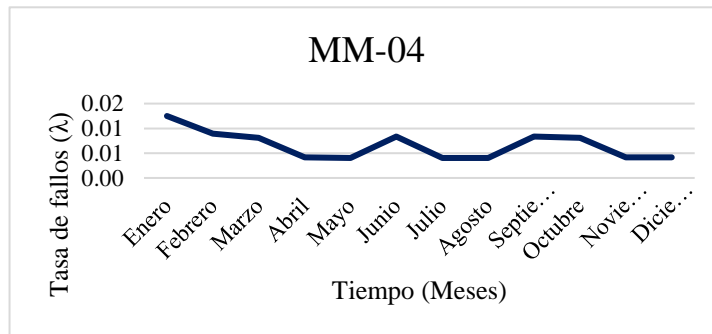
Anexo C7. Indicadores de mantenimiento MM-03

			Datos de funcionamiento 2022								
			MM-03								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	14	2	120	7	0.01	0.14	92.56%	
2	Febrero	28	224	56	2	112	28	0.01	0.04		
3	Marzo	31	248	2.5	1	248	2.5	0.00	0.40		
4	Abril	30	240	6	2	120	3	0.01	0.33		
5	Mayo	31	248	8	1	248	8	0.00	0.13		
6	Junio	30	240	3.5	2	120	1.75	0.01	0.57		
7	Julio	31	248	9	1	248	9	0.00	0.11		
8	Agosto	31	248	10	3	82.67	3.33	0.01	0.30		
9	Septiembre	30	240	12	2	120	6	0.01	0.17		
10	Octubre	31	248	4	1	248	4	0.00	0.25		
11	Noviembre	30	240	168	1	240	168	0.00	0.01		
12	Diciembre	30	240	2	1	240	2	0.00	0.50		
TOTAL						178.89	20.2153	0.01	0.25		



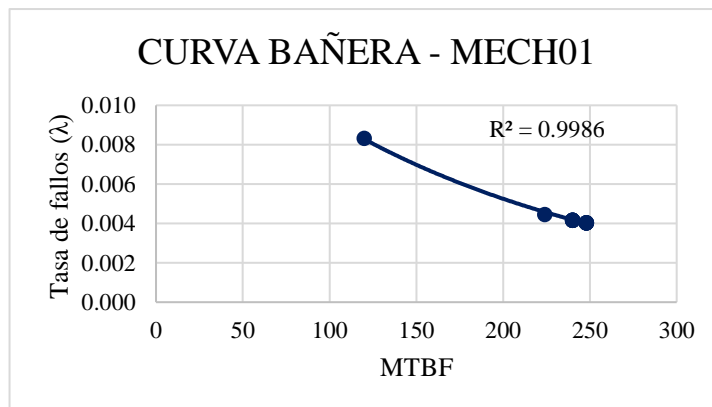
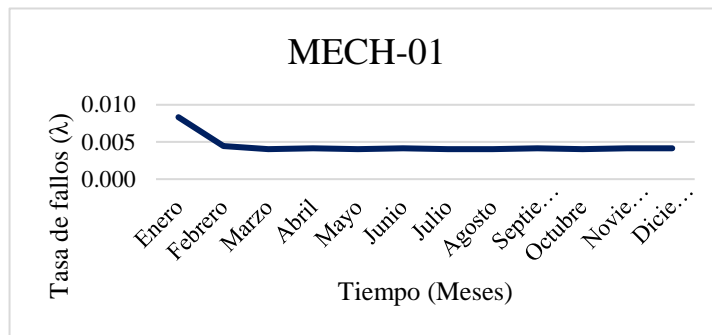
Anexo C8. Indicadores de mantenimiento MM-04

			Datos de funcionamiento 2022								
			MM-04								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	48	3	80	16	0.01	0.06	93.31%	
2	Febrero	28	224	14	2	112	7	0.01	0.14		
3	Marzo	31	248	5	2	124	2.5	0.01	0.40		
4	Abril	30	240	16	1	240	16	0.00	0.06		
5	Mayo	31	248	3.5	1	248	3.5	0.00	0.29		
6	Junio	30	240	8	2	120	4	0.01	0.25		
7	Julio	31	248	14	1	248	14	0.00	0.07		
8	Agosto	31	248	2	1	248	2	0.00	0.50		
9	Septiembre	30	240	15	2	120	7.5	0.01	0.13		
10	Octubre	31	248	48	2	124	24	0.01	0.04		
11	Noviembre	30	240	9	1	240	9	0.00	0.11		
12	Diciembre	30	240	36	1	240	36	0.00	0.03		
TOTAL						178.67	11.79	0.01	0.17		





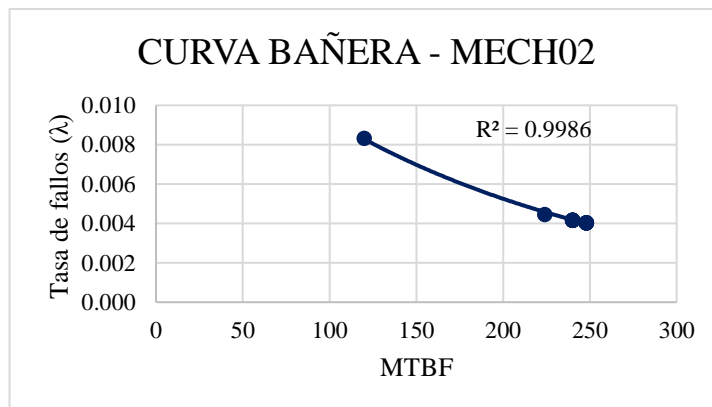
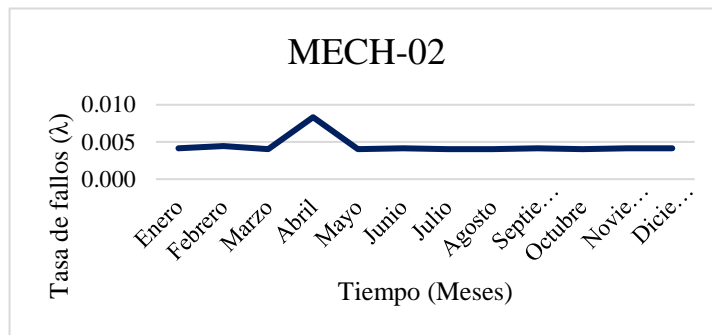
Anexo C9. Indicadores de mantenimiento MECH-01

			Datos de funcionamiento 2022								
			MECH-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	10	2	120	5	0.008	0.20	99.21%	
2	Febrero	28	224	0.5	1	224	0.5	0.004	2.00		
3	Marzo	31	248	1	1	248	1	0.004	1.00		
4	Abril	30	240	0.5	1	240	0.5	0.004	2.00		
5	Mayo	31	248	2	1	248	2	0.004	0.50		
6	Junio	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00		
7	Julio	31	248	4	1	248	4	0.004	0.25		
8	Agosto	31	248	0.5	1	248	0.5	0.004	2.00		
9	Septiembre	30	240	0.5	1	240	0.5	0.004	2.00		
10	Octubre	31	248	1	1	248	1	0.004	1.00		
11	Noviembre	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00		
12	Diciembre	30	240	1.5	1	240	1.5	0.004	0.67		
TOTAL						232	1.54	0.004	1.13		





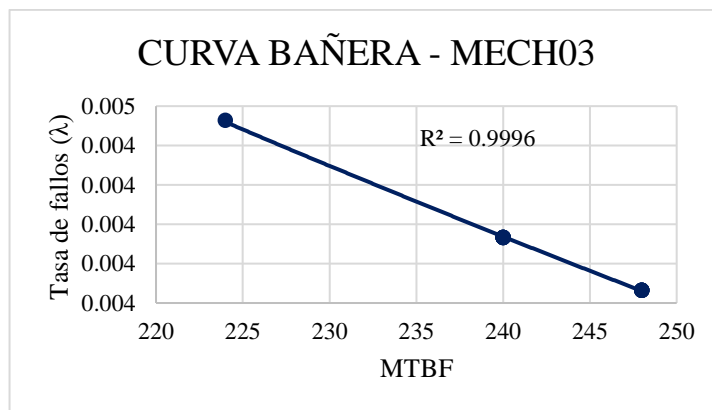
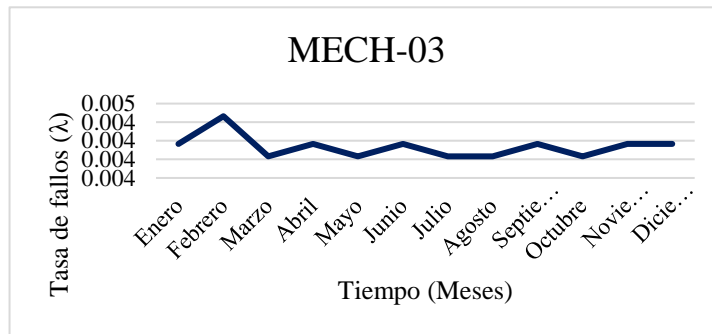
Anexo C10. Indicadores de mantenimiento MECH-02

			Datos de funcionamiento 2022								
MECH-02											
Nº	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00	99.36%	
2	Febrero	28	224	0.5	1	224	0.5	0.004	2.00		
3	Marzo	31	248	3.5	1	248	3.5	0.004	0.29		
4	Abril	30	240	4	2	120	2	0.008	0.50		
5	Mayo	31	248	1.5	1	248	1.5	0.004	0.67		
6	Junio	30	240	2.5	1	240	2.5	0.004	0.40		
7	Julio	31	248	1	1	248	1	0.004	1.00		
8	Agosto	31	248	0.5	1	248	0.5	0.004	2.00		
9	Septiembre	30	240	0.5	1	240	0.5	0.004	2.00		
10	Octubre	31	248	2.5	1	248	2.5	0.004	0.40		
11	Noviembre	30	240	0.5	1	240	0.5	0.004	2.00		
12	Diciembre	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00		
TOTAL						232	1.42	0.004	1.10		





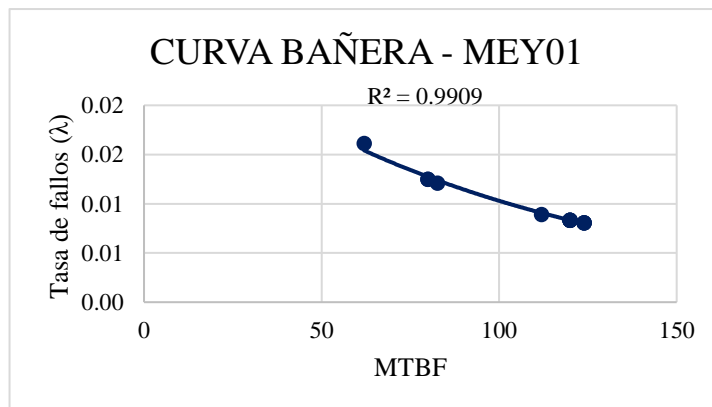
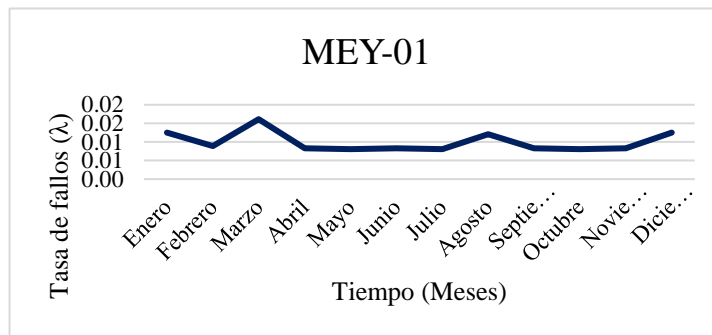
Anexo C11. Indicadores de mantenimiento MECH-03

			Datos de funcionamiento 2022								
			MECH-03								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00	99.47%	
2	Febrero	28	224	0.5	1	224	0.5	0.004	2.00		
3	Marzo	31	248	1	1	248	1	0.004	1.00		
4	Abril	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00		
5	Mayo	31	248	1.5	1	248	1.5	0.004	0.67		
6	Junio	30	240	0.5	1	240	0.5	0.004	2.00		
7	Julio	31	248	3	1	248	3	0.004	0.33		
8	Agosto	31	248	1	1	248	1	0.004	1.00		
9	Septiembre	30	240	2.5	1	240	2.5	0.004	0.40		
10	Octubre	31	248	2	1	248	2	0.004	0.50		
11	Noviembre	30	240	0.5	1	240	0.5	0.004	2.00		
12	Diciembre	30	240	1	1	240	1	0.004	1.00		
TOTAL						242	1.29	0.004	1.08		



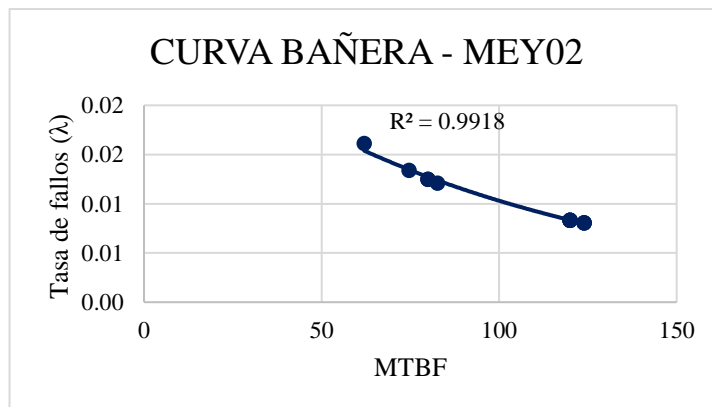
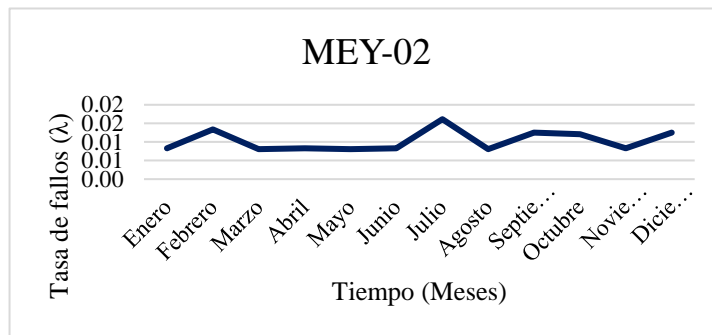
Anexo C12. Indicadores de mantenimiento MEY-01

			Datos de funcionamiento 2022								
MEY-01											
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	56	3	80	18.67	0.01	0.05	91.17%	
2	Febrero	28	224	14	2	112	7	0.01	0.14		
3	Marzo	31	248	56	4	62	14	0.02	0.07		
4	Abril	30	240	6	2	120	3	0.01	0.33		
5	Mayo	31	248	8.5	2	124	4.25	0.01	0.24		
6	Junio	30	240	48	2	120	24	0.01	0.04		
7	Julio	31	248	5	2	124	2.5	0.01	0.40		
8	Agosto	31	248	60	3	82.67	20	0.01	0.05		
9	Septiembre	30	240	3.5	2	120	1.75	0.01	0.57		
10	Octubre	31	248	6	2	124	3	0.01	0.33		
11	Noviembre	30	240	5	2	120	2.5	0.01	0.40		
12	Diciembre	30	240	36	3	80	12	0.01	0.08		
TOTAL						105.72	9.39	0.01	0.23		



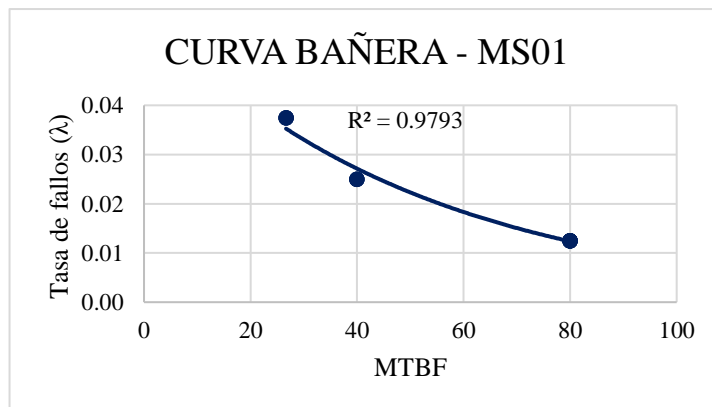
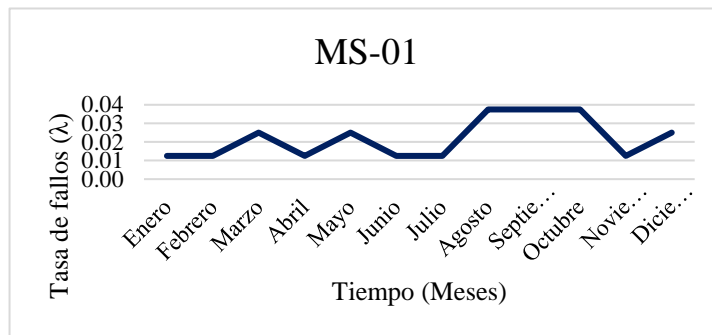
Anexo C13. Indicadores de mantenimiento MEY-02

		Datos de funcionamiento 2022								
		MEY-02								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional
1	Enero	30	240	48	2	120	24	0.01	0.04	91.28%
2	Febrero	28	224	15	3	74.67	5	0.01	0.20	
3	Marzo	31	248	12	2	124	6	0.01	0.17	
4	Abril	30	240	42	2	120	21	0.01	0.05	
5	Mayo	31	248	10	2	124	5	0.01	0.20	
6	Junio	30	240	12	2	120	5.75	0.01	0.17	
7	Julio	31	248	62	4	62	15.5	0.02	0.06	
8	Agosto	31	248	5.5	2	124	2.75	0.01	0.36	
9	Septiembre	30	240	12	3	80	4	0.01	0.25	
10	Octubre	31	248	52	3	82.67	17.33	0.01	0.06	
11	Noviembre	30	240	16	2	120	7.75	0.01	0.13	
12	Diciembre	30	240	8.5	3	80	2.83	0.01	0.35	
TOTAL						102.61	9.74	0.01	0.17	





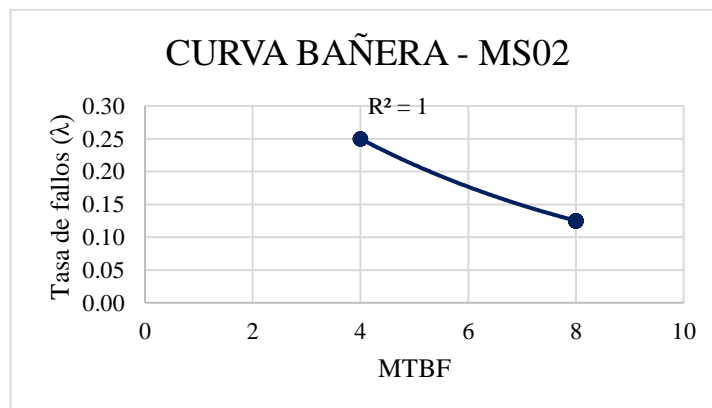
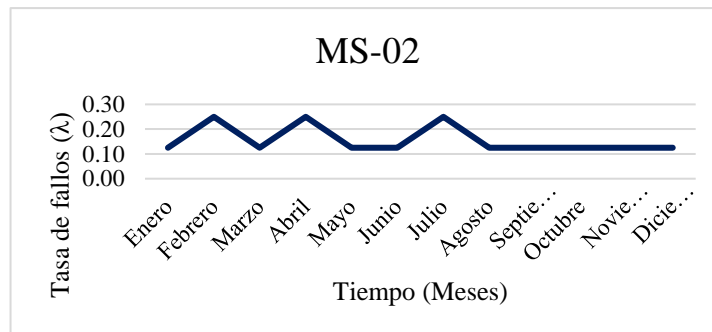
Anexo C14. Indicadores de mantenimiento MS-01

		Datos de funcionamiento 2022								
		MS-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional
1	Enero	20	80	3	1	80	3	0.01	0.33	92.92%
2	Febrero	20	80	0.5	1	80	0.5	0.01	2.00	
3	Marzo	20	80	56	2	40	28	0.03	0.04	
4	Abril	20	80	0.5	1	80	0.5	0.01	2.00	
5	Mayo	20	80	1.5	2	40	0.75	0.03	1.33	
6	Junio	20	80	6	1	80	6	0.01	0.17	
7	Julio	20	80	0.5	1	80	0.5	0.01	2.00	
8	Agosto	20	80	12	3	26.67	4	0.04	0.25	
9	Septiembre	20	80	7	3	26.67	2.33	0.04	0.43	
10	Octubre	20	80	5	3	26.67	1.67	0.04	0.60	
11	Noviembre	20	80	1.5	1	80	1.5	0.01	0.67	
12	Diciembre	20	80	0.5	2	40	0.25	0.03	4.00	
TOTAL						56.67	4.08	0.02	1.15	





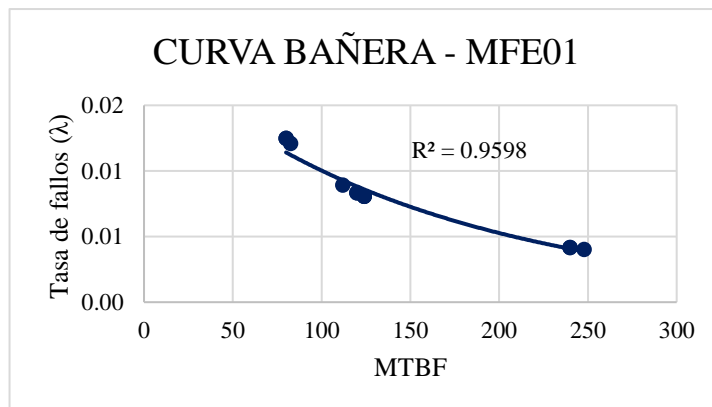
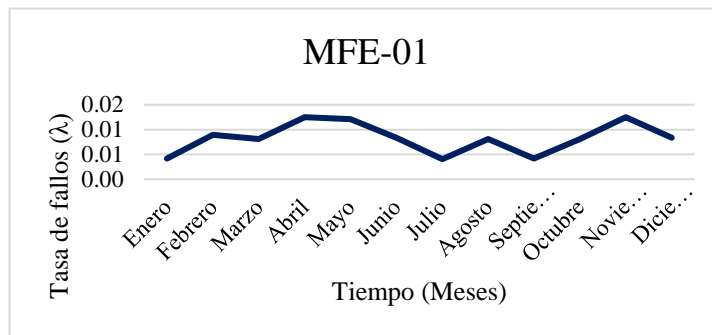
Anexo C15. Indicadores de mantenimiento MS-02

			Datos de funcionamiento 2022								
			MS-02								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	8	8	0.5	1	8	0.5	0.13	2	84.98%	
2	Febrero	8	8	0.5	2	4	0.25	0.25	4		
3	Marzo	8	8	2	1	8	2	0.13	0.5		
4	Abril	8	8	4	2	4	2	0.25	0.5		
5	Mayo	8	8	1	1	8	1	0.13	1		
6	Junio	8	8	1	1	8	1	0.13	1		
7	Julio	8	8	3.5	2	4	1.75	0.25	0.57		
8	Agosto	8	8	0.5	1	8	0.5	0.13	2		
9	Septiembre	8	8	1	1	8	1	0.13	1		
10	Octubre	8	8	2.5	1	8	2.5	0.13	0.4		
11	Noviembre	8	8	0.5	1	8	0.5	0.13	2		
12	Diciembre	8	8	1.5	1	8	1.5	0.13	0.67		
TOTAL						7	1.21	0.16	1.30		



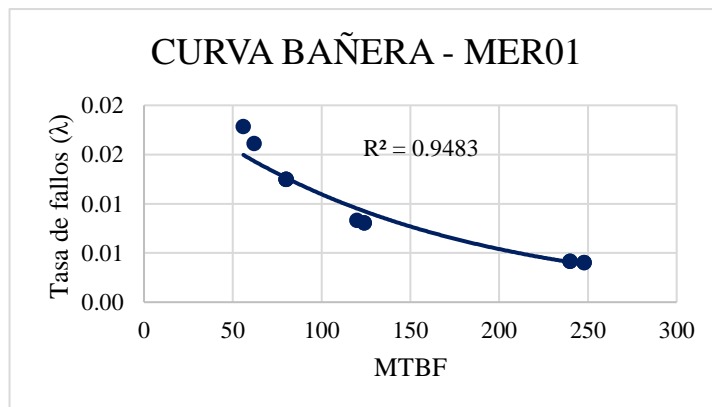
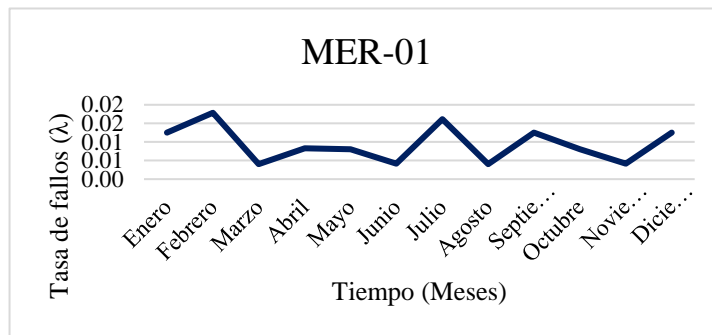
Anexo C16. Indicadores de mantenimiento MFE-01

			Datos de funcionamiento 2022								
			MFE-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	12	1	240	12	0.00	0.08	90.40%	
2	Febrero	28	224	56	2	112	28	0.01	0.04		
3	Marzo	31	248	3.5	2	124	1.75	0.01	0.57		
4	Abril	30	240	8	3	80	2.67	0.01	0.38		
5	Mayo	31	248	96	3	82.67	32	0.01	0.03		
6	Junio	30	240	4.5	2	120	2.25	0.01	0.44		
7	Julio	31	248	12	1	248	12	0.00	0.08		
8	Agosto	31	248	78	2	124	39	0.01	0.03		
9	Septiembre	30	240	2	1	240	2	0.00	0.50		
10	Octubre	31	248	3.5	2	124	1.75	0.01	0.57		
11	Noviembre	30	240	62	3	80	20.67	0.01	0.05		
12	Diciembre	30	240	12	2	120	6	0.01	0.17		
TOTAL						141.22	13.34	0.01	0.24		



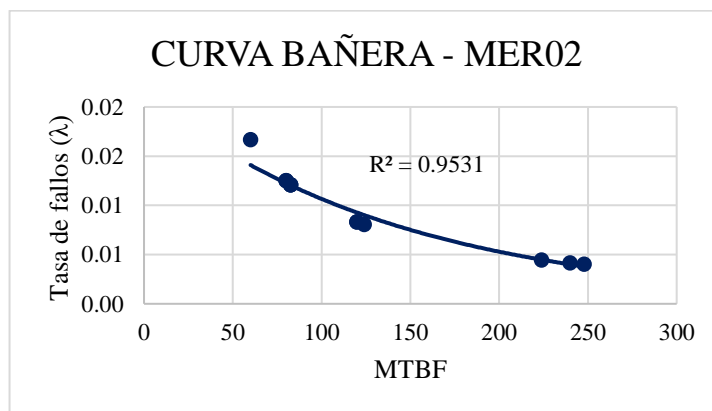
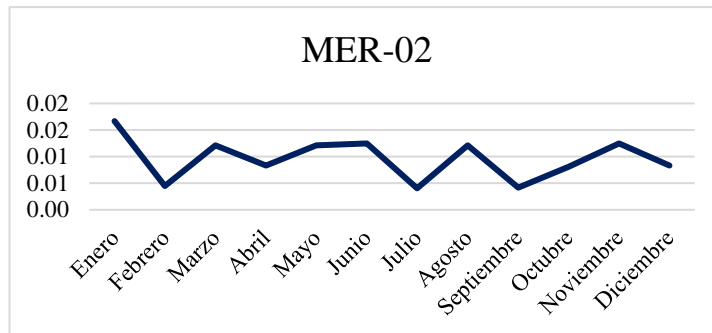
Anexo C17. Indicadores de mantenimiento MER-01

			Datos de funcionamiento 2022								
			MER-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	32	3	80	10.67	0.01	0.09	90.78%	
2	Febrero	28	224	115	4	56	28.75	0.02	0.03		
3	Marzo	31	248	1.5	1	248	1.50	0.00	0.67		
4	Abril	30	240	48	2	120	24.00	0.01	0.04		
5	Mayo	31	248	5	2	124	2.50	0.01	0.40		
6	Junio	30	240	6	1	240	6.00	0.00	0.17		
7	Julio	31	248	12	4	62	3.00	0.02	0.33		
8	Agosto	31	248	5	1	248	5.00	0.00	0.20		
9	Septiembre	30	240	8.5	3	80	2.83	0.01	0.35		
10	Octubre	31	248	90	2	124	45.00	0.01	0.02		
11	Noviembre	30	240	6.5	1	240	6.50	0.00	0.15		
12	Diciembre	30	240	10	3	80	3.33	0.01	0.30		
TOTAL						141.83	11.59	0.01	0.23		





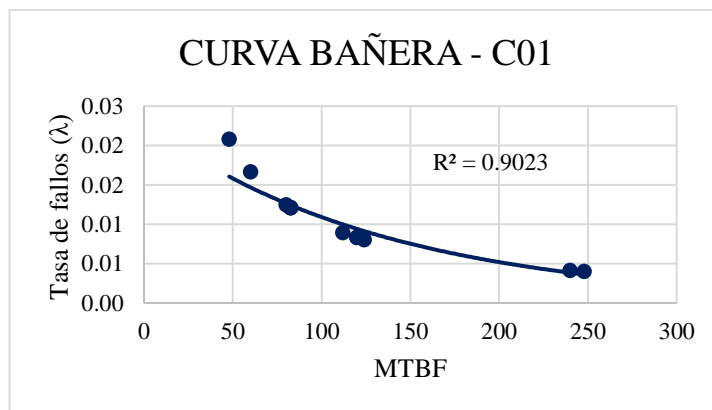
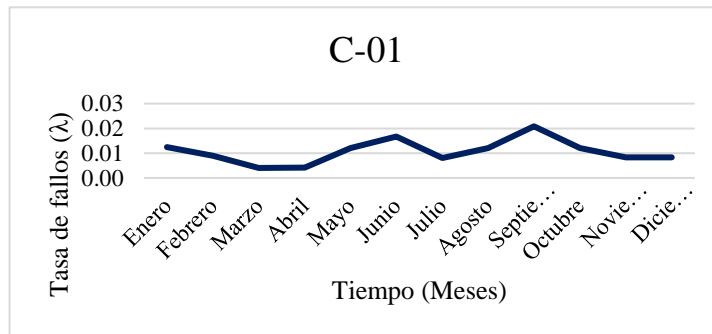
Anexo C18. Indicadores de mantenimiento MER-02

		Datos de funcionamiento 2022								
		MER-02								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional
1	Enero	30	240	58	4	60	14.5	0.02	0.07	91.23%
2	Febrero	28	224	5.5	1	224	5.5	0.00	0.18	
3	Marzo	31	248	140	3	82.67	46.67	0.01	0.02	
4	Abril	30	240	3.5	2	120	1.75	0.01	0.57	
5	Mayo	31	248	16	3	82.67	5.17	0.01	0.19	
6	Junio	30	240	45	3	80	15	0.01	0.07	
7	Julio	31	248	2	1	248	2	0.00	0.50	
8	Agosto	31	248	5.5	3	82.67	1.83	0.01	0.55	
9	Septiembre	30	240	6.5	1	240	6.5	0.00	0.15	
10	Octubre	31	248	36	2	124	18	0.01	0.06	
11	Noviembre	30	240	6	3	80	2	0.01	0.50	
12	Diciembre	30	240	8.5	2	120	4.25	0.01	0.24	
TOTAL						128.67	10.26	0.01	0.26	



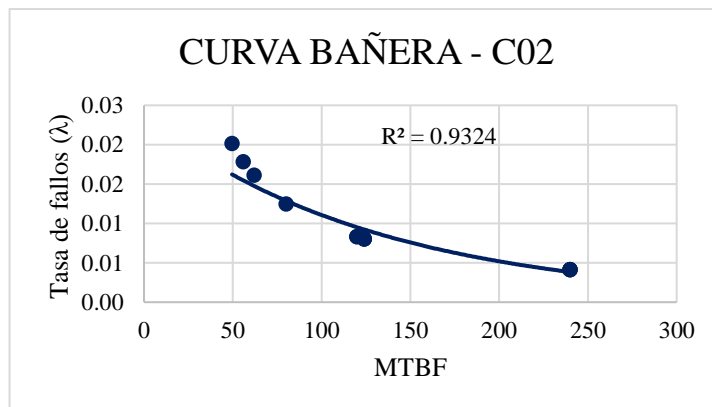
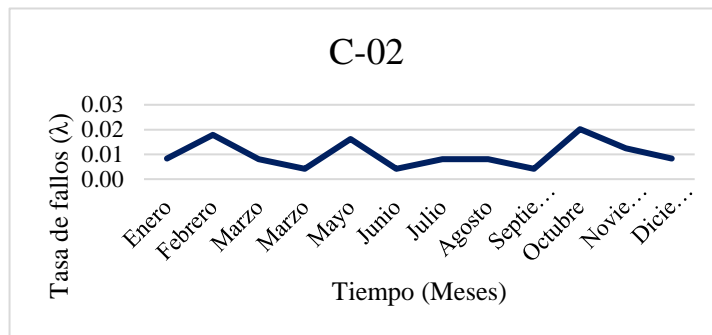
Anexo C19. Indicadores de mantenimiento C-01

			Datos de funcionamiento 2022								
			C-01								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	62	3	80	20.67	0.01	0.05	92.20%	
2	Febrero	28	224	33	2	112	16.25	0.01	0.06		
3	Marzo	31	248	12	1	248	11.5	0.00	0.09		
4	Abril	30	240	6	1	240	6	0.00	0.17		
5	Mayo	31	248	25	3	82.67	8.33	0.01	0.12		
6	Junio	30	240	42	4	60	10.5	0.02	0.10		
7	Julio	31	248	12	2	124	5.75	0.01	0.17		
8	Agosto	31	248	6	3	82.67	2	0.01	0.50		
9	Septiembre	30	240	35	5	48	7	0.02	0.14		
10	Octubre	31	248	7.5	3	82.67	2.5	0.01	0.40		
11	Noviembre	30	240	5	2	120	2.5	0.01	0.40		
12	Diciembre	30	240	13	2	120	6.25	0.01	0.16		
TOTAL						116.67	8.27	0.01	0.20		





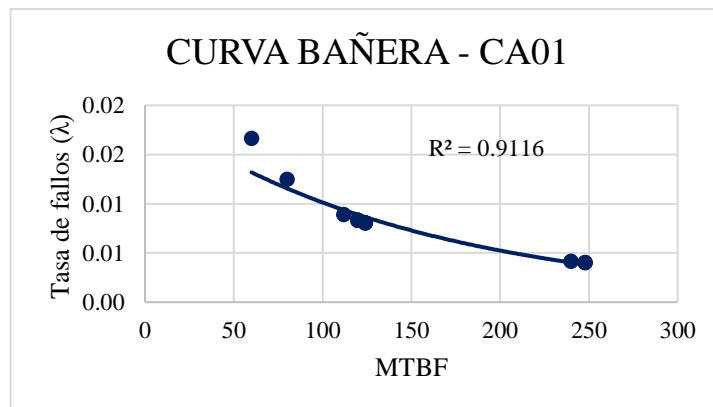
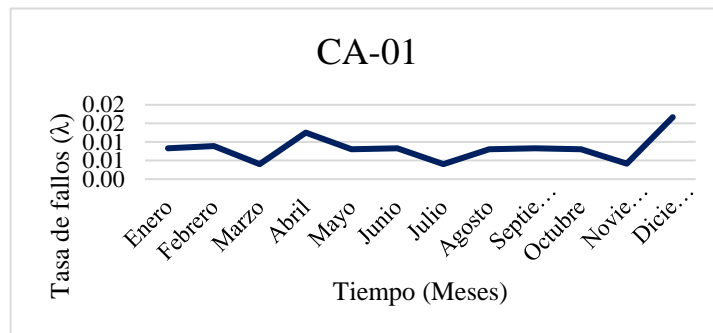
Anexo C20. Indicadores de mantenimiento C-02

		Datos de funcionamiento 2022								
		C-02								
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional
1	Enero	30	240	5	2	120	2.5	0.01	0.40	95.17%
2	Febrero	28	224	11	4	56	2.63	0.02	0.38	
3	Marzo	31	248	8.5	2	124	4.25	0.01	0.24	
4	Abril	30	240	3	1	240	3	0.00	0.33	
5	Mayo	31	248	14	4	62	3.5	0.02	0.29	
6	Junio	30	240	1.5	1	240	1.5	0.00	0.67	
7	Julio	31	248	56	2	124	28	0.01	0.04	
8	Agosto	31	248	3.5	2	124	1.75	0.01	0.57	
9	Septiembre	30	240	6.5	1	240	6.5	0.00	0.15	
10	Octubre	31	248	19	5	49.6	3.7	0.02	0.27	
11	Noviembre	30	240	24	3	80	8	0.01	0.13	
12	Diciembre	30	240	6	2	120	3	0.01	0.33	
TOTAL						131.63	5.69	0.01	0.32	





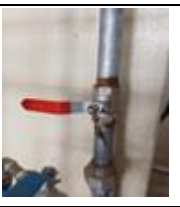



Anexo C21. Indicadores de mantenimiento CA-01






			Datos de funcionamiento 2022								
CA-01											
N°	MESES	Días	TO (h)	TP (h)	N (fallos)	MTBF	MTTR	Tasa de fallos (λ)	Fiabilidad (μ)	% Disponibilidad Operacional	
1	Enero	30	240	12	2	120	6	0.01	0.17	95.02%	
2	Febrero	28	224	4	2	112	2	0.01	0.50		
3	Marzo	31	248	8.5	1	248	8.5	0.00	0.12		
4	Abril	30	240	48	3	80	16	0.01	0.06		
5	Mayo	31	248	8.5	2	124	4.25	0.01	0.24		
6	Junio	30	240	5.5	2	120	2.75	0.01	0.36		
7	Julio	31	248	5	1	248	5	0.00	0.20		
8	Agosto	31	248	3	2	124	1.5	0.01	0.67		
9	Septiembre	30	240	5	2	120	2.5	0.01	0.40		
10	Octubre	31	248	6	2	124	3	0.01	0.33		
11	Noviembre	30	240	3	1	240	3	0.00	0.33		
12	Diciembre	30	240	56	4	60	14	0.02	0.07		
TOTAL						143.33	5.71	0.01	0.29		













Anexo D. Inventario técnico de la maquinaria de la línea de producción






	COMPONENTES DE LA MAQUINARIA DE LA EMPRESA LÁCTEOS "LA VICTORIA"				
N°	Descripción	Codificación	Componentes	Codificación	Imagen
1	Pasteurizadora	MPT-01	Depósito de agua	D01	
			Válvula de entrada de agua	V01	
			Válvula de entrada de vapor	V02	
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	






			Tanque de balanceo	T01	
			Tablero de control	TC01	
			Bomba 1	B01	
			Bomba 2	B02	
			Filtro regulador y lubricador	F01	






2	Homogeneizadora	MHG-01	Manómetro de presión	MA01	
			Válvulas de homogeneización	V01	
			Válvula de ingreso de agua	V02	
			Grupo de bombeo	GB01	
			Tablero de control	TC01	





3	Pasteurizadora HP	MPT-02	Válvula de entrada de agua pura	V01	
			Válvula de entrada de producto	V02	
			Válvula de salida de ácido	V03	
			Válvula de salida de álcali	V04	
			Válvula de refrigeración	V05	






			Válvula reguladora de producto a envasadora	V06	
			Válvula de entrada de álcali	V07	
			Válvula de entrada de ácido	V08	
			Válvula reguladora de entrada de material	V09	
			Válvula de 4 vías de alimentación	V10	






			Válvula de retorno de producto	V11	
			Válvula de drenaje de 3 vías	V12	
			Válvula reguladora de agua caliente	V13	
			Válvula de salida del producto	V14	
			Válvula desviadora de agua caliente	V15	






			Válvula de entrada de agua torre	V16	
			Válvula de salida de agua torre	V17	
			Válvula de entrada de aire	V18	
			Válvula de temperatura	VT01	
			Válvula de temperatura	VT02	


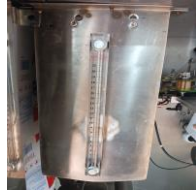



			Bomba de limpieza	B01	
			Bomba de agua caliente	B02	
			Bomba de producto	B03	
			Tanque de agua caliente	T01	
			Tanque de producto	T02	






			Homogeneizador	H01	
			Manómetro de presión de envasadora	MA01	
			Manómetro de presión de agua caliente	MA02	
			Manómetro de presión de producto	MA03	
			Manómetro de presión del homogeneizador	MA04	






			Manómetro de presión del tanque de agua caliente	MA05	
			Manómetro de presión de regulación de agua caliente	MA06	
			Manómetro de presión de entrada de agua de tanque	MA07	
			Manómetro de presión de entrada de agua	MA08	
			Manómetro de presión de salida a envasadora	MA09	






			Filtro regulador y lubricador	F01	
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	
			Tablero de control	TC01	
4	Enfundadora de leche	MEL-01	Tanque de tratamiento de agua	T01	
			Tanque de almacenamiento de producto	T02	






			Tanque de peróxido	T03	
			Intercambiador de calor y de vapor	ICV01	
			Bomba de agua caliente	B01	
			Filtro regulador y lubricador 1	F01	
			Filtro regulador y lubricador 2	F02	






			Probeta de peróxido 1	PP01	
			Probeta de peróxido 2	PP02	
			Rodillos de envoltura 1	R01	
			Rodillos de envoltura 2	R02	
			Selladora vertical 1	SV01	






			Selladora vertical 2	SV02	
			Selladora horizontal 1	SH01	
			Selladora horizontal 2	SH02	
			Medidor de nivel 1	MN01	
			Medidor de nivel 2	MN02	






			Medidor de nivel 3	MN03	
			Válvula de entrada de producto	V01	
			Válvula de entrada de producto	V02	
			Válvula de entrada de agua	V03	
			Motor de engranaje 1	M01	






			Motor de engranaje 2	M02	
			Tablero de control	TC01	
			Tablero de control de temperaturas	TC02	
5	Tanque de almacenamiento	TA-01	Motor reductor	M01	
			Agitador	A01	






			Bomba para succión	B01	
			Válvula de paso de producto	V01	
			Válvula de descarga de producto	V02	
			Válvula de entrada de producto	V03	
			Probeta de nivel	P01	






6	Marmita 1100L	MM-01	Válvula de descarga de producto	V01	
			Válvula de entrada de agua fría	V02	
			Válvula de entrada de vapor	V03	
			Agitador	A01	
			Motor reductor	M01	






			Tapas de marmita	TP01	
			Interruptor de accionamiento	I01	
7	Marmita 1100L	MM-02	Válvula de descarga de producto	V01	
			Válvula de entrada de agua fría	V02	
			Válvula de entrada de vapor	V03	






			Agitador	A01	
			Motor reductor	M01	
			Tapas de marmita	TP01	
			Interruptor de accionamiento	I01	
8	Marmita 1100L	MM-03	Válvula de descarga de producto	V01	

			Válvula de entrada de agua fría	V02	
			Válvula de entrada de vapor	V03	
			Agitador	A01	
			Motor reductor	M01	
			Tapas de marmita	TP01	






			Interruptor de accionamiento	I01	
9	Marmita 600L	MM-04	Válvula de descarga de producto	V01	
			Válvula de entrada de agua fría	V02	
			Válvula de entrada de vapor	V03	
			Agitador	A01	






			Motor reductor	M01	
			Tapa de marmita	TP01	
			Interruptor de accionamiento	I01	
10	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-01	Tanque de almacenamiento de producto	T01	
			Válvula de salida de producto	V01	






11	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-02	Tanque de almacenamiento de producto	T01	
			Válvula de salida de producto	V01	
12	Envasadora "Chimbuzos"	MECH-03	Tanque de almacenamiento de producto	T01	
			Válvula de salida de producto	V01	
13	Enfundadora de yogurt de funda	MEY-01	Selladora horizontal	SH01	






		Selladora vertical	SV01	
		Tablero de control	TC01	
		Tanque de almacenamiento de producto	T01	
		Válvula regulada de producto	V01	
		Árbol de levas	AL01	


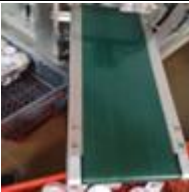



		Motor reductor	M01	
		Transmisión de cadena 1	TCA01	
		Transmisión de cadena 2	TCA02	
		Transmisión de cadena 3	TCA03	
		Rodillos en envoltura	R01	

14	Enfundadora de yogurt de palillo	MEY-02	Árbol de levas	AL01	
			Motor reductor	M01	
			Transmisión de cadena 1	TCA01	
			Tanque de almacenamiento de producto	T01	
			Válvula descarga de producto	V01	






			Válvula reguladora de producto	V02	
			Selladora horizontal	SH01	
			Selladora vertical	SV01	
			Fechadora	F01	
			Rodillos de envoltura	R01	






			Bomba de producto	B01	
			Tablero de control	TC01	
15	Selladora de yogurt de cereal	MS-01	Cilindros de posicionamiento del producto	CL01	
			Cilindros de almacenamiento del producto	CL02	
			Cilindro de paso de producto	CL03	






			Cilindro de empuja de sellado	CL04	
			Cilindro de succión de envases	CL05	
			Bombas de producto	B01	
			Tanque de almacenamiento de producto	T01	
			Tablero de control	TC01	






			Selladora de envases	SE01	
			Banda transportadora	BT01	
			Transmisión de cadena	TCA01	
			Motor	M01	
			Sensor para activación de selladora	S01	






			Sensor para el paso de envases	S02	
			Termocupla	TE01	
			Filtro y regulador de presión	FR01	
			Filtro y regulador de presión	FR01	
			Tablero de control	TC01	






16	Selladora de yogurt de cereal	MS-02	Cilindro de empuja de sellado	CL01	
			Selladora de envases	SE01	
			Termocupla	TE01	
17	Fechadora	MFE-01	Interruptor de accionamiento	I01	
			Motor reductor	M01	






			Transmisión de cadena	TC01	
			Sensor de proximidad para fechado	S01	
			Banda transportadora	BT01	
			Pantalla de control	PC01	
18	Enfundadora de refresco de cola	MER-01	Tanque de almacenamiento de producto	T01	






			Manómetro de presión del tanque	MA01	
			Válvula de descarga de producto	V01	
			Válvula de reguladora de producto	V02	
			Árbol de levas	AL01	
			Motor reductor	M01	






			Transmisión de cadena	TCA01	
			Selladora horizontal	SH01	
			Selladora vertical	SV01	
			Rodillos de envoltura	R01	
			Fechadora	F01	






			Bomba de producto	B01	
			Tablero de control	TC01	
19	Enfundadora de refresco naranjada	MER-02	Tanque de preparación de producto	T01	
			Válvula de descarga de producto	V01	
			Selladora horizontal	SH01	






			Selladora vertical	SV01	
			Tablero de control	TC01	
			Tanque de almacenamiento de producto	T02	
			Válvula regulada de producto	V02	
			Árbol de levas	AL01	






			Motor reductor	M01	
			Transmisión de cadena 1	TCA01	
			Transmisión de cadena 2	TCA02	
			Transmisión de cadena 3	TCA03	
			Interruptor de accionamiento	I01	






			Filtro y regulador de presión	FR01	
			Bomba de producto	B01	
			Rodillos de envoltura	R01	
20	Caldero 100	C-01	Columna de nivel	CN01	
			Presostato	P01	




			Manómetro de vapor del caldero	MA01	
			Tablero de control	TC01	
			Válvula de seguridad	V01	
			Válvula de purga 1	V02	
			Válvula de purga 2	V03	

			Motor quemador	M01	
			Quemador	Q01	
			Bomba de agua	B01	
			Distribuidor del caldero	DC01	
			Depósito de agua	D01	

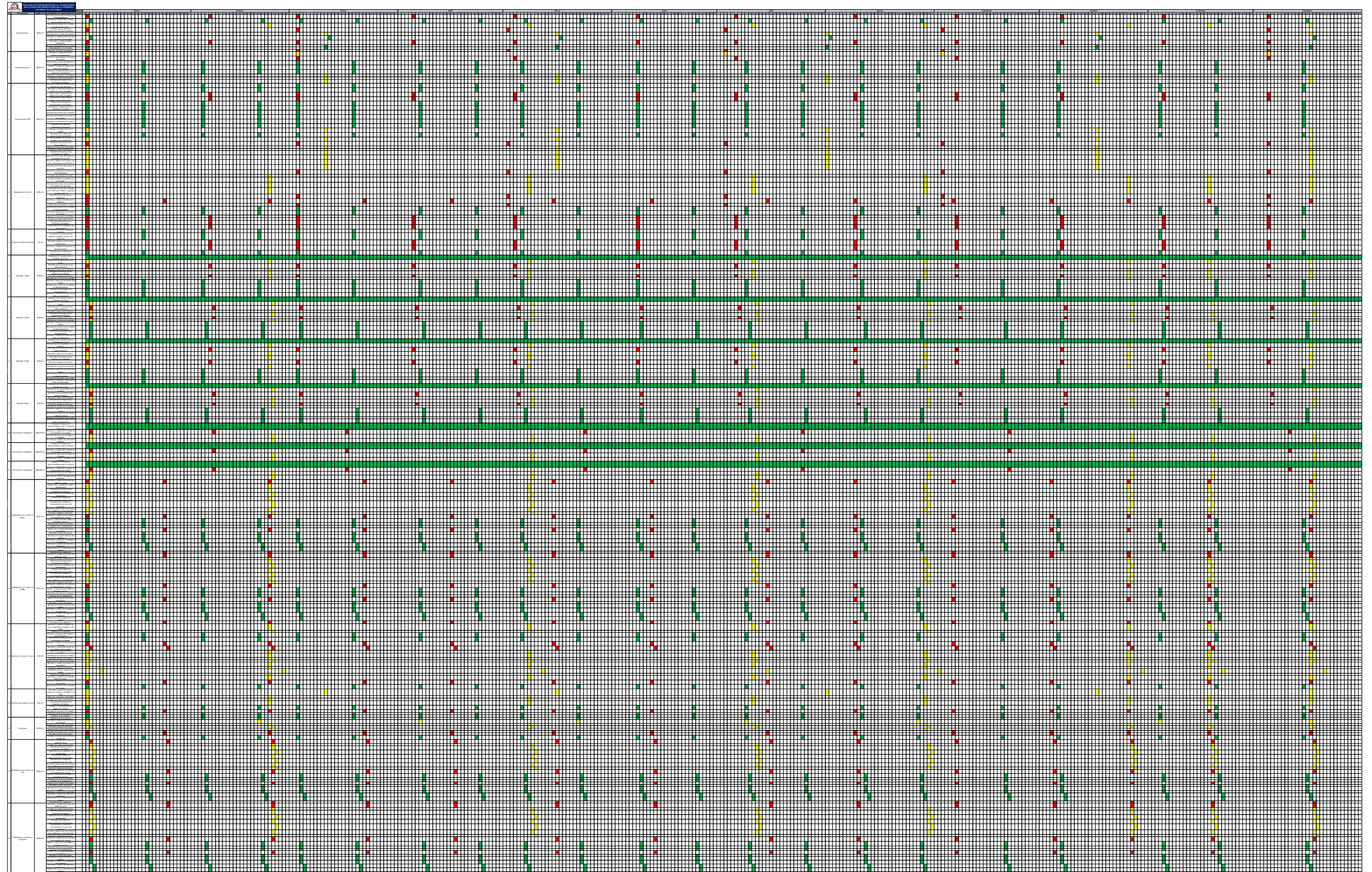
			Depósito de combustible	D02	
21	Caldero 60	C-02	Columna de nivel	CN01	
			Presostato	P01	
			Manómetro de vapor del caldero	MA01	
			Tablero de control	TC01	

			Válvula de seguridad	V01	
			Válvula de purga	V02	
			Motor quemador	M01	
			Queimador	Q01	
			Bomba de agua	B01	

			Depósito de agua	D01	
			Depósito de combustible	D02	
22	Compresor de aire	CA-01	Transmisión de cadena	TC01	
			Motor	M01	
			Válvula de descarga de aire	V01	

			Manómetro de presión	MA01	
			Depósito de aire	D01	
			Filtro de aire	F01	

Anexo E. Bitácora de mantenimiento de la maquinaria de la línea de producción de la empresa lácteos “La Victoria”.



Anexo E. Metodología PRISMA

Código	Título	Base de datos	Año	Puntos de vista	Autores	Objetivo
P1	Mantenimiento Basado en Indicadores de Clase Mundial en Fábrica de Lácteos de Bayamo	Scielo	2022	VP1	Julio Casaña, Alain de la Rosa, Idalberto Macías.	El presente artículo de investigación tuvo como objetivo evaluar la calidad de mantenimiento técnico mediante la aplicación de la metodología de cálculo de indicadores de mantenimiento, para lo cual se aplicó los indicadores de calidad total que permiten una evaluación más estricta enfocando en la disponibilidad que se encuentra la máquina y el costo de mantenimiento que se gasta al momento de su reparación, con esto permitió la realización de un análisis del estado actual de la maquinaria.
P2	Diseño del Método de disponibilidad Dupont como soporte a la toma de decisiones en el mantenimiento	Scielo	2017	VP1	Felipe Consuegra, Armando Díaz, Abel Cruz	El presente artículo de investigación tuvo como objetivo, el diseñar de un modelo para la toma de decisiones favorables para la gestión de mantenimiento, teniendo un cuenta un indicador de mantenimiento que ayuda a determinar la disponibilidad que tiene el equipo en el momento de su operación, para lo cual el método que se utilizó fue el Dupont, este indicador identifica que sistema, subsistema, componente de la maquinaria se encuentra con una baja disponibilidad afectando al correcto funcionamiento de sus funciones.
P3	Modelo de diagnóstico-planificación y control del mantenimiento	Redalyc	2019	VP3	Rogej Marrero, José Vilalta	El presente trabajo, tuvo como objetivo proponer un diseño de un modelo que se pueda integrar con la gestión de mantenimiento, la cual permita tener un diagnóstico de la situación y lo enfoque de manera gerencial, que permite la relación que existe con el control de gestión de los activos, debido a que, con una planificación, utilizando estrategias de multicriterio se llegue a mejorar la productividad en los procesos.
P4	El mantenimiento predictivo: del dato al indicador	Dialnet	2020	VP2	Egoitz Konde	El presente artículo de investigación, tuvo como objetivo evaluar la aplicación del mantenimiento predictivo en las empresas, debido a que con los avances tecnológicos permiten tener un análisis de datos más a fondo para

						predecir una posible falla, con los cuales se puede disponer de la disponibilidad, fiabilidad y vida útil en la que se encuentra la maquinaria, todo eso gracias a tener almacenado todos los datos para predecir todo aquello que afecta y ocasione una para inesperada.
P5	Gestión de mantenimiento en pymes industriales	Redalyc	2018	VP2	Alexis Ortiz, Rodríguez Carlos	El presente artículo de investigación, tuvo como objetivo evaluar la gestión de mantenimiento en las empresas industriales, debido a que se están enfocando en la aplicación de mantenimiento correctivo, es decir que entran a reparación solo cuando se presenta una avería, para lo cual se incentiva a la aplicación de la metodología PHVA, para que los equipos puedan alargar su vida útil.
P6	Gestión de la mantenibilidad desde etapas tempranas en el desarrollo del software	Scielo	2021	VP2	Lisandra Tamayo, Nemury Silega	El presente artículo de investigación tuvo por objetivo, elaborar un proceso de gestión dedicado a la mantenibilidad de los equipos, para poder mantener en los equipos su vida temprana y no a cortar su vida útil. Todo esto gracias al desarrollo de un software propio donde se detallan todas las actividades de mantenimiento que el operario debe realizar cada determinado tiempo, con lo cual permite tener reducción de tiempos de paros inesperados, reducción de costos de mantenimiento.
P7	Desarrollo de un plan de mantenimiento para las líneas de producción de la procesadora de lácteos	Repositorio de FUAB	2018	VP1	José Sanabria	El presente proyecto de investigación, tuvo como objetivo principal desarrollar un plan de mantenimiento para la maquinaria de producción de lácteos, para su correcta manipulación en sus trabajos, de esa manera mantener los desgastes y las fallas en lo más mínimo posible, para evitar fallos inesperados que produzcan pérdidas económicas en la empresa.
P8	Optimización del sistema de gestión de mantenimiento preventivo-predictivo de activos del proceso de pasteurización de leche de empresa láctea	Repositorio ITMA	2018	VP2	Julio Santa	Su objetivo principal, es optimizar la gestión de mantenimiento con la aplicación de 2 tipos el predictivo y el preventivo para la mejora en los procesos de producción en el proceso de pausterización, teniendo como necesidad evitar la contaminación del producto por medio de las fallas y desgastes que contienen los componentes de la maquinaria, para ello se realiza un análisis de vibraciones y ensayos no destructivos que ayudan a determinar la posible falla futura, donde se deberá aplicar el mantenimiento para

						que se reintegre a su correcto funcionamiento.
P9	Gestión del mantenimiento y su relación con la eficiencia de las líneas de producción en las empresas lácteas de Guayaquil	Repositorio UPSG	2020	VP1	Douglas Pilataxi	El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo, implementar un modelo de gestión de mantenimiento para incrementar operación de los equipos en la producción de productos lácteos, de esa manera optimizando los recursos económicos aplicados en el mantenimiento, haciendo que la maquinaria tenga una fiabilidad de acuerdo a los parámetros requeridos para su funcionamiento, aplicando la metodología que esta estandarizada por Project Management Institute, fundamentándose en 8 pilas fundamentales para determinar las acciones de control y correctivas en la maquinaria.
P10	Desarrollo de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa de lácteos Campo Fino de la ciudad de Salcedo utilizando la metodología del mantenimiento centrado en la confiabilidad.	Repositorio ESPOCH	2022	VP3	Jhonnatan Fala	El presente proyecto técnico tuvo como objetivo, desarrollar un plan de mantenimiento preventivo programado para la empresa de lácteos Campo Fino, mediante la utilización de la metodología que trata sobre el mantenimiento centrado en la confiabilidad, de esta manera garantizar que los equipos se encuentren confiables al momento de su operación.
P11	Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para las máquinas Elecster EA 500 y EA-800 de UHT en la planta de lácteos Parmalat.	Repositorio UTI	2019	VP2	Lizbeth Dávila	El presente proyecto de investigación, tuvo como objetivo diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria del área del llenado y envasado de la planta de lácteos Parmalat, de manera que los equipos puedan alargar la vida útil de los mismos en donde su operación garantice el aumento de producción con relación a sus índices de productividad.
P12	Elaboración y optimización de un plan de mantenimiento preventivo	Dialnet	2014	VP1	Francisco Rey	Su objetivo principal fue, determinar la necesidad que tiene una industria en la aplicación de un mantenimiento preventivo, para la conservación de los equipos en estado óptimo para cumplir sus funciones, mediante la identificación del tipo de maquinaria, el proceso al cual está siendo sometido, de esa manera elegir la metodología que ayude en la identificación de componentes críticos que pueden llegar a fallar.

P13	Plan de mantenimiento preventivo para los equipos de producción de la planta lácteos del César Klaren's en la ciudad de Valledupar	Repositorio UFPSO	2020	VP1	Huberth Galvis	El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo, diseñar un plan de mantenimiento para los equipos de la empresa de lácteos César Klaren's, con la finalidad de mejorar la producción con la debida la prevención de fallas, averías en los equipos donde se buscará mediante el mantenimiento controlar esos problemas con la identificación de los equipos que contiene la empresa, formatos para el control de registro en inspecciones, manuales de mantenimiento y por último un cronograma de mantenimiento de acuerdo a la necesidad crítica de la maquinaria.
P14	Plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria pesada en minera chinalco Perú S.A.	Repositorio UNC	2021	VP3	Abel Dino	Su principal objetivo fue, determinar el número de fallas y demoras que se presentan en la maquinaria, para por medio de los indicadores de mantenimiento determinar las condiciones del estado actual que se encuentran, para poder determinar las medidas para aumentar el desempeño y la disponibilidad de los equipos, mediante la ejecución de un plan de mantenimiento preventivo.
P15	Plan de mantenimiento en la línea de empacado de leche de la empresa Parmalat	Repositorio UTC	2019	VP1	Diego Quinatoa	El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo realizar un plan de mantenimiento para la línea de empacado de leche de la empresa de lácteos Parmalat, de manera que su productividad pueda mejorar, mediante la aplicación de metodologías que ayuden a la verificación de la eficiencia de la máquina de empacado de leche.
P16	Análisis del RCM y su incidencia en la mejora de la productividad en el área de mantenimiento eléctrico en una empresa de lácteos Arequipa	Repositorio UTP	2021	VP3	Ricardo Ccami	El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo, analizar las técnicas fiables de mantenimiento para la mejora de la productividad, la cual se centró en la RCM, este tipo de mantenimiento se centra en la confiabilidad que se encuentran los equipos al momento de realizar sus funciones las cuales permiten la seguridad y que no exista contaminación en el medio ambiente por el correcto mantenimiento que se aplica.
P17	Gestión Moderna del Mantenimiento Industrial	Libro	2012	VP1	Oliveiro García	El presente libro sobre la Gestión de Mantenimiento, tiene como objetivo comprender los diferentes conceptos que se encuentran ligados al mantenimiento, para poder aplicarlos en el ámbito práctico frente a la maquinaria, equipos o cualquier activo.

P18	La gestión del mantenimiento industrial	Repositorio USTA	2021	VP1	Félix Pérez	Su objetivo principal, es describir todo lo correspondiente al mantenimiento en las diferentes industrias, de manera que el personal que quiera introducirse en ese campo, pueda ocupar la terminología sobre argot industrial.
P19	Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para la empresa Extruplas S.A.	Repositorio UPS	2010	VP2	Juan Valdivieso	El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo principal diseñar un plan de mantenimiento preventivo para la maquinaria, para garantizar el estado indicado de operación en los diferentes procesos, para la reducción de paros inesperados, deterioro de los equipos y el desgaste de los componentes que ayudan al funcionamiento de la maquinaria.
P20	Análisis de modos y efectos de falla para mejorar la disponibilidad operacional	Norma NTE	2014	VP1	Leonardo Aguiar	La presente norma técnica, tiene como objetivo mejorar un plan de mantenimiento, mediante el análisis de los modos de fallos y los efectos que producen la maquinaria en las industrias, teniendo como puntos de vista clave aumentar la productividad, centrandose en los conceptos del mantenimiento centrado en la confiabilidad.
P21	Tipos de fallos dentro del mantenimiento industrial	Repositorio UFA	2020	VP2	Carlos Sánchez	Su objetivo principal, es describir todos los tipos de fallos que puede provocar daños a la maquinaria, ocasionado el deterioro prematuro de los mismos, de esta manera acortando su vida útil.
P22	Análisis de criticidad y disponibilidad para modos de falla en sistemas de distribución eléctrica	Repositorio UTFSM	2018	VP2	César Valdivia	El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo principal, analizar los diferentes tipos de modo de falla que provocan la criticidad en la maquinaria afectando a su rendimiento haciendo que su disponibilidad no se encuentre dentro de los indicadores de mantenimiento, a lo que se deberá aplicar las medidas necesarias de mantenimiento para su respectiva corrección.
P23	El árbol de fallos y análisis de importancia para la optimización de la gestión de distintos tipos de riesgos	Focus Article	2019	VP3	Arturo Trujillo	El presente artículo de investigación tuvo como objetivo, determinar un análisis de los posibles riesgos que afectan a la optimización de los procesos, de esta manera mediante esta metodología localizar el problema principal que produce el fallo, para poder prevenirlo con la gestión de mantenimiento, garantizando que se mejore la productividad en los equipos.

P24	Plan de mantenimiento para las unidades de generación de la central térmica Ishpingo Tambococha de la corporación eléctrica bajo la metodología MBC	Repositorio ESPOCH	2019	VP1	Johana Samaniego	El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo, implementar un plan de mantenimiento para la mejora de la productividad de la empresa Ishpingo, mediante la metodología de mantenimiento basado en la condición, para lo cual se evaluó el estado del plan de mantenimiento vigente si cumple con todas las actividades sólidas de mantenimiento, para ello es necesario conocer el inventario de los equipos que se emplean , debido que es un punto clave para el análisis de criticidad en los equipos.
P25	NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. AMFE	Norma NTE	2004	VP3	Manuel Beastratén, Rosa Orriols, Carles Mata	La presente norma técnica, tiene como objetivo tener un análisis de fallos y los efectos de los elementos dentro de los procesos o productos, se utiliza como una herramienta en el ámbito de la calidad para la identificación y análisis de los fallos potenciales que afecten el respectivo funcionamiento, con el método cualitativo para poder a la prevención de los riesgos.
P26	Elaboración de plan de mantenimiento para la producción de yogurt de la industria lácteos Pairumani	Repositorio UMSS	2022	VP1	Joel Medrano	El presente trabajo de investigación, tuvo como objetivo elaborar de un plan de mantenimiento para la industria Lácteos Pairumani, se realizó la presentación de los equipos que intervienen en la producción de yogurt de la industria, se realiza la codificación de los equipos críticos, para luego realizar las hojas de rutas de cada equipo crítico, por último, se elaboró el cronograma de mantenimiento para cada equipo.