



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

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

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Tema:

**DISEÑO DE UN MODELO GMAO ORIENTADO AL MANTENIMIENTO
PREVENTIVO DE LAS MÁQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA
EMPRESA LAMITEX**

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

ÁREA: Producción y operaciones

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: Diseño, materiales, producción, identidad,
sostenibilidad y tecnologías aplicadas

AUTOR: Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta

TUTOR: Ing. Jéssica Paola López Arboleda, Mg.

Ambato - Ecuador

julio - 2026

APROBACIÓN DEL TUTOR

En calidad de tutor del trabajo de titulación con el tema: DISEÑO DE UN MODELO GMAO ORIENTADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MAQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LAMITEX, desarrollado bajo la modalidad Proyecto de Investigación por la señorita Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta, 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 la estudiante ha sido tutorada 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, julio 2026.

Ing. Jéssica Paola López Arboleda, Mg.
TUTOR

AUTORÍA

El presente trabajo de titulación con el tema: DISEÑO DE UN MODELO GMAO ORIENTADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MAQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LAMITEX 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, julio 2026.



Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta

C.C. 0550202055

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, julio 2026.



Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta

C.C. 0550202055

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de par calificador del informe final del trabajo de titulación presentado por la señorita Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta, estudiante de la Carrera de Industrial, de la Facultad de Ingeniería en Sistemas, Electrónica e Industrial, bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, DISEÑO DE UN MODELO GMAO ORIENTADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MAQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LAMITEX, 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 el señor presidente del Tribunal.

Ambato, julio 2026.

Ing. Franklin Oswaldo Mayorga Mayorga, Mg.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Maritza Elizabeth Castro Mayorga, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

Ing. Jaime Bolívar Ruiz Banda, Mg.
PROFESOR CALIFICADOR

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar mi camino, fortalecer mi espíritu y permitirme alcanzar este sueño profesional, fruto del esfuerzo, la constancia y la fe.

A mi padre, Wilson, por ser un ejemplo de esfuerzo, responsabilidad y dedicación. Por acompañarme durante esta etapa, brindarme sus consejos, su apoyo incondicional y enseñarme el valor del trabajo y la perseverancia para alcanzar mis metas.

A mi madre, Fanny, por su amor, comprensión y entrega incondicional. Por confiar siempre en mis capacidades, impulsarme a cumplir mis sueños y estar presente en cada momento importante de mi vida.

A mis hermanos, Fabricio, Jhoselyn y Lesly, por su cariño, compañía y palabras de aliento que me motivaron a seguir adelante en cada desafío.

A mis abuelitos, Humberto, Cristina, Julio y Laura, por sus enseñanzas, consejos y valores, que han contribuido a mi formación personal.

A toda mi familia, especialmente a mis tíos, primos y demás seres queridos, por su apoyo, cariño y motivación durante este recorrido académico.

Con cariño, dedico este logro a todas las personas que formaron parte de este camino y contribuyeron al cumplimiento de este sueño profesional.

Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por acompañarme durante este proceso y brindarme la fortaleza y sabiduría necesarias para culminar esta importante etapa de mi vida.

A mis padres, Wilson y Fanny, por su apoyo incondicional, confianza y esfuerzo constante, fundamentales para alcanzar esta meta académica.

A mis hermanos, Fabricio, Jhoselyn y Lesly; a mis abuelitos, Humberto, Cristina, Laura y Julio; y a toda mi familia, por su cariño, motivación y respaldo durante este camino.

Expreso mi sincero agradecimiento a mi tutora, Ing. Jessica López, por su guía, paciencia y apoyo durante el desarrollo de este trabajo de titulación.

De igual manera, agradezco a la empresa LAMITEX por abrirme sus puertas y permitirme desarrollar este proyecto en sus instalaciones, brindándome la información y colaboración necesarias para la realización de este trabajo.

A los docentes de la Carrera de Ingeniería Industrial, quienes compartieron sus conocimientos, experiencias y enseñanzas a lo largo de mi formación académica, contribuyendo significativamente a mi crecimiento profesional y personal.

Finalmente, agradezco a mis amigos, quienes me acompañaron y apoyaron durante este camino universitario, brindándome palabras de ánimo, motivación y momentos de alegría que hicieron más llevadero este proceso.

Jhenifer Abigail Hidalgo Toapanta

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	xii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xix
RESUMEN EJECUTIVO	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Tema de investigación.....	1
1.1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Antecedentes investigativos	5
1.3 Fundamentación teórica	7
1.3.1 Mantenimiento industrial	7

1.3.2 Mantenimiento preventivo	12
1.3.3 Sistema GMAO/CMMS.....	19
1.3.4 Normativa.....	20
1.4 Objetivos	21
1.4.1 Objetivo general	21
1.4.2 Objetivos específicos	21
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA.....	22
2.1 Materiales.....	22
2.2 Métodos.....	23
2.2.1 Modalidad de la investigación	23
2.2.2 Población y muestra	24
2.2.3 Recolección de información.....	25
2.2.4 Procesamiento y análisis de datos	26
CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	28
3.1 Descripción de la empresa	28
3.1.1 Reseña empresarial.....	28
3.1.2 Ubicación	29
3.1.3 Filosofía empresarial.....	29
3.1.4 Organigrama empresarial	30
3.1.5 Productos ofertados.....	30
3.2 Proceso productivo para la fabricación de colchones	38

3.2.1 Construcción de paneles.....	38
3.2.2 Esponjado.....	40
3.2.3 Acolchado	42
3.2.4 Pasadora de falso.....	43
3.2.5 Forros y bandas	44
3.2.6 Tapizado.....	44
3.2.7 Cerrado.....	45
3.2.8 Empaque.....	46
3.2.9 Almacenamiento	46
3.2.10 Proceso para la línea de colchones clínicos	47
3.3 Análisis del estado actual de los activos	52
3.3.1 Inventario de máquinas	52
3.3.2 Fichas técnicas	66
3.4 Criticidad de los activos	93
3.5 Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)	97
3.6 Acciones de mantenimiento preventivo	110
3.6.1 Intervenciones y frecuencia del manteamiento preventivo	110
3.6.2 Condiciones mínimas de seguridad para la intervención.....	115
3.7 Modelo GMAO para la gestión del mantenimiento preventivo.....	119
3.7.1 Diseño conceptual del modelo	121
3.7.2 Flujo operativo del modelo GMAO	122

3.7.3 Desarrollo del modelo GMAO.....	124
CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	146
4.1 Conclusiones	146
4.2 Recomendaciones.....	148
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	149
ANEXOS	157

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ventajas y limitaciones del mantenimiento preventivo	14
Tabla 2. Valoración para la frecuencia de fallos (FF).....	15
Tabla 3. Valoración para el impacto sobre la producción (IO)	15
Tabla 4. Valoración para el impacto por flexibilidad operacional (FO)	15
Tabla 5. Valoración para el costo de mantenimiento (CM)	16
Tabla 6. Valoración para el impacto en la seguridad, higiene y ambiente (SHA).....	16
Tabla 7. Valoración para la severidad (S).....	18
Tabla 8. Valoración para la ocurrencia (O).....	18
Tabla 9. Valoración para la detección (D)	18
Tabla 10. Clasificación del NPR.....	19
Tabla 11. Listado de materiales empleados en la investigación	22
Tabla 12. Población de estudio.	24
Tabla 13. Actividades, métodos e instrumentos de los objetivos.	25
Tabla 14. Actividades, métodos e instrumentos.....	29
Tabla 15. Colchones Pocket Coil.....	31
Tabla 16. Colchones Memory Foam.....	31
Tabla 17. Colchones Línea Hotelera.....	32
Tabla 18. Colchones Semi Ortopédicos.....	33
Tabla 19. Colchones Ortopédicos Tradicionales.	34
Tabla 20. Colchones Ortopédicos de lujo.	34

Tabla 21. Colchones Ortopédicos de lujo Cloud.	36
Tabla 22. Colchones Prensados Clínicos.	37
Tabla 23. Colchones Infantiles.....	38
Tabla 24. Identificativo de la planta de producción de Lamitex.....	53
Tabla 25. Identificativo de las áreas de trabajo.....	53
Tabla 26. Identificativo de las máquinas.....	54
Tabla 27. Inventario de máquinas del área de producción de Lamitex.....	55
Tabla 28. Ficha técnica de la máquina enderezadora y cortadora de alambre.	66
Tabla 29. Ficha técnica de la máquina punzadora a presión.....	67
Tabla 30. Ficha técnica de la máquina de resorte de bolsillo doble alambre.....	68
Tabla 31. Ficha técnica de la máquina de transferencia Bonell.	69
Tabla 32. Ficha técnica de la máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado....	70
Tabla 33. Ficha técnica de la planta horizontal de espumado.....	71
Tabla 34. Ficha técnica de la cortadora de espuma circular horizontal.	72
Tabla 35. Ficha técnica de la máquina horizontal de corte de espuma.....	73
Tabla 36. Ficha técnica de la máquina cortadora de espuma de perfil.	74
Tabla 37. Ficha técnica de la máquina trituradora de espuma.	75
Tabla 38. Ficha técnica de la máquina de espuma adhesiva.	76
Tabla 39. Ficha técnica de la máquina acolchadora de cadena multiaguja.....	77
Tabla 40. Ficha técnica de la máquina de rebordear de alta resistencia SB-80.	78
Tabla 41. Ficha técnica de la máquina de coser overlock para bordes de colchón....	79

Tabla 42. Ficha técnica de la máquina automática del material de colchón.	80
Tabla 43. Ficha técnica de la máquina cerradora de borde.	81
Tabla 44. Ficha técnica de la máquina de coser lineal de alta velocidad.	82
Tabla 45. Ficha técnica de la máquina de coser de brazo largo.	83
Tabla 46. Ficha técnica de la máquina de pre-brindado automática.	84
Tabla 47. Ficha técnica de la línea automática de pegamento termofusible.	85
Tabla 48. Ficha técnica de transportado de volteo de cinta.	86
Tabla 49. Ficha técnica de cinta transportadora de prensado.	87
Tabla 50. Ficha técnica de la máquina ribeteadora de colchones.	88
Tabla 51. Ficha técnica de la máquina grapadora para tapicería.	89
Tabla 52. Ficha técnica de la máquina grapadora para tapicería.	90
Tabla 53. Ficha técnica de la máquina de almacenamiento automática.	91
Tabla 54. Ficha técnica de la máquina automática de embalaje de colchones.	92
Tabla 55. Matriz de criticidad de las máquinas del área de producción.	94
Tabla 56. Cantidad de máquinas por nivel de criticidad.	95
Tabla 57. Matriz AMEF para la máquina enderezadora y cortadora de alambre.	98
Tabla 58. Matriz AMEF para la máquina punzadora a presión.	100
Tabla 59. Matriz AMEF para la máquina de resorte de bolsillo doble alambre.	102
Tabla 60. Matriz AMEF para la máquina de transferencia Bonell automática.	105
Tabla 61. Resumen global de los resultados del análisis AMEF.	107
Tabla 62. Plan de mantenimiento preventivo propuesto.	112

Tabla 63. Extracto del cronograma de mantenimiento preventivo propuesto	114
Tabla 64. Equipos de protección personal recomendados para las intervenciones..	117
Tabla 65. Condiciones del área de trabajo para las intervenciones.....	118
Tabla 66. Verificación de herramientas	119
Tabla 67. Criterios de evaluación alternativas GMAO.....	126
Tabla 68. Matriz comparativa de alternativas GMAO.....	126

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Dinámica de un sistema de mantenimiento	8
Figura 2. Evolución del mantenimiento	8
Figura 3. Acciones básicas de mantenimiento	10
Figura 4. Acciones básicas de mantenimiento	10
Figura 5. Ciclo básico del mantenimiento preventivo	13
Figura 6. Matriz de criticidad para los activos	16
Figura 7. Funciones de un GMAO	20
Figura 8. Logotipo de la empresa Lamitex.	28
Figura 9. Organigrama organizacional de la empresa Lamitex.	30
Figura 10. Fabricación de paneles para la línea Pocket Coil.	39
Figura 11. Fabricación de paneles con resortes clásicos.	40
Figura 12. Paneles de esponja prensada.	40
Figura 13. Material empleado en el proceso de esponjado.	41
Figura 14. Panel aglomerado para colchones ortopédicos.	41
Figura 15. Máquina acolchadora.	42
Figura 16. Acolchado de bandas.	43
Figura 17. Ejecución del proceso de pasadora de falso.	43
Figura 18. Proceso de forros y bandas.	44
Figura 19. Proceso de tapizado.	45
Figura 20. Proceso de cerrado.	45

Figura 21. Proceso de empaque.	46
Figura 22. Proceso de almacenamiento.....	47
Figura 23. Máquina acolchadora.....	48
Figura 24. Proceso de pilotof.	48
Figura 25. Proceso de pasadora de falso para colchones clínicos.....	49
Figura 26. Proceso de espumas para colchones clínicos.....	49
Figura 27. Proceso de tapizado de colchones clínicos.	50
Figura 28. Proceso de cerrado de bandas en colchones clínicos.....	50
Figura 29. Proceso de pegado de planchas y tapas en colchones clínicos.	51
Figura 30. Proceso de cerrado total en colchones clínicos.....	51
Figura 31. Estructura para la codificación significativa.....	52
Figura 32. Modelo conceptual GMAO propuesto.....	121
Figura 33. Flujo operativo propuesto del modelo GMAO.....	123
Figura 34. Interfaz de Fracttal One.	127
Figura 35. Acceso a la plataforma GMAO - Fracttal One.	128
Figura 36. Fases del modelo GMAO - Fracttal One.	128
Figura 37. Menús disponibles de Fracttal One.....	129
Figura 38. Submenú de activos.	129
Figura 39. Configuración de las ubicaciones de las máquinas.....	130
Figura 40. Campos e información solicitada por el GMAO	130
Figura 41. Registro de la máquina enderezadora y cortadora de alambre.	131

Figura 42. Máquinas registradas en el sistema GMAO.	131
Figura 43. Activos registrados por área en el sistema GMAO.	132
Figura 44. Adición del personal en el sistema GMAO.	133
Figura 45. Registro del responsable de mantenimiento en el sistema GMAO.	133
Figura 46. Asignación de tareas en el sistema GMAO.	134
Figura 47. Registro de las tareas de mantenimiento de la máquina enderezadora...	134
Figura 48. Registro de las actividades de mantenimiento.....	135
Figura 49. Actividades de mantenimiento para la máquina enderezadora JZ3.....	136
Figura 50. Vinculación de los activos al modelo GMAO.....	137
Figura 51. Cronograma de actividades es el sistema GMAO.	137
Figura 52. Generación de orden de trabajo.	138
Figura 53. Ejemplo de orden de trabajo generada por el sistema GMAO.	139
Figura 54. Registro del inicio de una intervención en el sistema GMAO.	140
Figura 55. Reporte de tarea finalizada en el sistema GMAO.	141
Figura 56. Avance una OT en el sistema GMAO.	141
Figura 57. Intervención (OT) finalizada en el sistema GMAO.	141
Figura 58. Estado de las OT's el sistema GMAO.....	142
Figura 59. Dashboard de OT el sistema GMAO.....	143
Figura 60. Dashboard de indicadores el sistema GMAO.....	144

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Resultados del análisis AMEF de los activos.....	157
Anexo B. Plan de mantenimiento preventivo.	157
Anexo C. Cronograma de intervenciones de mantenimiento preventivo.	157

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo la finalidad de proponer un modelo GMAO para la gestión del mantenimiento preventivo de los equipos del área de producción de colchones de la empresa Lamitex para mejorar la planificación de las intervenciones de mantenimiento. El estudio surgió debido a la presencia predominante de intervenciones correctivas no planificadas y ausencia de registros históricos estructurados para el control y seguimiento técnico de los equipos. Inicialmente, se realizó el diagnóstico de 27 activos, evaluándose su comportamiento operativo a través de la aplicación de un análisis MCCR para clasificar a los equipos según su nivel de criticidad. Posteriormente, se desarrolló un AMEF con el propósito de determinar los principales modos de fallas de los equipos evaluados, identificando que un 40.70 por ciento de estos requieren intervenciones inmediatas, debido que al menos uno de sus componentes presenta un NPR mayor o igual a 180. A partir de este análisis se definieron las actividades preventivas relacionadas con la inspección, limpieza, lubricación y verificación técnica de componentes. En base a los resultados se estructuró un plan de mantenimiento preventivo considerando actividades diarias, semanales y mensuales, definiendo responsables, tiempos estimados y recursos requeridos para las intervenciones. Finalmente, se evaluaron alternativas GMAO en base a criterios como gestión de activos, programación preventiva, trazabilidad y órdenes de trabajo, obteniendo Fracctal One un puntaje ponderado de 4.70 sobre 5.00. Se concluye que el modelo GMAO propuesto se constituye como una herramienta encaminada al fortalecimiento de la planificación, trazabilidad y control operativo del mantenimiento preventivo del área de producción analizada.

Palabras claves: Mantenimiento preventivo, GMAO, criticidad, AMEF, activos industriales, Lamitex.

ABSTRACT

The purpose of this study was to propose a CMMS model for the management of preventive maintenance of equipment in the mattress production area at Lamitex to improve the planning of maintenance interventions. The study arose due to the prevalence of unplanned corrective interventions and the absence of structured historical records for the technical control and monitoring of equipment. Initially, a diagnostic assessment of 27 assets was conducted, evaluating their operational performance through the application of an MCCR analysis to classify the equipment according to its level of criticality. Subsequently, an FMEA was conducted to determine the primary failure modes of the evaluated equipment, revealing that 40.70 percent of these require immediate intervention, as at least one of their components has an NPR greater than or equal to 180. Based on this analysis, preventive activities related to inspection, cleaning, lubrication, and technical verification of components were defined. Based on the results, a preventive maintenance plan was developed that included daily, weekly, and monthly activities, specifying who was responsible, estimated timeframes, and the resources required for each task. Finally, CMMS alternatives were evaluated based on criteria such as asset management, preventive scheduling, traceability, and work orders, with Fracctal One receiving a weighted score of 4.70 out of 5.00. It is concluded that the proposed CMMS model serves as a tool aimed at strengthening the planning, traceability, and operational control of preventive maintenance in the analyzed production area.

Keywords: Preventive maintenance, CMMS, criticality, FMEA, industrial assets, Lamitex.

CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1 Tema de investigación

“DISEÑO DE UN MODELO GMAO ORIENTADO AL MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE LAS MAQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA LAMITEX”

1.1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad, el mantenimiento preventivo se ha constituido como uno de los pilares fundamentales para la competitividad de las empresas en la industria manufacturera a nivel global, debido a sus beneficios principalmente económicos y operativos, como la reducción de los costos vinculados a la reparación, la prolongación de la vida útil de los equipos, así como la disminución de los tiempos de inactividad de las máquinas [2]. Muchos estudios respaldan que las estrategias de mantenimiento planificadas adecuadamente mejoran de forma significativa el desempeño de los procesos, incrementando la confiabilidad de la maquinaria y una mejora global de la productividad [3]. Dichos beneficios se deben a la aplicación e implementación de acciones proactivas como la lubricación rutinaria, inspecciones programadas y el reemplazo oportuno de los componentes antes que de presenten fallas graves. En contraste con el enfoque tradicional de carácter reactivos (esperar averías), el mantenimiento preventivo permite evitar costosas interrupciones inesperadas y no deseadas en la producción [4].

Paralelamente, la digitalización en el sector industrial ha potenciado por completo el rol del mantenimiento preventivo a través de sistemas de Gestión de Mantenimiento Asistido por Ordenador (GMAO) [5]. Muchas organizaciones han adoptado software especializados para la planificación, registro y control de las actividades relacionadas al manteniendo de manera integral. La utilización de estas herramientas digitales ha facilitado el trabajo y el control adecuado de la información de las máquinas, equipos y respuestas por medio de registros detallados del historial de tareas y/o acciones de mantenimiento y reparaciones [3].

La literatura contemporánea confirma con datos e información empírica los beneficios de implementar el mantenimiento preventivo. Por ejemplo, un estudio realizado en el 2025 identificó que las organizaciones que se comprometen con la ejecución de acciones de mantenimiento planificado logran reducir eficientemente los tiempos de inactividad, incrementar la confiabilidad de sus equipos y minimizar los costos de reparación significativamente. En dicho estudio, desarrollado en el sector manufacturero, se observó la existencia de una correlación positiva entre la aplicación sólida de rutinas de mantenimiento preventivo y la reducción de fallas, logrando una menor cantidad de averías inesperadas, mayor disponibilidad de las máquinas, así como menores gastos vinculados a las acciones correctivas [3].

Estos hallazgos sugieren que el mantenimiento preventivo no solamente evita pérdidas por paradas sorpresivas, sino que mejora la eficiencia general de los sistemas productivos. No obstante, a pesar de la ideología de “prevenir antes que lamentar”, muchas empresas aún siguen enfrentándose con un sin número de dificultades para implementar plenamente una filosofía de mantenimiento preventivo para mantener en buenas condiciones sus activos [6]. La decisión entre recurrir a un mantenimiento reactivo o preventivo no siempre ha sido tomada con criterios técnicos óptimos, sino que han dependido de la percepción de los gestores sobre los costos o beneficios inmediatos [7].

Muchos tomadores de decisiones subestiman por completos los costos ocultos del mantenimiento deficiente, pues en su mayoría solo han contemplado las pérdidas financieras causadas por las paradas de producción, sin evaluar los impactos colaterales como el retraso en la entrega de los productos, la insatisfacción de los clientes, la reducción en la eficiencia y utilización del personal o inclusive descartan por completo el daño reputacional que se causa a las organizaciones por los fallos recurrentes. Esta perspectiva centrada en posponer las inversiones de mantenimiento se constituye como una causa raíz que perpetúa la aparición de averías y reparaciones emergentes en muchas organizaciones a nivel mundial [8], [9].

En Latinoamérica, así como en el Ecuador, son muy evidentes los desafíos inherentes para la implementación del mantenimiento preventivo [2]. Como consecuencia de la revisión sistemática enfocada en el mantenimiento, destaca que, si bien nuestra región

reconoce los beneficios e importancia del mantenimiento planificado, aún persiste un gran vacío práctico marcado por la necesidad de mayor inversión en tecnología y capacitación al personal, para mejorar la confiabilidad de los equipos y lograr una reducción de los costos operativos [10].

Esto no implica solamente adquirir herramientas y software especializados de mantenimiento, si no también requiere de desarrollar personal capacitado y procesos bien definidos. Algunos países como Ecuador, Colombia y México han adoptado prácticas de mantenimiento preventivo y sobresalen en la producción de estudios académicos sobre la temática analizada [2]. Sin embargo, especialmente en las PYMEs todavía existen debilidades significantes en la gestión del mantenimiento, esto se debe a la resistencia al cambio organización, al poco interés o prioridad para capacitar al personal en mantenimiento, así como a la ausencia de una planificación ordenada y sobre todo apoyada en herramientas modernas [11]. Todas estas debilidades dificultan el cambio o transición desde un mantenimiento correctivo improvisado hacia uno preventivo y planificado en varias industrias, derivándose en efectos adversos como paros de producción frecuentes, equipos envejecidos de forma prematura y pérdidas económicas perjudiciales para las empresas dentro de la industria manufacturera [12], [13].

En la empresa Lamitex, dedicada a la fabricación de colchones, convergen muchos de los factores antes mencionados. En la actualidad, la organización, carece de un modelo estructurado y/o formal para la gestión del mantenimiento preventivo para los activos de su área de producción. En la realidad práctica, sus acciones e intervenciones de mantenimiento son netamente correctivas, es decir, que se actúa únicamente luego de que las máquinas han fallado. Tampoco existen planificaciones calendarizadas de inspección o reemplazo preventivo de partes o piezas. Este escenario pone en evidencia clara causas internas perjudiciales para la empresa como: una cultura organizacional que actúa solo en respuesta a los fallos que se generan, ausencia de personal capacitado para la gestión de los equipos, máquinas y entre otros activos del área de producción, así como la ausencia de herramientas informativas para la programación y seguimiento de las tareas de mantenimiento.

El problema central de Lamitex, resulta en un mantenimiento correctivo desorganizado, que por ningún motivo se anticipa a evitar paros de producción. En consecuencia, la organización sufre interrupciones imprevistas, derivadas de las averías que se presentan en su maquinaria, lo cual detiene la fabricación de colchones y resulta en la generación de costos no planificados o fuera del presupuesto organizacional. Cada paro emergente implica gastos asociados a los repuestos y horas extras del personal, además, del incumplimiento de los pedidos y retrasos en la entrega de los productos, afectando la confianza que los clientes han depositado sobre la empresa.

Desde otra perspectiva, trabajar bajo un enfoque reactivo conlleva intervenciones de emergencia que en su mayoría se ejecutan bajo alta presión de tiempo, lo que aumenta la probabilidad de errores o accidentes laborales y comúnmente implica la adquisición de piezas o repuestos de manera urgente y rápida a precios relativamente altos. De persistir este problema, sin un enfoque de mantenimiento preventivo, se generan un círculo vicioso de averías, donde las máquinas operan hasta fallan, las reparaciones devuelven la funcionalidad de los equipos, pero aun persistirá un análisis de la causa raíz, y después de un tiempo las máquinas fallan nuevamente. Esta situación mantiene bajos niveles de disponibilidad de los equipos que impiden el cumplimiento de los programas de producción.

En resumen, la carencia de una gestión preventiva de mantenimiento provoca directamente un incremento en las fallas y tiempos muertos en el área de producción de Lamitex, problemática que a la par impacta negativamente a la productividad, los costos operativos y a la calidad de las operaciones y productos. Si la empresa no toma acciones inmediatas, su área de producción se vería afectada gravemente, debido a que sus máquinas y equipos tendrán desgastes acelerados, además, la probabilidad de fallas se incrementará y la disponibilidad de la planta seguirá con niveles subóptimos; y los costos vinculados al tiempo perdido y a las reparaciones continuas erosionarán los márgenes económicos de la empresa.

Ante este escenario, resulta importante diseñar un modelo de gestión del mantenimiento asistido por ordenador (GMAO) enfocado en el mantenimiento preventivo de los activos del área de producción de Lamitex. Un sistema GMAO,

permitirá que la empresa estructure, organice, programe y controle de forma eficiente todas las tareas de mantenimiento preventivo, evitando que los equipos lleguen al punto de falla. De la misma manera un GMAO permitirá llevar un registro histórico de cada uno de los activos, tiempo medio entre fallos, repuestos utilizados para facilitar el análisis causa-raíz de las averías y generar una toma de decisiones basada en datos.

En definitiva, con el diseño de un modelo GMAO la empresa podrá incrementar la disponibilidad de sus máquinas, minimizar la frecuencia y efectos de las fallas y sobre todo alargar su vida útil, lo que a su vez mejora la sostenibilidad en su producción y competitividad en el mercado, al disponer de operaciones más confiables, seguras y rentables.

1.2 Antecedentes investigativos

En la industria manufacturera la gestión del mantenimiento se destaca por cumplir una función muy importante y estratégica para mejorar los niveles de productividad y de confiabilidad de los procesos, fortaleciendo la eficiencia y operatividad de las empresas [14].

Estudios cuantitativos confirman que el mantenimiento preventivo causa una serie de efectos positivos para las organizaciones. En un trabajo reciente, realizado en Nigeria se encuestaron a 60 gerentes especializados en sistemas de producción, en el cual los hallazgos sugieren la existencia de una correlación fuerte entre el mantenimiento preventivo y la mejoras organizaciones. De esta manera alrededor del 87% de los encuestados aseguran que las acciones de mantenimiento preventivo incrementan la confiabilidad de los equipos, mientras que el 85% mencionan que un programa de mantenimiento planificado reduce los costos de reparación, beneficios que son muy valiosos para mejorar los procesos de producción [3].

Por otra parte, empresas que han optado por la aplicación de los principios del mantenimiento preventivo de forma sistemática reportan una reducción de los tiempos muertos, así como la mejora global de la efectividad de los procesos y sobre todo en la prolongación de la vida útil de los equipos y maquinaria [15]. Asimismo, se ha evidenciado un impacto transformador mediante la implementación de herramientas

digitales, para la gestión del mantenimiento, debido a que facilitan la planificación de acciones e intervenciones proactivas y centralizadas en la información de los activos [14], [15].

En los procesos de manufactura los beneficios del mantenimiento han sido netamente cuantificables. Por ejemplo, en un estudio, desarrollado en la industria textil se aplicaron herramientas Lean junto con principios del mantenimiento productivo total (TPM) logrando un incremento de la eficiencia operacional de hasta un 46.80% tras la aplicación de las 5S, mientras que la eficiencia general de los equipos (OEE) alcanzo un valor del 83.33% con TMP [16].

Investigaciones realizadas en el contexto de Latinoamérica, coinciden en que los principios del mantenimiento preventivo como: la prevención de fallas, la prolongación de la vida útil de los activo y la mejora continua son aplicables a cualquier tipo de empresa manufacturera independientemente del sector o mercado al que pertenecen, facilitando la detección de fallas, la planificación, la programación y ejecución de tareas, lo que se refleja en un incremento de la disponibilidad de los equipos y en una reducción de acción correctivas que perjudican a las líneas de producción y reducen la vida útil de los activos [2], [14].

Por lo tanto, la gestión del mantenimiento informáticamente (GMAO) juega un papel muy importante en brindar un soporte al mantenimiento preventivo. Rodríguez et al. muestra que un GMAO/CMMS integrado ayuda a la coordinación de las rutinas preventivas dentro de un sistema de mantenimiento global, así como la calendarización de actividades y la asignación de funciones y responsabilidades para el personal técnico [17]. De forma similar, otros estudios, señalan que un GMAO permite la integración de ordenes de trabajo, inventarios y programaciones preventivas de modo que no se espere que las maquinas fallen para tomar acciones, con la finalidad de maximizar la utilización de los recursos a la vez que se reducen los tiempos de inactividad tanto de las maquinas como del personal [18].

En la industria de colchones, espumas y tapicera la gestión del mantenimiento preventivo es críticas, pues evita fallos graves y mejora los niveles producción. En un caso específico, en el proceso de producción de fibras para colchones se reestructuraron los planes de mantenimiento preventivo mediante la aplicación de

AMEF (Análisis del Modo y Efecto de Fallas) y RCM (Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad), obteniendo tareas más efectivas que minimizaron las paradas de improvisadas de producción [19].

Además, la evidencia empírica demuestra que, en la industria de colchones, específicamente en la empresa Purple (EEUU), la implementación de un GMAO en conjunto con estrategias Lean logra una reducción del 52% en la falla de equipos, un 54% en los tiempos de inactividad, y un incremento del 1.4% en la cantidad de actividades de mantenimiento preventivo completadas en su totalidad y un incremento del 42% en las tareas realizadas a tiempo [20]. Esto indica que, el cambio de un enfoque reactivo-correctivo a uno preventivo, apoyado con un GMAO, se asocia con altos niveles de disponibilidad de las máquinas y en niveles óptimos de producción, incrementando la satisfacción de los clientes por la entrega de los productos en un menor tiempo posible [21].

Estos hallazgos ilustran que, la implementación del mantenimiento preventivo junto con un GMAO aumenta significativamente las intervenciones planificadas, reduciendo los incidentes que puedan afectar negativamente a la productividad de toda una línea de producción.

1.3 Fundamentación teórica

1.3.1 Mantenimiento industrial

El mantenimiento industrial se puede definir como el conjunto de acciones o actividades técnicas, administrativas y de gestión aplicadas durante todo el ciclo de vida de los equipos industriales, con la finalidad de conservarlos, mantenerlos o restaurarlos a un estado en el que pueda desarrollar su función. El mantenimiento industrial contempla inspecciones, ajustes, reemplazo y reparaciones que garantizan la continuidad de las operaciones, minimizando las fallas y paros de producción no planificados. Además, el mantenimiento industrial permite el adecuado funcionamiento de las instalaciones, maquinas o equipos que son parte de un proceso de producción determinado, permitiendo su máximo rendimiento [22].

Por otro lado, varios autores manifiestan que dentro del mantenimiento se ejecutan una serie de acciones planificadas sistemáticamente que se direccionan a la conservación de los equipos en condiciones operativas con las que se pueda cumplir las metas y objetivos de producción previamente determinadas [23]. Dentro de este paradigma en el mantenimiento, las acciones o tareas vinculadas a la planeación, programación, ejecución y construcción de indicadores son actividades con criterios técnicos-administrativos, que necesitan una gestión permanente para alcanzar los resultados esperados o satisfactorios y que estos sean sostenibles en el tiempo. La Figura 1 muestra la dinámica de un sistema de mantenimiento [24].

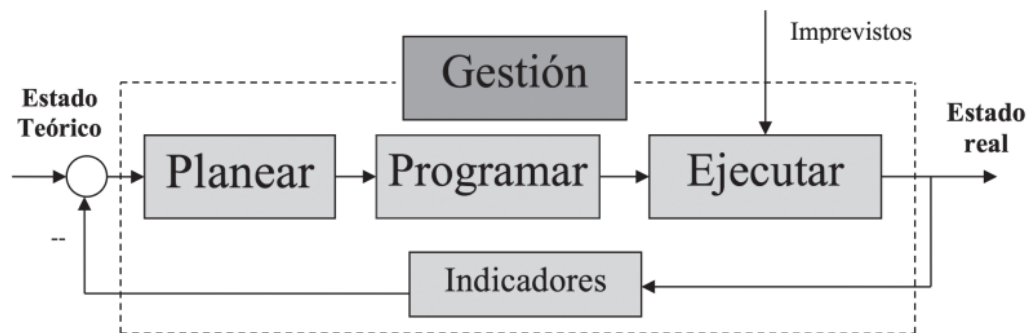


Figura 1. Dinámica de un sistema de mantenimiento [24].

Por otro lado, todas las actividades que el hombre realiza sufren una evolución asociada a los diferentes momentos históricos, políticos o económicos y el mantenimiento no es la excepción, véase la Figura 2.

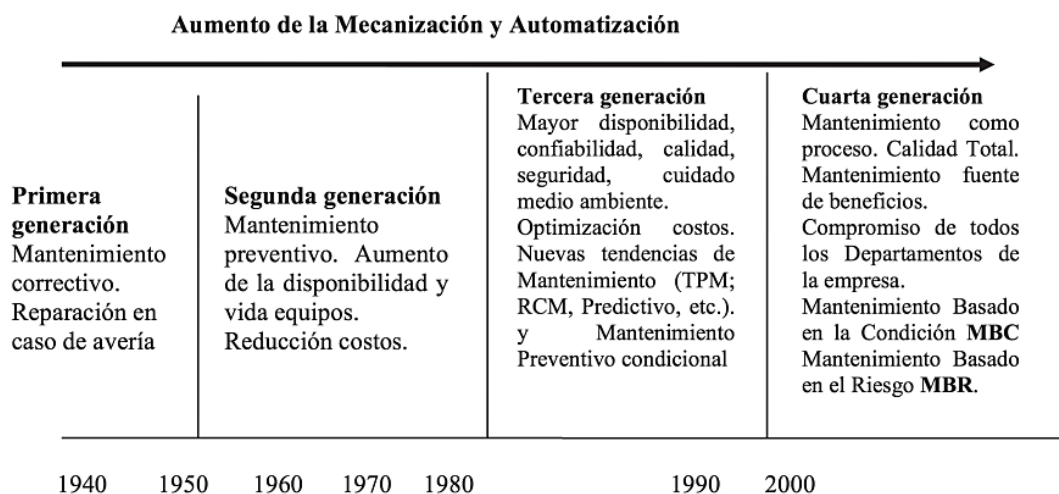


Figura 2. Evolución del mantenimiento [24].

a. Objetivos del mantenimiento

Los objetivos del mantenimiento industrial están encaminadas a garantizar la seguridad, confiabilidad y seguridad de los equipos durante toda su operación. En términos globales, el mantenimiento busca reducir los fallos imprevistos, optimizar los costos de operación y alargar la vida útil de los activos [2]. Además, un mantenimiento eficiente tiene como finalidad evitar la aparición de interrupciones no planificadas que perjudiquen a la producción, garantizar condiciones seguras de trabajo y mejorar el rendimiento de los procesos industriales [25]. Los objetivos del mantenimiento se enlistan a continuación [24]:

- Reducir las fallas o paros imprevistos de los activos y los costos asociados.
- Asegurar costos operativos razonables de los equipos y buscar mejorarlos.
- Incrementar la inversión en planta y equipos, garantizando por lo menos cumplir con la vida útil esperada de los activos.
- Garantizar que los equipos funcionen de manera segura para los operarios y el medioambiente.

b. Acciones básicas del mantenimiento

Por más complejas que sean las estructuras de mantenimiento dentro de una industria, su operación siempre se podrá dividir en acciones básicas, como lo indica la Figura 2 [24].

c. Sistemas de mantenimiento

En la Figura 3 se muestran las metodologías o estrategias que pueden adoptar las organizaciones para la administración y ejecución del mantenimiento, las cuales pueden ser tan simples o básicas como el no hacer (mantenimiento correctivos) hasta las modernas que recurren al uso de sistemas GMAO para la programación de actividades, registro de historiales y gestión de recursos de manera automatizada, lo que contribuye a la mejora de la planeación empresarial, fortaleciendo la trazabilidad y la toma de decisiones fundamentada en datos [24], [26].

Tipo de actividad	Actividad	Acción básica
Administrativa	Planear	Elección de los sistemas de Mantenimiento a seguir
		Elaborar presupuestos generales
		Recomendar cambio máquinas/equipos
		Seleccionar máquinas/equipos
Administrativa	Programar	Cronograma actividades
		Instrucción actividad
		Insumos, repuestos, herramientas
		Personal ejecutante
		Tiempo de ejecución
Operativa	Ejecutar	Instalar
		Poner a punto (ajustar)
		Calibrar
		Inspeccionar
		Limpiar
		Lubricar
		Cambiar
		Reparar
		Modificar
Operativa	Medir	Recolectar y procesar información de campo
Administrativa		Elaborar indicadores
Administrativa		Registrar actividades desarrolladas
Administrativa	Controlar	Comparar resultados obtenidos versus lo planeado, y tomar decisiones (revisar y ajustar los planes)

Figura 3. Acciones básicas de mantenimiento [24].

En la Figura 4 termino Mantenimiento de preparación, que se refiera a todas las actividades necesarias antes de efectuar las intervenciones de mantenimiento como, por ejemplo: alistamiento de herramientas, consecución de repuestos fabricación de partes, preparación de áreas para desensamble, entre otras [21], [24]. Este mantenimiento de preparación deber ser aplicado en todos los sistemas o tipos de mantenimiento [24].



Figura 4. Acciones básicas de mantenimiento [24], [27].

A continuación, se describe cada uno de estos sistemas:

- **Mantenimiento correctivo (CM):** sistema en el que las intervenciones se ejecutan siempre y cuando haya ocurrido una falla funcional, generando altos costos, debido a los paros imprevistos obligatorios [14]. Se puede subdividir en correctivo de emergencia (debido a que puede generar pérdidas de producción, accidentes laborales, entre otros) o programado (su efecto no es drástico) [24].
- **Mantenimiento programado:** se trata del mantenimiento que se realiza deteniendo el equipo cada que se ha cumplido un lapso específico de tiempos, procediendo a la ejecución de las intervenciones como limpieza, desarme, cambios de parte, lubricación y su posterior rearme. Generalmente se realiza bajo un lapso recomendando por los fabricantes de los activos, desconociendo la realidad operativa o la intensidad de trabajo que haya realizado el equipo [24].
- **Mantenimiento preventivo (PM):** su finalidad principal es la de prevenir la ocurrencia de fallos en los sistemas de producción, en base a tareas básicas como la observación, inspección, calibración, lubricación y entra otras, en frecuencias establecidas de tiempo [24].
- **Mantenimiento predictivo (PdM):** estudia los síntomas de falla y predice la ocurrencia de los fallos de las máquinas, a la vez que mide y analiza los cambios que suceden en las variables de operación propias de cada equipo. Este sistema de mantenimiento es una fase más avanzada del PM. Se puede efectuar mediante ensayos o pruebas sobre los elementos o partes de las máquinas en conjunto con la medición de sus variables de operación [24].
- **Mantenimiento productivo total (TPM):** no representa solo un sistema de mantenimiento más bien se trata de la aplicación de toda una filosofía personal y empresarial, que tiene la finalidad de maximizar los niveles de productividad de los procesos de producción. El TPM pretende alcanzar líneas o sistemas altamente productivos, a la vez que elimina las seis pérdidas que los perjudican: daños las máquinas, tiempos de aislamiento largos, máquinas funcionando en

vacío, productos con mala calidad, plantas contaminantes y accidentes en planta [24].

- **Mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM):** se trata de una filosofía de la gestión del mantenimiento para la optimización de la confiabilidad operacional de un sistema productivo bajo condiciones de trabajo predefinidas, de acuerdo con la criticidad de los equipos, considerando los posibles efectos que causarían los modos de fallas de dichos equipos, sobre las operaciones, seguridad y medioambiente [24].
- **Mantenimiento basado en el riesgo (RBM):** es uno de los sistemas de mantenimiento contemporáneos. En este sistema se direccionan los recursos de mantenimiento específicamente a los equipos que bajo un análisis de probabilidad y riesgo se determina que activos son los más riesgosos. El RBM es aplicado principalmente en operación con alta peligrosidad como las plantas petroleras, nucleares, biológicas y entre otras. Este tipo de mantenimiento es desarrollado por equipos profesionales multidisciplinarios [24].

1.3.2 Mantenimiento preventivo

El PM se aplica principalmente para impedir las fallas en los sistemas, equipos e instalaciones, mediante la planificación y programación adecuada de las intervenciones periódicamente. Por otro lado, como su nombre lo indica, es el mantenimiento que previene una situación de daño, falla o defectos de las máquinas que provocan paros de producción imprevistos, a este mantenimiento se le considera un aliado referente de la calidad de los productos [28].

El mantenimiento preventivo se caracteriza por un desensamble parcial de los equipos para un posterior proceso de limpieza, inspección, reparación, cambio y lubricación de las máquinas y sus componentes. Estas intervenciones pueden desarrollar en conjunto con el cambio o rectificación de los componentes o partes en mal estado [28].

Para iniciar un mantenimiento preventivo, se deben aplicar los siguientes pasos estratégicos [28]:

1. Definición de las metas: establecer los objetivos del programa de mantenimiento.
2. Elaboración del inventario de los activos: implica la recopilación específica de cada equipo como marca, modelo, número de serie, entre otros.
3. Usar la tecnología adecuada: usar soluciones digitales para la organización de las tareas como sistemas GMAO/CMMS.
4. Elaborar KPI efectivos: si no se establecen indicadores no se podrá saber si el programa está funcionando adecuadamente o no.
5. Crear lista de verificación de mantenimiento preventivo: para facilitar el seguimiento del mantenimiento.
6. Optimizar las estrategias de mantenimiento: procurar que el programa de mantenimiento preventivo siempre se revise periódicamente para mejorar su rendimiento.

La Figura 5 muestra un gráfico básico del nivel de rendimiento vs tiempo del ciclo de mantenimiento preventivo. Por su parte la Tabla 1 describe las ventajas y limitaciones de este sistema de mantenimiento.

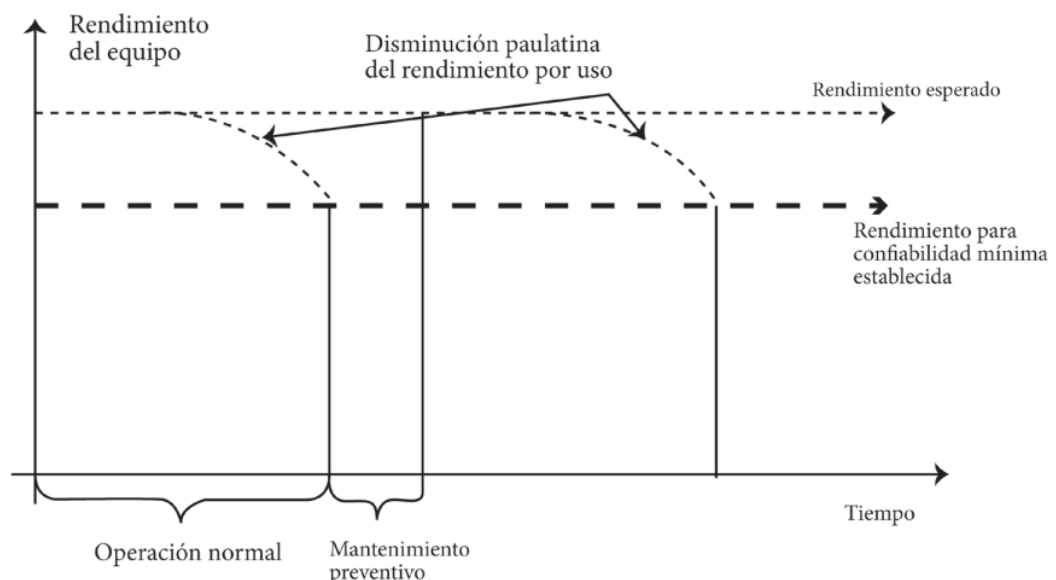


Figura 5. Ciclo básico del mantenimiento preventivo [24].

Tabla 1. Ventajas y limitaciones del mantenimiento preventivo [24].

Ventajas	Limitaciones
• Aumenta la confiabilidad de los equipos. • Uniformidad en la carga de trabajo para el personal de mantenimiento, por la programación de intervenciones. • Mayor duración de las instalaciones y equipos. • Reducción de los tiempos muertos, tiempos de parada. • Menores costos de reparación.	• Implica inversiones iniciales en infraestructura y mano de obra. • Si no se planifica adecuadamente se genera sobrecargas de trabajo. • Altos costos de inspecciones.

a. Matriz de criticidad cualitativa de riesgo (MCCR)

Para el análisis de criticidad de las máquinas, equipos e instalaciones de la matriz de criticidad, es una herramienta muy utilizada para evaluar la probabilidad de fallos y sus consecuencias, contemplando aspectos y/o factores como el impacto en la producción, la flexibilidad operacional, los costos de mantenimiento, impacto en la seguridad, ambiente e higiene [29]. A continuación, se muestra la ecuación 1, que permite determina la criticidad de los activos a partir del modelo MCCR [30]:

$$CTR = FF \times C \quad (1)$$

Donde:

- CTR: es la criticidad total del activo
- FF: la frecuencia de fallos
- C: consecuencias de los eventos de fallos
- Por otra parte, para obtener el valor de las consecuencias se emplea la ecuación 2 [30]:

$$C = (IO \times FO) + CM + SHA \quad (2)$$

Donde:

- IO: es el impacto sobre la producción

- FO: flexibilidad operacional
- CM: costo de mantenimiento
- SHA: impacto sobre la seguridad, higiene y ambiente

Por lo tanto, la expresión final para la priorización del CTR queda definida por la ecuación 3 [30]:

$$CTR = FF \times ((IO \times FO) + CM + SHA) \quad (3)$$

Cada uno de los factores detallados previamente se ponderan de acuerdo con la siguiente valoración, véase las Tabla 2 a la 6.

Tabla 2. Valoración para la frecuencia de fallos (FF) [29], [31].

Frecuencia de falla	
Valoración	Detalle
4	Frecuente: mayor a 2 eventos durante un año
3	Promedio: 1 y 2 eventos al año
2	Bueno: entre 0.5 y 1 vez al año
1	Excelente: menos de 0.5 veces al año

Tabla 3. Valoración para el impacto sobre la producción (IO) [29], [31].

Impacto sobre la producción	
Valoración	Detalle
10	Pérdidas de producción superiores al 75%
7	Pérdidas de producción entre el 50% y el 74%
5	Pérdidas de producción entre 25% y 49%
3	Pérdidas de producción entre el 10% y el 24%
1	Pérdidas de producción menores al 10%

Tabla 4. Valoración para el impacto por flexibilidad operacional (FO) [29], [31].

Flexibilidad operacional	
Valoración	Detalle
4	No existen unidades de reserva o adicionales para cubrir la producción, tiempos de reparación o logística muy grande
2	Existen unidades de reserva que cubren parcialmente el impacto sobre la producción, tiempos de reparación y logísticas intermedias
1	Se dispone de unidades de reserva en línea, tiempos de reparación y logística pequeña

Tabla 5. Valoración para el costo de mantenimiento (CM) [29], [31].

Costo de mantenimiento	
Valoración	Detalle
2	Costos superiores a \$20000
1	Costos inferiores a \$20000

Tabla 6. Valoración para el impacto en la seguridad, higiene y ambiente (SHA) [29], [31].

Frecuencia de falla	
Valoración	Detalle
8	Riesgo alto: pérdidas de vida, daños graves a la salud, incidente ambiental catastrófico
6	Riesgo medio: muerte, daños importantes a la salud, incidente ambiental de restauración difícil
3	Riesgo mínimo: muerte, afectación a la salud recuperable a corto o largo plazo, incidente ambiental controlable
1	No existe ningún tipo de riesgos o daños

La valoración de cada uno de los factores se debe realizar en conjunto con el equipo de trabajo pertinente en el contexto operacional de los activos. Para obtener el nivel de criticidad de los equipos, máquinas o sistemas se toman los valores de cada uno de los factores principales: Frecuencia y Consecuencias y se ubican en la matriz de criticidad en la Figura 6 [31].



Figura 6. Matriz de criticidad para los activos [29].

b. Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF)

El análisis modal de efecto y fallas, conocido también como Failure Mode and Effects Analysis (FMEA), es una metodología empleada para la identificación, análisis y priorización de posibles modos de falla que pueden presentar en sistemas, proceso o equipos industriales, facilitando y permitiendo la determinación de acciones preventivas direccionadas a la reducción de riesgos operativos e incrementar la confiabilidad de los activos. Esta metodología es muy utilizada en la gestión del mantenimiento por su alta capacidad para permitir la identificación de fallas antes de que generen afectaciones sobre las operaciones industriales [32].

En otras palabras, el AMEF se basa en la identificación de los posibles modos de falla, sus causas y efectos sobre un determinado sistema analizado. Luego, cada una de las fallas se evalúa mediante tres criterios principales: severidad (S), ocurrencias (O) y detección (D), permitiendo calcular el número de prioridad de riesgo (NPR), indicador empleado para priorizar las fallas que necesitan una mayor atención dentro de la gestión del mantenimiento [33].

En este sentido, la severidad es el nivel de impacto causado por una falla en el funcionamiento del sistema. Por otro lado, la ocurrencia determina la probabilidad de aparición del modo de falla analizado durante la operación un activo, mientras que la detección evalúa la capacidad de identificar la falla antes de que esta pueda provocar consecuencias sobre los sistemas productivos. De esta manera, el NPR se determina mediante la aplicación de la ecuación 4 [34].

$$NPR = S \times O \times D \quad (4)$$

Los valores más elevados de NPR sugieren condiciones de mayor riesgo operacional y permite la priorización de acciones preventivas o correctivas sobre los componentes y modos de fallas con mayor criticidad dentro de los sistemas [35].

Cada uno de los criterios detallados previamente se ponderan de acuerdo con la siguiente valoración, véase las Tabla 7 a la 9.

Tabla 7. Valoración para la severidad (S) [36].

Costo de mantenimiento		
Valoración	Clasificación	Detalle
1	Muy baja	La falla no genera ningún tipo de afectación sobre el funcionamiento del quipo.
2 – 3	Baja	La falla genera afectaciones mínimas sin impacto representativo sobre las operaciones.
4 – 6	Moderada	La falla afecta de forma parcial al rendimiento de los sistemas.
7 – 8	Alta	La falla provoca interrupciones importantes en la operación y afecta la calidad el proceso.
9 – 10	Muy alta	La falla genera una parada total del equipo o afectaciones críticas sobre los procesos.

Tabla 8. Valoración para la ocurrencia (O) [36].

Costo de mantenimiento		
Valoración	Clasificación	Detalle
1	Remota	La falla es muy improbable
2 – 3	Baja	La falla puede ocurrir de forma ocasional en condiciones poco frecuentes.
4 – 6	Moderada	La falla podría presentarse de forma periódica durante la operación.
7 – 8	Alta	La falla ocurre de manera frecuente durante condiciones normales de operación.
9 – 10	Muy alta	La falla es recurrentes o inevitable.

Tabla 9. Valoración para la detección (D) [36].

Costo de mantenimiento		
Valoración	Clasificación	Detalle
1	Muy baja	La falla se detecta de forma inmediata mediante controles existentes.
2 – 3	Baja	Existen altas probabilidades de detectar las fallas antes de que afecten a la operación.
4 – 6	Moderada	La falla es detectada parcialmente mediante la ejecución de inspecciones o controles.
7 – 8	Alta	Las fallas presentan dificultades para ser detectadas antes de que generen consecuencias en las operaciones.
9 – 10	Muy alta	La falla es difícil o imposible de detectar antes que causen afectaciones a las operaciones.

De este modo, el Número NPR permite priorizar los modos de falla que requieren mayor atención, bajo las consideraciones de la Tabla 10.

Tabla 10. Clasificación del NPR [37].

Costo de mantenimiento		
Valoración	Clasificación	Detalle
< 100	Bajo	Seguimiento normal.
100 - 179	Medio	Requiere control preventivo
> 180	Alto	Requiere intervención prioritaria

1.3.3 Sistema GMAO/CMMS

Un sistema GMAO (Gestión del Mantenimiento Asistido por Ordenador) o CMMS (Computerized Management System) por sus siglas en inglés, son software de mantenimiento que se constituyen como una solución muy practica para la gestión de la información correspondiente del mantenimiento [24]. En otras palabras, los sistemas GMAO/CMMS son herramientas informáticas destinadas a la planificación, registro, gestión y optimización de las actividades de mantenimiento de los activos físicos. Estos sistemas pueden automatizar las ordenes de trabajo (OT), controlar inventarios programar adecuadamente las intervenciones de mantenimiento preventivo, así como la generación de informes técnicos para fortalecer la toma de decisiones [26]. Una GMAO correctamente implementada mejora con eficacia la trazabilidad de las acciones y minimiza los tiempos de inactividad, pues garantiza que cada intervención sea registrada y calendarizada y apoyada por todos los recursos disponibles. Por lo general, este tipo de herramientas digitales, son capaces de facilitar la [24]:

- Creación planes de mantenimiento
- Gestión las ordenes de trabajo
- Planeación y programación de los recursos
- Gestión y análisis de costos
- Elaboración de informes técnicos.



Figura 7. Funciones de un GMAO [38].

1.3.4 Normativa

a. Reglamento de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decreto Ejecutivo 255)

Establece las obligaciones de implementar señalización de seguridad visible en áreas de riesgos, equipos intervenidos y/o zonas restringidas, con el propósito de evitar accidentes laborales. Además, dispone que las áreas de intervención y/o mantenimiento deben limitarse para restringir el acceso no autorizado y controlar los riesgos operacionales. De igual forma, esta normativa establece que las superficies de trabajo deben permanecer y/o mantenerse en condiciones seguras para prevenir accidentes, cuyos lineamientos se pueden aplicar durante las intervenciones de mantenimiento. También contempla el uso de EPP's para prevenir los riesgos, así como los lineamientos sobre el estado y uso de herramientas manuales [1].

b. NTE INEN ISO 3864 – Colores y señalética de seguridad

Establece los criterios técnicos para el diseño, colores, formas y simbología de las señales de seguridad empleadas en ambientes laborales. Su aplicación facilita la identificación visual de los riesgos, prohibiciones y/o condiciones de emergencia dentro de plantas o instalaciones industriales [39].

c. NTE INEN ISO 45001 – Sistemas de gestión de seguridad y salud en el trabajo

Normativa ecuatoriana que establece los lineamientos para el control operacional, así como la gestión preventiva de riesgo en el trabajo, a través de la implementación de condiciones seguras de operación, control de peligros y medidas preventivas [40]. Directrices que se pueden aplicar durante las actividades críticas como las intervenciones de mantenimiento.

d. NTE INEN 1154 – Iluminación para las áreas de trabajo

Determina los parámetros mínimos de iluminación requeridos en las áreas industriales y operativas [41]. Dichos lineamientos son aplicables al mantenimiento pues permiten garantizar condiciones adecuadas para las actividades e intervenciones como inspecciones o ajustes.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

Diseñar de un modelo GMAO orientado al mantenimiento preventivo de las máquinas del área de producción de la empresa Lamitex.

1.4.2 Objetivos específicos

- Identificar el estado actual de los equipos y maquinaria del área de producción de la empresa.
- Determinar las acciones de mantenimiento preventivo para los equipos y maquinas del área de producción.
- Plantear una alternativa de un modelo GMAO para el mantenimiento preventivo adaptado a las necesidades del área de producción de Lamitex.

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Los materiales empleados para el desarrollo de la investigación se describen en la Tabla 11.

Tabla 11. Listado de materiales empleados en la investigación

Material	Utilidad	Imagen
Computador	Empleado para el procesamiento de la información de esta investigación.	
Microsoft Word	Utilizados para el procesamiento y análisis de la información derivada del presente estudio.	
Microsoft Excel		
Matriz de criticidad cualitativa de riesgo (MCCR)	Matriz empleada para la identificación de la criticidad de los activos.	
Análisis de modo y efectos de fallas (AMEF)	Empleada para identificar los modos de fallas de los equipos analizados.	
Fractal One	Plataforma GMAO para la gestión del mantenimiento de los activos.	

2.2 Métodos

2.2.1 Modalidad de la investigación

El presente proyecto de investigación se fundamentó en las siguientes modalidades de investigación.

e. Investigación de campo

Para el desarrollo del presente estudio, fue necesario aplicar esta modalidad de investigación, debido a que se recurrió a las instalaciones de la empresa Lamitex, específicamente al área de producción de colchones con la finalidad de recopilar los datos e información necesarios para el análisis y diagnóstico de la situación actual del mantenimiento y de los activos de la empresa, así como la realización del inventario de los equipos. Para este caso se aplicaron herramientas como la observación directa, registro fotográfico, listas de verificación y entre otros en las instalaciones de la empresa.

f. Investigación bibliográfica – documental

Este trabajo adoptó esta modalidad, pues para su desarrollo, la investigadora se apoyó en un análisis de fuentes secundarias como libros, tesis, normas técnicas, artículos científicos, documentos especializados de mantenimiento preventivo, gestión industrial y sistemas GMAO. Mediante esta modalidad se pudo sustentar con criterio técnico el modelo propuesto. De esta manera, el respaldo documental facilitó la comprensión del mantenimiento y los métodos aplicados en entornos o escenarios similares, lo cual fortaleció los aspectos conceptuales y metodológicos de esta investigación.

g. Investigación aplicada

El estudio se basó en una investigación aplicada, pues tiene como fin el diseño de un modelo GMAO orientado al mantenimiento preventivo de los activos del área de producción de la empresa, con el propósito de solventar los problemas reales de mantenimiento de Lamitex. Este trabajo no solo se limita a la aplicación de

conocimiento a lo largo de la carrera universitaria de ingeniería industrial, sino que se pretende brindar una solución adecuada y concreta para el mejoramiento de la eficiencia operativa de la maquinaria de la línea de producción de colchones.

2.2.2 Población y muestra

Para esta investigación se consideró dos bloques de análisis: los activos del área de producción y el personal técnico – operativos ligados a las acciones de mantenimiento de las máquinas de la empresa. Por un lado, población técnica contempla a todas las máquinas que forman parte de los procesos de producción. Todas las máquinas representan los activos físicos que están sometidos al mantenimiento preventivo y forman el eje principal del modelo GMAO. Por otro lado, la población humana abarca al personal de mantenimiento, debido a que son los individuos que están en contacto directo con las acciones, rutinas e intervención de mantenimiento. Para este caso la población es de 3 técnicos de mantenimiento, véase la Tabla 12.

Tabla 12. Población de estudio.

Área	Equipos/Maquinaria	Personal de mantenimiento
Enderezado	Máquina enderezadora y cortadora de alambre.	3 técnicos
Punzonado	Máquina punzadora a presión	
Panel	Máquina de transferencia Bonell automática	
	Máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado	
Espuma	Planta horizontal de espumado	
Corte carrusel	Cortadora de espuma circular horizontal	
Corte	Máquina horizontal de corte de espuma	
Perfilado	Máquina cortadora de espuma de perfil	
Molienda	Máquina trituradora de espuma	
	Máquina de espuma adhesiva	
Pegado de espumas	Línea automática de pegamento termofusible	
Acolchado	Máquina acolchadora de cadena multiaguja	
Pasado de falso	Máquinas overlock y de puntada de seguridad	
Forrado y bandas	Máquina automática del material de colchón	
	Máquina cerradora de borde	
	Máquina de coser de brazo largo	
Prebrindado	Máquina de pre-brindado automática	
Cerrado	Máquina ribeteadora de colchones	
Tapizado	Grapadora para tapicería	
Empaque	Máquina almacenamiento automática	
	Máquina automática de embalaje de colchones	

Dado que la población es reducida en ambos casos, no se aplicó ninguna técnica de muestreo, debido a que en estos casos es recomendable trabajar con toda la población para garantizar un mayor grado de confiabilidad de los resultados [42].

2.2.3 Recolección de información

Para la recopilación de la información del área de producción y de los activos del área de producción de colchones de la empresa Lamitex se ejecutaron las actividades que se muestran en la Tabla 13 en conjunto con sus respectivas técnicas e instrumentos necesarias para cumplir con cada uno de los objetivos planteados en este estudio.

Tabla 13. Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento de los objetivos.

Objetivo General	Objetivos	Actividades	Técnica	Herramienta/instrumento
Diseñar de un modelo GMAO orientado al mantenimiento preventivo de las máquinas del área de producción de la empresa Lamitex.	Identificar el estado actual de los equipos y maquinaria del área de producción de la empresa.	Recolectar la información y datos del área de producción de colchones	- Observación directa - Entrevista no estructurada al personal de mantenimiento	- Ficha de observación - Bolígrafo - Cuaderno de apuntes
		Elaborar el inventario de equipos y máquinas	- Observación directa - Lista de verificación	- Plantilla o formato de inventario - Codificación de activos
		Realizar las fichas técnicas de los equipos	- Registro técnico	- Formato de ficha técnica
	Determinar las acciones de mantenimiento preventivo para los equipos y máquinas del área de producción.	Construir las matrices AMFE	- Evaluación de riesgo	- Formato de la matriz AMFE
		Identificar las intervenciones preventivas (inspección, ajuste, limpieza, lubricación, etc.)	- Aplicación técnica	- Lista de verificación - Manuales de mantenimiento
		Establecer las frecuencias para la inspección y mantenimiento	- Consulta técnica	- Manuales del fabricante - Normativa técnica - Cronograma de mantenimiento

Tabla 13. Actividades, métodos e instrumentos para el cumplimiento de los objetivos, continuación.

Objetivo General	Objetivos	Actividades	Técnica	Herramienta/ instrumento
		Definir las condiciones mínimas para la intervención (seguridad)	Planificación operativa	Guía de condiciones para la intervención segura
Diseñar de un modelo GMAO orientado al mantenimiento preventivo de las máquinas del área de producción de la empresa Lamitex.	Plantear una alternativa de un modelo GMAO para el mantenimiento preventivo adaptado a las necesidades del área de producción de Lamitex.	Configuración de los activos dentro del sistema GMAO	Carga organizada de la información	- Plataforma GMAO - Fichas técnicas
		Parametrizar los planes del mantenimiento preventivo (tareas y frecuencias)	- Planificación digital	- Plantillas de tareas y frecuencias de mantenimiento en la plataforma GMAO
		Registrar los recursos (humanos y materiales), las responsabilidades	- Asignación operativa	- Módulos de GMAO

2.2.4 Procesamiento y análisis de datos

El procesamiento y análisis de la información derivada de este estudio se desarrolló de una forma secuencial y sistemática desde la revisión, clasificación y tabulación de los resultados hasta la elaboración del informe final con los resultados encontrados.

- Revisión de la información: todos los datos e información se revisaron con el fin de determinar si se encuentran dentro de la temática planteada y completar aquella que así lo requiera.
- Clasificación y tabulación: los valores numéricos pertinentes fueron tabulados utilizando Microsoft Excel, con el propósito de organizar la información de las máquinas del área de producción.
- Análisis cualitativo: la información de este tipo fue procesada con Microsoft Word para sintetizar los resultados obtenidos.

- Interpretación técnica: con los hallazgos organizados, se procedió a la interpretación de los datos, referente a los equipos críticos, patrones de falla e intervenciones preventivas.
- Soporte al modelo GMAO: toda la información pertinente del plan de mantenimiento preventivo se procesó empleando una plataforma GMAO, para programas y parametrizar las tareas, frecuencias, responsabilidad y recursos según las condiciones y necesidades de la empresa.
- Elaboración del informe final: todos los resultados de esta investigación se consolidaron en el informe final del proyecto de investigación, contemplando tablas, gráficos, recomendaciones para el mantenimiento y las conclusiones del estudio en cuanto al mantenimiento preventivo a través de GMAO.

CAPÍTULO III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Descripción de la empresa

3.1.1 Reseña empresarial

Lamitex es una empresa orgullosamente ecuatoriana con una trayectoria en el mercado nacional de 41 años, dedicada a la fabricación de espumas, colchones y textiles, su logotipo se puede observar en la Figura 8. Desde sus inicios, la organización ha fundamentado su crecimiento en la innovación continua, la inversión en tecnología de vanguardia, así como la implementación de altos estándares de calidad, direccionados a garantizar el bienestar y confort de las familias ecuatorianas, Por esta visión estratégica y a su crecimiento sostenido, ha logrado posicionarse como un referente dentro de la industria del descanso en el territorio nacional.



Figura 8. Logotipo de la empresa Lamitex.

Además, a lo largo de todo este tiempo la empresa también ha fortalecido su estructura productiva y organizacional, integrándose como parte de las marcas propias y unidas industriales del grupo GO. CORP. Esta vinculación estratégica ha fortalecido la cadena productiva nacional, al abastecer de insumos a los sectores como el calzado y el textil, y al consolidar una operación industrial cada vez más competitiva y eficiente.

Por otra parte, el 11 de febrero del 2026 la empresa inauguró oficialmente su nueva planta ubicada en la vía a Pastocalle Km 1½, en la provincia de Cotopaxi. La puesta en marcha de las instalaciones modernas representa un hito en el fortalecimiento de la

capacidad productiva del sector, marcando un “antes y después” en la industria del descanso en el Ecuador. Del mismo modo, este acontecimiento reafirma el compromiso de Lamitex con el desarrollo económico regional, mediante la generación de plazas de empleo, la incorporación de tecnologías avanzadas, así como la creación de valor agregado para nuestro país.

3.1.2 Ubicación

Lamitex se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga, Barrio El Progreso vía a Pastocalle Km 1½. A continuación, la Tabla 14 muestra la ubicación de la empresa desde una perspectiva satelital.

Tabla 14. Actividades, métodos e instrumentos.

Ubicación de la empresa	
Coordenadas	Latitud: -0.7329848
	Longitud: -78.6219213
	

3.1.3 Filosofía empresarial

Misión

Satisfacer las necesidades actuales de nuestros clientes, apoyados en el más amplio surtido de productos en las mejores marcas, al mejor precio, con calidad de servicio y con atención personalizada.

Visión

Ser una empresa reconocida por exceder las expectativas de nuestros clientes mediante liderazgo, innovación y desempeño sobresaliente de largo plazo.

3.1.4 Organigrama empresarial

La estructura organizacional de la empresa se muestra a continuación en la Figura 9.

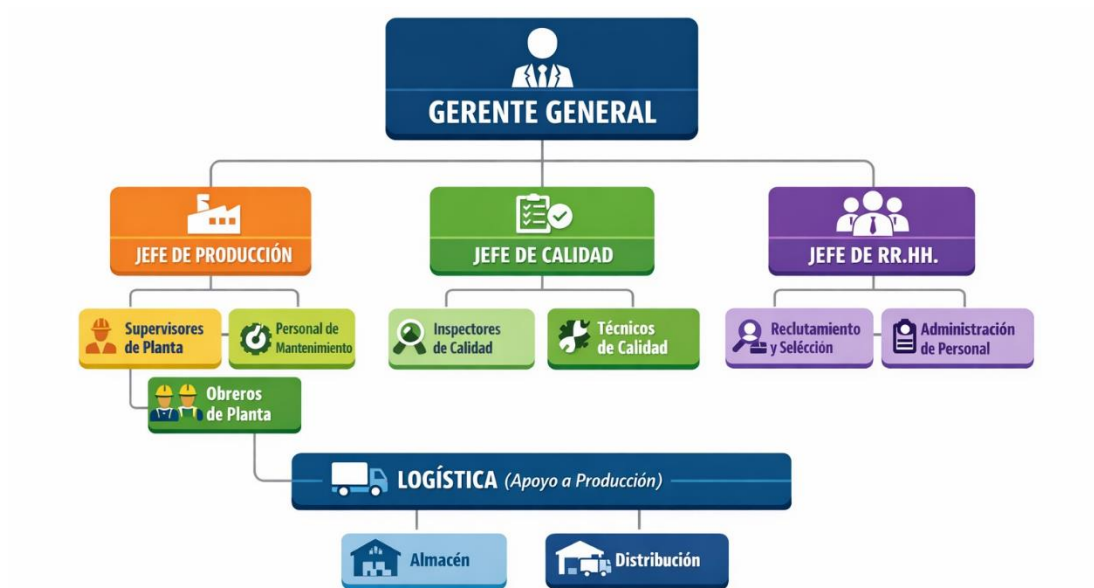


Figura 9. Organigrama organizacional de la empresa Lamitex.

3.1.5 Productos ofertados

Dentro de su línea de producción de colchones, Lamitex ofrece a su distinguida clientela una amplia gama de productos diseñados para satisfacer las necesidades de confort, calidad y durabilidad. Estos productos son elaborados a través de procesos productivos estandarizados y mediante el uso de materiales de calidad, lo que garantiza un desempeño adecuado al momento de satisfacer las necesidades del consumidor. En las Tabla 15 a la 23, se muestra el detalle de cada uno de los productos fabricados dentro de esta línea productiva.

Tabla 15. Colchones Pocket Coil.

Línea Pocket Coil		
Producto	Descripción	Foto
Pocket Boreal Memory Foam	Diseñado para reducir la transferencia de movimiento y proporcionar un ajuste corporal preciso y confortable, su estructura minimiza ruidos, favorece la circulación del aire y mantiene el colchón fresco y duradero. Alivia dolores articulares y puntos de presión, mejorando la calidad del descanso.	
Pocket Boreal Convencional	Diseñado para reducir la transferencia de movimiento y proporcionar un ajuste corporal preciso y confortable, su estructura minimiza ruidos, favorece la circulación del aire y mantiene el colchón fresco y duradero.	

Tabla 16. Colchones Memory Foam.

Línea Memory Foam		
Producto	Descripción	Foto
Supreme Memory Foam	Ideal para personas con dolor en las articulaciones. Recomendado para aplacar dolores cervicales. Mejora la circulación. Máxima adaptación corporal.	
Frizante Memory Foam	Ideal para personas con dolor en las articulaciones. Recomendado para aplacar dolores cervicales. Mejora la circulación. Excelente adaptación corporal	
Memory Plus	Ideal para personas con dolor en las articulaciones. Recomendado para aplacar dolores cervicales. Mejora la circulación. Alto nivel de adaptación corporal	

Tabla 17. Colchones Línea Hotelera.

Línea Hotelera		
Producto	Descripción	Foto
Firm Plus	Diseñado para quienes prefieren la firmeza y el confort propio de un colchón ortopédico duro de alto desempeño.	 Firm Plus Exclusivo Box top 10 cm de alta firmeza NÚCLEO DE ESPONJA PRENSADA 15 años GARANTÍA
Champion	Perfecto para quienes prefieren mayor soporte y firmeza, con un alto grado de confort en un colchón ortopédico de resortes de alto desempeño.	 Champion Box Top 10 cm Óptimo ajuste corporal 12 años GARANTÍA
Hotelero Support	El preferido por el sector hotelero, balance ideal, entre dureza y suavidad, desarrollado para asegurar un descanso reparador, incluso para los gustos más exigentes.	 <i>Hotelero Support</i> PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 12 años GARANTÍA
Hotelero	La mejor opción para hoteles. Balance ideal, entre dureza y suavidad, desarrollado para asegurar un descanso reparador, incluso para los gustos más exigentes.	 <i>Hotelero</i> PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 12 años GARANTÍA
Infinitus Doble Pillow Top	Creado para quienes buscan exclusividad y confort en su máxima expresión. Diseño único con hilos de plata, este producto canaliza tu energía de manera óptima, permitiéndote descansar como nunca.	 Infinitus DOBLE PILLOW TOP 12 años GARANTÍA
Infinitus Pillow Top	Creado para quienes prefieren colchones que ofrecen un ajuste corporal excepcional, con un nivel superior de firmeza en su lado convencional.	 Infinitus PILLOW TOP ONE SIDE 12 años GARANTÍA
Infinitus	Que las estrellas descubran tus sueños. Diseñado para ofrecer una excelente adaptación corporal y un confort inigualable, gracias a su composición de alto desempeño.	 Infinitus PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 12 años GARANTÍA

Tabla 17. Colchones Línea Hotelera, continuación.

Línea Hotelera		
Producto	Descripción	Foto
Premier Doble Pillow Top	Elegido como uno de los mejores productos por todos nuestros clientes, adaptación corporal excepcional y confort superior. Su tecnología convoluted foam mejora la circulación del aire en su interior, alivia puntos de presión y distribuye el peso uniformemente. Resortes de alto desempeño para un soporte personalizado.	
Premier Pillow Top	Elegido como uno de los mejores productos por todos nuestros clientes, adaptación corporal excepcional y confort superior. Su tecnología convoluted foam mejora la circulación del aire en su interior, alivia puntos de presión y distribuye el peso uniformemente. Resortes de alto desempeño para un soporte personalizado.	
Perfection Doble Pillow Top	Exclusivo sistema Foam Encasement que mejora el soporte total del colchón, prolongando su vida útil. Además, su tecnología 3D Air Flow ofrece una excelente ventilación y frescura, garantizando un sueño reparador. Ideal adaptación corporal y confort.	
Perfection Convencional	Exclusivo sistema Foam Encasement que mejora el soporte total del colchón, prolongando su vida útil. Además, su tecnología 3D Air Flow ofrece una excelente ventilación y frescura, garantizando un sueño reparador.	

Tabla 18. Colchones Semi Ortopédicos.

Semi Ortopédicos		
Producto	Descripción	Foto
Fiesta	Firmeza ideal al alcance de todos, recomendado para quienes buscan la frescura y comodidad de telas de algodón. Ideal para su uso en literas.	

Tabla 19. Colchones Ortopédicos Tradicionales.

Ortopédicos tradicionales		
Producto	Descripción	Foto
Satisfacción Total	Exclusivo sistema Full Air Flow (Full 3D) en todo el perímetro del colchón. Frescura y Confort garantizados en este colchón ortopédico de diseño innovador y alto desempeño.	
Sueño Total	Referido por quienes buscan un colchón ortopédico de resortes de buen desempeño, garantía real y excelentes acabados. Encuéntralo en una amplia variedad de diseños, colores y telas, para todos los gustos. Disfruta de la frescura y confort propio de las telas bramante de algodón.	
Novo Compromiso	Colchón ortopédico de excelente desempeño, calidad y tecnología. Diseñado especialmente para el uso prolongado en literas por su gran confort, maximizando el espacio disponible.	
Full Spring	Ideal para quienes buscan un colchón ortopédico de alto rendimiento, garantía confiable y acabados impecables. Experimenta la frescura y comodidad del “Full Spring”, diseñado para brindarte el máximo confort.	

Tabla 20. Colchones Ortopédicos de lujo.

Ortopédicos de lujo		
Producto	Descripción	Foto
Ultra Firme Pillow Top	Desarrollado para quienes encuentran el máximo confort en colchones de alta dureza y excelente desempeño. Recomendado para quienes valoran la combinación perfecta entre una excelente adaptación corporal (Pillow Top) y la máxima dureza (lado convencional) en un colchón ortopédico prensado de resortes.	
Jumbopedic Doble Pillow Top	Elaborado para quienes valoran la firmeza en un colchón ortopédico de alto desempeño. Exclusiva configuración premium que permite entregar un producto diseñado para maximizar su vida útil y ofrecer el mayor beneficio que puede entregar un colchón de resortes con garantía extendida. Excelente ajuste corporal en los dos lados del producto.	

Ortopédicos de lujo		
Producto	Descripción	Foto
Jumbopedic	Recomendado para personas que prefieren colchones de alta firmeza como base para lograr un descanso reparador. La mejor solución para quienes han utilizado colchones prensados y desean migrar a otro tipo de colchones	 Jumbopedic PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 12 años GARANTÍA
Conforpedic Doble Pillow Top	Recomendado para quienes prefieren colchones de firmeza media y buscan un excelente soporte. Ideal para quienes desean cambiar de colchones más suaves a opciones más firmes, ya que ofrece un ajuste óptimo.	 CONFORPEDIC DOBLE PILLOW TOP 12 años GARANTÍA
Conforpedic	Perfecto para quienes disfrutan de un descanso placentero en colchones de firmeza media. Una excelente opción para quienes desean hacer la transición de colchones suaves a opciones más firmes, ya que proporciona un ajuste óptimo y equilibrio perfecto entre firmeza y suavidad.	 CONFORPEDIC PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 12 años GARANTÍA
Sonata Doble Pillow Top	Recomendado como la mejor opción de valor, elegido por quienes buscan un descanso placentero y reparador, en productos con garantía extendida y soporte ideal, a precios totalmente accesibles. Ideal para quienes desean aprovechar al máximo el beneficio de un excelente ajuste corporal en los dos lados del producto	 Sonata DOBLE PILLOW TOP 10 años GARANTÍA
Sonata Pillow Top	Ideal para los que valoran la excelente adaptación corporal que brinda el sistema pillow top o la firmeza de su lado convencional, en un colchón ortopédico totalmente confortable y de excelente desempeño. Versión Pillow Top One Side se puede utilizar por los dos lados.	 Sonata PILLOW TOP ONE SIDE 10 años GARANTÍA
Sonata	Recomendado para personas que gustan de colchones confortables y firmes para obtener un descanso reparador. Excelente nivel de soporte en toda la superficie de este colchón ortopédico de resortes único en su clase.	 Sonata PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 10 años GARANTÍA
Inglés Firme	Colchón firme de alto desempeño con excelentes acabados, disponible en todas las medidas hasta tres plazas. Preferido por brindar un excelente nivel de confort con garantía extendida.	 Inglés Firme PRESENTACIÓN CONVENCIONAL 10 años GARANTÍA

Tabla 21. Colchones Ortopédicos de lujo Cloud.

Ortopédicos de lujo Cloud		
Producto	Descripción	Foto
Jumbopedic Cloud Doble Pillow Top	Elaborado para quienes valoran la firmeza en un colchón ortopédico de alto desempeño. Exclusiva configuración que permite entregar un producto de mayor altura maximizando su vida útil. Ideal para quienes desean aprovechar al máximo el beneficio de un excelente ajuste corporal en los dos lados del colchón	 The image shows a Jumbopedic Cloud Doble Pillow Top mattress. It is a dark-colored mattress with a quilted top. A label in the top right corner reads "DOBLE PILLOW TOP". A badge in the bottom right corner indicates "12 años GARANTÍA".
Jumbopedic Cloud Pillow Top	Recomendado para personas que prefieren colchones de alta firmeza, pero no extremadamente duros. Ideal para un descanso confortable y reparador. En su versión "Pillow Top" se puede utilizar por ambos lados.	 The image shows a Jumbopedic Cloud Pillow Top mattress. It is a dark-colored mattress with a quilted top. A label in the top right corner reads "PILLOW TOP ONE SIDE". A badge in the bottom right corner indicates "12 años GARANTÍA".
Jumbopedic Cloud	Recomendado para personas que prefieren colchones de alta firmeza, pero no extremadamente duros. Ideal para un descanso confortable y reparador.	 The image shows a Jumbopedic Cloud mattress. It is a dark-colored mattress with a quilted top. A label in the top right corner reads "PRESENTACIÓN CONVENCIONAL". A badge in the bottom right corner indicates "12 años GARANTÍA".
Conforpedic Cloud Pillow Top	Ideal para quienes encuentran un descanso placentero en colchones de firmeza media. Desarrollado especialmente para quienes gustan de colchones que pueden brindar un excelente ajuste corporal y disponen además de un nivel de firmeza ideal en el lado convencional.	 The image shows a Conforpedic Cloud Pillow Top mattress. It is a dark-colored mattress with a quilted top. A label in the top right corner reads "PILLOW TOP ONE SIDE". A badge in the bottom right corner indicates "12 años GARANTÍA".
Conforpedic Cloud	Recomendado para quienes prefieren colchones de firmeza media con excelente soporte. Ideal para minimizar el impacto en personas que están migrando de colchones suaves a duros.	 The image shows a Conforpedic Cloud mattress. It is a dark-colored mattress with a quilted top. A label in the top right corner reads "PRESENTACIÓN CONVENCIONAL". A badge in the bottom right corner indicates "12 años GARANTÍA".
Sonata Cloud Doble Pillow Top	Recomendado como una excelente opción de valor, elegido por quienes buscan un descanso placentero y reparador en productos con garantía extendida y soporte perfecto. Ideal para quienes desean aprovechar al máximo el beneficio de un excelente ajuste corporal en los dos lados.	 The image shows a Sonata Cloud Doble Pillow Top mattress. It is a light-colored mattress with a quilted top. A label in the top right corner reads "DOBLE PILLOW TOP". A badge in the bottom right corner indicates "10 años GARANTÍA".

Ortopédicos de lujo Cloud		
Producto	Descripción	Foto
Sonata Cloud Pillow Top	Ideal para los que valoran la excelente adaptación corporal que brinda el sistema pillow top o la firmeza que se puede encontrar en el lado convencional de este colchón ortopédico único en su clase, totalmente comfortable y de excelente desempeño. Versión Pillow Top One Side se puede utilizar por los dos lados a su elección.	
Sonata Cloud	Recomendado para personas que gustan de colchones confortables y firmes para obtener un descanso reparador. Excelente nivel de soporte en toda la superficie del colchón.	
Sueño Fresh Cloud	Preferido por quienes valoran la frescura en un colchón de resortes cómodo, firme, con tela tipo exportación y un exclusivo sistema de flujo de aire (3D Air Flow).	

Tabla 22. Colchones Prensados Clínicos.

Prensados Clínicos		
Producto	Descripción	Foto
Ortopédico De Luxe	Único en su clase, núcleo 100% esponja prensada de 100 kg/m3. La elección de quienes encuentran mayor confort en colchones duros sin resortes. Desarrollado para personas con afecciones lumbares (columna baja).	
Novo Ortopédico Cloud Pillow Top	La elección de quienes encuentran mayor confort en colchones duros sin resortes. Desarrollado para personas con afecciones lumbares (columna baja).	
Novo Ortopédico Cloud	La elección de quienes encuentran mayor confort en colchones duros sin resortes. Desarrollado para personas con afecciones lumbares (columna baja).	

Prensados Clínicos		
Producto	Descripción	Foto
Novo Ortopédico Pillow Top	La elección de quienes encuentran mayor confort en colchones duros sin resortes. Desarrollado para personas con afecciones lumbares (columna baja).	
Novo Ortopédico	La elección de quienes encuentran mayor confort en colchones duros sin resortes. Desarrollado para personas con afecciones lumbares (columna baja).	

Tabla 23. Colchones Infantiles.

Infantiles		
Producto	Descripción	Foto
Bambino	Colchón de resortes desarrollado para garantizar el máximo confort de los más pequeños del hogar.	

3.2 Proceso productivo para la fabricación de colchones

En esta sección se describen cada una de las etapas del proceso productivo para la fabricación de colchones en la empresa Lamitex.

3.2.1 Construcción de paneles

En este proceso se construye la estructura interna de los colchones, compuesta por un conjunto de resortes, con la finalidad de proporcionar soporte y resistencia a los productos. En esta fase los paneles de resorte son conformados mediante su ensamble, creando una estructura uniforme que permite distribuir de manera adecuada el peso de los usuarios. Para esto, los resortes son organizados según las dimensiones del colchón a elaborar y posteriormente se enlazan mediante alambres o espirales metálicos, garantizando la estabilidad y firmeza de toda la estructura. Cabe mencionar que esta

estructura se fabrica de acuerdo con la línea de producción y las dimensiones del colchón que se requiere elaborar.

a. Línea Pocket Coil

En esta línea se construyen paneles con resortes tipo Pocket Coil, que se encuentran enfundados individualmente. Esta característica permite que cada resorte funcione de independientemente, lo que favorece a una mejor adaptación corporal, así como una adecuada distribución del peso del usuario. Estos paneles se fabrican según las dimensiones requeridas para cada modelo de colchón para garantizar soporte, estabilidad y confort en los productos terminados, véase la Figura 10.



Figura 10. Fabricación de paneles para la línea Pocket Coil.

b. Líneas Memory Foam, Hotelera, Cloud, Ortopédicos de lujo y Ortopédicos tradicionales

Para estas líneas de colchones se construyen paneles con resortes convencionales. Para estos productos los resortes se organizan y ensamblan según las especificaciones de cada tipo de colchones incluyendo sus medidas. La estructura formada tiene la finalidad de brindar un mayor soporte al colchón y mantener su estabilidad, garantizando que el producto cumpla especificaciones clave como la firmeza y resistencia propia de cada línea. En la Figura 11 se puede apreciar al operario construyendo un panel para estas líneas de colchones.



Figura 11. Fabricación de paneles con resortes clásicos.

c. Línea prensado clínicos

Para estos caso de colchones se elaboran paneles de esponja prensada (de alta densidad y Pro Support Foam). Mediante este tipo de paneles la estructura general de vuelve más firme y compacta, características que son esenciales para este tipo de colchones. En la Figura 12, se muestra la elaboración de paneles a base de esponja.



Figura 12. Paneles de esponja prensada.

3.2.2 Esponjado

El proceso de esponjado consiste en la preparación y corte de la espuma de poliuretano empleada como material para definir el confort de los colchones. Aquí se utiliza materia prima (espumas) de distintas densidades, la misma que se selecciona de acuerdo con el tipo y características específicas de los colchones que se vayan a

fabricar. Para luego, ser cortadas de acuerdo con las dimensiones y requerimientos de cada colchón. Cabe mencionar que el esponjado tiene la finalidad de actuar como aislante de la estructura del colchón. La Figura 13, muestra el material empleado para este proceso productivo.



Figura 13. Material empleado en el proceso de esponjado.

a. Aglomerado (Esponja para colchones Clínicos)

Dentro del proceso de esponjado se realiza la elaboración del panel aglomerado, que consiste en la reutilización y aprovechamiento de los residuos de esponja generados a lo largo de todo el proceso productivo. En este subproceso las mermas de esponja ingresan a una máquina trituradora, donde se reducen a trozos pequeños. Luego el material triturado es colocado en un tambor para su mezclado con agentes adhesivos para compactar todas las partículas de esponja. Finalmente, la mezcla resultante se somete a un proceso de prensado para formar un panel compactado denominado aglomerado (ver Figura 14), que se emplea en la fabricación de colchones ortopédicos.



Figura 14. Panel aglomerado para colchones ortopédicos.

3.2.3 Acolchado

Este proceso se constituye con una de las etapas más importantes en la fabricación de colchones, debido a que permite la integración y fijación de las capas de materiales que conforman la superficie superior o externa del producto. En el acolchado se unen la tela exterior, la espuma y otros materiales de relleno mediante costuras que aseguran la estabilidad, confort, así como una adecuada presentación estética de los productos. Durante la ejecución de este proceso, las distintas capas de materiales se disponen de manera ordenada y se introducen en una máquina acolchadora (véase la Figura 15), la cual realiza las costuras continuas siguiendo un patrón ya definido previamente.



Figura 15. Máquina acolchadora.

a. Acolchado de bandas

El acolchado de bandas corresponde a la elaboración de los laterales de los colchones. En esta fase se coloca de forma ordenada la tela, la espuma y entre otros materiales de relleno para ser ingresados en la máquina acolchadora, donde se realizarán costuras continuas para unir y fijar todas las capas de los materiales. Este subproceso tiene la finalidad de brindar características de resistencia, estabilidad, así como un acabado adecuado de los materiales. El resultado de esta operación son bandas acolchadas que serán utilizadas para formar los laterales y los bordes de los colchones en el proceso de ensamble. La Figura 16, muestra la ejecución del acolchado de bandas.



Figura 16. Acolchado de bandas.

3.2.4 Pasadora de falso

En este proceso, el panel acolchado obtenido tras la ejecución de los procesos anteriores es colocado en la máquina pasadora de falso, la cual realiza una costura en los bordes del colchón con la finalidad de asegurar y mantener unidas todas las capas de tela y espuma que lo conforman, así como alinear y reforzar los bordes del producto. Esta operación es esencial, debido a que evita desplazamientos o deformaciones de las capas internas durante su manipulación a lo largo del proceso de producción, garantizando que el material mantenga sus dimensiones y un acabado uniforme. La Figura 17, muestra la ejecución de este proceso.



Figura 17. Ejecución del proceso de pasadora de falso.

3.2.5 Forros y bandas

Una vez que los materiales son acolchados en forma de rollos, se trasladan hacia la máquina de bandas, donde se realizan las costuras laterales de las bandas, con el propósito de sellar los bornes y brindar un mejor acabado y resistencia al material, como se muestra en la Figura 18. Luego que las bandas son procesadas estas se unen entre sí para dar forma al contorno del colchón, conformado con aquello su estructura lateral. Finalmente, se colocan los respiradores en las bandas para facilitar la circulación del aire dentro de los colchones, garantizando una ventilación adecuada y, por ende, una mayor durabilidad de los productos.



Figura 18. Proceso de forros y bandas.

3.2.6 Tapizado

En este proceso se ensamblan los diferentes componentes que conforman el colchón. En esta fase se integran los paneles, la tela acolchada, las bandas laterales y las capas internas, externas como la esponja, formando la estructura del producto de acuerdo con el modelo y las dimensiones del colchón que se está elaborando. Para ello, los materiales se colocan de manera ordenada y alineada con el fin de asegurar que cada componente se ajuste correctamente durante el armado. Durante este proceso se acomodan los materiales sobre la estructura del colchón y se realiza su unión mediante costuras utilizando maquinaria de tapizado. De esta manera se logra fijar los paneles y las bandas laterales alrededor del colchón, permitiendo que todos los elementos queden correctamente integrados antes de continuar con el proceso de cerrado, véase la Figura 19.



Figura 19. Proceso de tapizado.

3.2.7 Cerrado

En esta fase del proceso se realiza la costura final del colchón, permitiendo unir de forma definitiva, el panel superior, inferior y las bandas laterales que conforman su estructura. Durante la ejecución del cerrado, el colchón se coloca en la máquina de cerrado como lo muestra la Figura 20, donde los operarios ejecutan la costura a lo largo de los bordes del colchón.



Figura 20. Proceso de cerrado.

Al finalizar este proceso, el colchón queda totalmente cerrado y con bordes reforzados, lo que garantiza la estabilidad de los materiales internos, así como un acabado uniforme antes de pasar al proceso de empaque.

3.2.8 Empaque

Aquí el colchón terminado ingresa a la máquina empacadora, la cual utiliza una lámina de plástico protector que envuelve completamente el producto, obsérvese la Figura 21. A medida que el colchón avanza por el sistema, el material plástico se ajusta alrededor de toda su superficie, cubriendo la parte superior, inferior y los laterales. Durante este proceso, se colocan las etiquetas correspondientes, entre ellas la etiqueta con el nombre del colchón, la etiqueta de garantía y la etiqueta de ubicación o identificación del producto. Finalmente, el colchón ya empacado sale de la máquina y es trasladado al área de almacenamiento para su posterior distribución.



Figura 21. Proceso de empaque.

3.2.9 Almacenamiento

Una vez que los productos son empacados estos se trasladan al área de bodega. En esta área los productos se organizan y ubican de acuerdo con el tipo de colchón, modelo o código de identificación, facilitando su control y posterior localización. Los productos se mantienen ordenados y protegidos hasta el momento de su despacho o distribución. Para la ejecución de este proceso se utiliza una máquina de almacenamiento automática, como se muestra en la Figura 22.



Figura 22. Proceso de almacenamiento.

3.2.10 Proceso para la línea de colchones clínicos

a. Acolchado

Este proceso se constituye con una de las etapas más importantes en la fabricación de colchones, debido a que permite la integración y fijación de las capas de materiales que conforman la superficie superior o externa del producto. En el acolchado se unen la tela exterior, la espuma y otros materiales de relleno mediante costuras que aseguran la estabilidad, confort, así como una adecuada presentación estética de los productos.

b. Bandas

En este proceso, una vez que el material acolchado sale de la máquina acolchonadora en forma de rollos, este es trasladado hacia la máquina de bandas, véase a Figura 23. En dicha máquina el material se coloca y se realiza la costura en los laterales de las bandas, con el fin de sellar los bordes y proporcionar mayor resistencia y un mejor acabado. Este procedimiento permite obtener bandas que posteriormente serán

utilizadas en la fabricación de colchones Clínicos, formando parte de los laterales del colchón en las etapas posteriores del proceso productivo.



Figura 23. Máquina acolchadora.

c. Pilotof

En esta fase todas las telas que conforman el colchón se unen con una tela politrópica, empleada especialmente para la fabricación de colchones clínicos, por sus funciones aislantes, lo que brinda una mejor protección, resistencia y acabado. En este proceso se obtiene telas preparadas para las bases de los colchones para su posterior utilización en el ensamble. Este proceso se puede observar en la Figura 24.



Figura 24. Proceso de pilotof.

d. Pasadora de falso

En el proceso de la Figura 25, se realiza una costura de acabado en los bordes de las bandas utilizando una máquina denominada pasadora de falso, donde la costura es realizada con la finalidad de reforzar las uniones y mejorar el acabado del material, lo que garantiza una mejor resistencia y presentación.



Figura 25. Proceso de pasadora de falso para colchones clínicos.

e. Pegado de espumas

Este proceso consiste en la unión de láminas de espuma mediante la aplicación de adhesivos especiales para formar la estructura interna de los colchones clínicos. Este procedimiento se realiza según las especificaciones del modelo de colchón a fabricar, véase la Figura 26.



Figura 26. Proceso de espumas para colchones clínicos.

f. Tapizado

Aquí se unen el panel de espuma formado con la tela saliendo del proceso de pasadora de falso, garantizando una integración solidad de los materiales mediante la fijación de las bandas y la tela politrópica. Este proceso garantiza la adherencia y a lineación de todos los componentes, como lo indica la Figura 27.



Figura 27. Proceso de tapizado de colchones clínicos.

g. Cerrado de banda

Una vez finalizado el proceso de tapizado, el producto pasa a la etapa de pose o puesto de cerrado, donde se colocan las bandas correspondientes para asegurar la estructura del panel. Posteriormente, el producto regresa al proceso de pegado de planchas y tapas, en el cual se colocan las capas laterales, permitiendo completar el recubrimiento y la conformación del colchón.



Figura 28. Proceso de cerrado de bandas en colchones clínicos.

h. Pegado de plancha y tapas

Continuando con el ensamble del producto en esta fase se colocan espumas en la parte superior e inferior de los colchones, mediante la aplicación de un adhesivo especial para garantizar la unión de todos los componentes. La ejecución de este proceso se puede observar en la Figura 29.



Figura 29. Proceso de pegado de planchas y tapas en colchones clínicos.

i. Cerrado total

En esta fase se procede a coser por completo las bandas con las tapas inferiores y superiores, lo que permite cerrar la estructura del colchón para garantizar que todas las partes queden compactas, véase la Figura 30.



Figura 30. Proceso de cerrado total en colchones clínicos.

j. Almacenamiento

Una vez que los productos son empacados estos se trasladan al área de bodega. En esta área los productos se organizan y ubican de acuerdo con el tipo de colchón, modelo o código de identificación, facilitando su control y posterior localización. Los productos se mantienen ordenados y protegidos hasta el momento de su despacho o distribución. Para la ejecución de este proceso se utiliza una máquina de almacenamiento automática.

3.3 Análisis del estado actual de los activos

En este apartado se analiza el estado actual de los activos del área de producción de colchones de la empresa Lamitex. Entendiéndose como activos a todas las máquinas que conforman el proceso productivo de la organización. Estos activos permiten el desarrollo y ejecución de los procesos de producción y contribuyen de forma directa a la generación de productos [43].

3.3.1 Inventario de máquinas

El inventario de la maquinaria es un pilar fundamental dentro de la gestión del mantenimiento, debido a que permite disponer de un registro detallado de todos los activos que intervienen en una línea de producción. De forma general, el inventario en el mantenimiento puede definirse como un conjunto sistematizado de información que facilita la identificación, clasificación y descripción de los equipos disponible de una organización [44], [45].

En este sentido, para la identificación única de cada activo se emplea la siguiente codificación significativa alfanumérica, mostrada en la Figura 31:

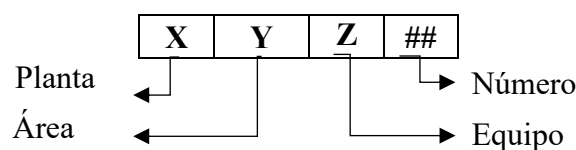


Figura 31. Estructura para la codificación significativa.

Primer campo – X

Es un campo alfabético y corresponden a la planta de producción de la empresa, siendo en este caso de estudio la planta ubicada en Pastocalle:

Tabla 24. Identificativo de la planta de producción de Lamitex.

Identificativo de la empresa	
Planta	Código
Lamitex Pastocalle	LP

Segundo campo – Y (alfabético)

Este campo alfabético corresponde al identificativo del área en la que se encuentra el activo correspondiente:

Tabla 25. Identificativo de las áreas de trabajo.

Identificativo de las áreas de trabajo	
Área	Código
Enderezado	END
Punzonado	PNZ
Panel	PNL
Espuma	ESP
Corte carrusel	CCR
Corte	CRT
Perfilado	PRF
Molienda	MOL
Acolchado	ACO
Pasado de falso	FAL
Forrado y bandas	FYB
Prebrindado	PBR
Pegado de espumas	PEG
Cerrado	CER
Tapizado	TAP
Empaque	EMP

Tercer campo – Z (alfabético)

Campo alfabético que corresponden al identificativo de cada una de las máquinas del área de producción de Lamitex.

Tabla 26. Identificativo de las máquinas.

Identificativo de las máquinas	
Máquina	Código
Máquina enderezadora y cortadora de alambre.	ECA
Máquina punzadora a presión	PNZ
Máquina de resorte de bolsillo doble alambre	BDA
Máquina de transferencia Bonell automática	BON
Máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado	ENS
Planta horizontal de espumado	PTL
Cortadora de espuma circular horizontal	CEH
Máquina horizontal de corte de espuma	CES
Máquina cortadora de espuma de perfil	CPF
Máquina trituradora de espuma	TRI
Máquina de espuma adhesiva	ADH
Máquina acolchadora de cadena multiaguja	ACM
Máquina de rebordear de alta resistencia	RAR
Máquinas overlock y de puntada de seguridad	OVL
Máquina automática del material de colchón	MAT
Máquina cerradora de borde	CER
Máquina de coser lineal de alta velocidad	LAV
Máquina de coser de brazo largo	COS
Máquina de pre-bridado automática	BRD
Línea automática de pegamento termofusible	TER
Transportador de volteo de cinta de silicona de 4 brazos	TVB
Cinta transportadora de prensado con banda de silicona	CTP
Máquina ribeteadora de colchones	RBT
Grapadora para tapicería	GRP
Grapadora automática DL	GRA
Máquina almacenamiento automática	ALM
Máquina automática de embalaje de colchones	EMB

En este sentido, a continuación, en la Tabla 27 se presenta el inventario de las máquinas del área de producción de la planta de Lamitex en Pastocalle, con su respectiva codificación para su fácil identificación.

Tabla 27. Inventario de máquinas del área de producción de Lamitex.

		<i>INVENTARIO DE MÁQUINAS</i>					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Enderezado	Máquina enderezadora y cortadora de alambre.	1	LP-END-ECA-01	Operativa	Genmax	JZ3	
Punzonado	Máquina punzadora a presión	1	LP-PNZ-PNZ-01	Operativa	Genmax	TC03	No disponible
Panel	Máquina de resorte de bolsillo doble alambre	1	LP-PNL- BDA-01	Operativa	Hua Jian Intelligent	SX-TOP2	

		<i>INVENTARIO DE MÁQUINAS</i>					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Panel	Máquina de transferencia Bonell automática	5	LP-PNL-BON-01 al 05	Operativa	Hua Jian Intelligent	SX-100T	
	Máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado	1	LP-PNL-ENS-01	Operativa	Hua Jian Intelligent	SX-300DL	

		<i>INVENTARIO DE MÁQUINAS</i>					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Espuma	Planta horizontal de espumado	1	LP-ESP-PLT-01	Operativa	Sirui Machinery	SR-HCF	No disponible
Corte carrusel	Cortadora de espuma circular horizontal	2	LP-CCR-CEH-01 al 02	Operativa	Sirui Machinery	SR-HC02	

		<i>INVENTARIO DE MÁQUINAS</i>					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Corte	Máquina horizontal de corte de espuma	3	LP-CRT-CES-01 al 03	Operativa	Sirui Machinery	SR-H01	
Perfilado	Máquina cortadora de espuma de perfil	1	LP-PRF-CPF-01	Operativa	Sirui Machinery	SR-PS02	

		INVENTARIO DE MÁQUINAS					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Molienda	Máquina trituradora de espuma	1	LP-MOL-TRI-01	Operativa	Sirui Machinery	SR-C03	
	Máquina de espuma adhesiva	1	LP-MOL-ADH-01	Operativa	Sirui Machinery	SR-R02	

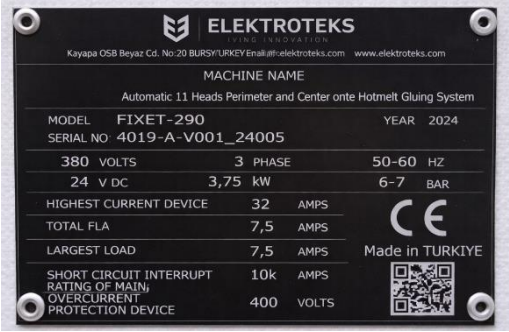
		<i>INVENTARIO DE MÁQUINAS</i>					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Acolchado	Máquina acolchadora de cadena multiaguja	3	LP-ACO-ACM-01 al 03	Operativa	Hengchang Machinery	HC4000	
Pasado de falso	Máquina de rebordear de alta resistencia	3	LP-FAL-RAR-0 1al 03	SB-80	Hengchang Machinery	SB-80	

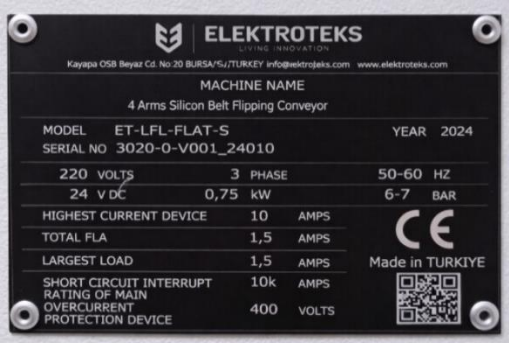
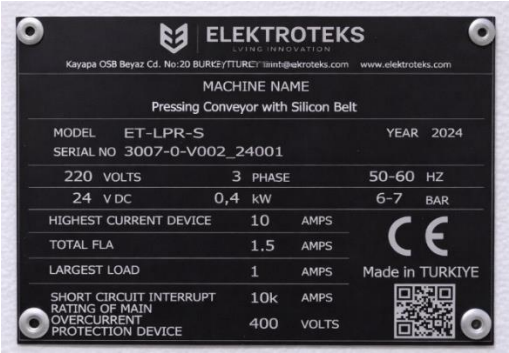
		INVENTARIO DE MÁQUINAS					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Forrado y bandas	Máquinas overlock y de puntada de seguridad	1	LP-FYB-OVL-01	Operativa	Stenburg Machinery	XDB-SB2B	
	Máquina automática del material de colchón	1	LP-FYB-MAT-01	Operativa	Stenburg Machinery	XDB-QD	

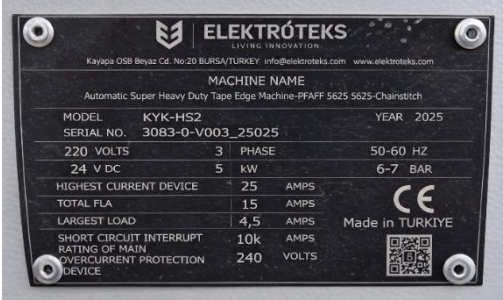


INVENTARIO DE MÁQUINAS

Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Forrado y bandas	Máquina cerradora de borde	1	LP-FYB-CER-01	Operativa	Stenburg Machinery	XDB-PJ	
	Máquina de coser lineal de alta velocidad	1	LP-FYB-LAV-01	Operativa	Stenburg Machinery	XDB-1H	
	Máquina de coser de brazo largo	1	LP-FYB-COS-01	Operativa	Stenburg Machinery	JS-3	No disponible

		INVENTARIO DE MÁQUINAS					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Prebrindado	Máquina de pre-brindado automática	1	LP-PBR-BRD-01	Operativa	Stenburg Machinery	XDB-300	
Pegado de espumas	Línea automática de pegamento termofusible	1	LP-PEG-TER-01	Operativa	Elektroteks	FixET-290	

		<i>INVENTARIO DE MÁQUINAS</i>					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Pegado de espumas	Transportador de volteo de cinta de silicona de 4 brazos	1	LP-PEG-TVB-01	Operativa	Elektroteks	ET-LFL-FLAT-S	
	Cinta transportadora de prensado con banda de silicona	1	LP-PEG-CTP-01	Operativa	Elektroteks	ET-LPR-S	

		INVENTARIO DE MÁQUINAS					
Área	Máquina/equipo	Cantidad de máquinas	Codificación	Estado de la máquina	Marca	Modelo	Placa
Cerrado	Máquina ribeteadora de colchones	5	LP-CER-RBT-01 al 05	Operativa	Elektroteks	KYK-HS2	
Tapizado	Grapadora para tapicería	1	LP-TAP-GRP-01	Operativa	Senco	92/40L	No disponible
	Grapadora automática DL	7	LP-TAP-GRA-01 al 7	Operativa	Senco	SFT10XP	No disponible
Empaque	Máquina almacenamiento automática	2	LP-EMP-ALM-01 al 02	Operativa	Maxtech	MAX-HC	No disponible
	Máquina automática de embalaje de colchones	1	LP-EMP-EMB-01	Operativa	Maxtech	MAX-A-MP	

3.3.2 Fichas técnicas

Las Tablas 28 hasta la 54 muestran las fichas técnicas de cada uno de estos activos.

Tabla 28. Ficha técnica de la máquina enderezadora y cortadora de alambre.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina enderezadora y cortadora de alambre.		Código	LP-END-ECA-01			
Marca	GMAX	Modelo	JZ3	Año fabricación	2014		
Nº Serie	JZDK2D2412 3068	Fabricante	GMAX Machinery	Proceso/área	Área de enderezado		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	Diseñada para realizar el enderezado y corte automático de alambre metálico, proveniente de bobinas. El sistema incorpora un conjunto de rodillos que corrigen la curvatura del material y un mecanismo de corte que permite obtener piezas uniformes.						
Importancia:	Alta porque es esencial para la fabricación de los paneles.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	2 mm -10mm	Potencia	-5.5 KW - 7.5 KW	Voltaje	220 / 380 V		
Frecuencia	50/60 Hz	Corriente	10 – 25 A	Consumo energético	Medio-Alto		
Velocidad	25-35 min	Presión	± 1 mm	Temperatura	10°C-40°C		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	2100 mm	Ancho	800 mm	Alto	1400 mm	Peso	400 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Automática / Continua	Condiciones ambientales	Ambiente seco	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Desalineación del alambre - Desgaste de rodillos - Corte impreciso - Atascos en alimentación				
Consecuencia de la falla			- Pérdida de calidad en resortes - Paradas de producción - Desperdicio de material				
Disponibilidad de repuestos			Alta (rodillos, cuchillas)				
Vida útil estimada			10 – 15 años				

Tabla 29. Ficha técnica de la máquina punzadora a presión.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina punzadora a presión		Código	LP-PNZ-PNZ-01			
Marca	GENMAX	Modelo	TC03	Año fabricación	2014		
N° Serie		Fabricante	Genmax	Proceso/área	Área de punzado		
Tipo de activo <i>(productivo, apoyo o critico)</i>			Estado <i>(operativo, detenido, fuera de servicio)</i>				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina adopta un molde especial, y el alambre de acero del marco de la red de la cama de resortes está conectado a través de un manguito de conexión profesional. Es un equipo de estampado especial.						
Importancia:	Alta permite unir los bordes para el marco de los paneles.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	120/200 piezas por / hora	Potencia	3 / 2.2 kW	Voltaje	380 V		
Frecuencia	50 – 60 HZ	Calibre del cable	φ3-8 mm	Sistema	Hidráulico		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	1000 mm	Ancho	500 mm	Alto	900 mm	Peso	100 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo, temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Fallo en sistema hidráulico/ neumático - Desgaste de punzones - Desajuste de presión				
Consecuencia de la falla			- Perforaciones defectuosas - Retrabajos - Riesgo de paros en la línea				
Disponibilidad de repuestos			Media – Alta				
Vida útil estimada			10 – 12 años				

Tabla 30. Ficha técnica de la máquina de resorte de bolsillo doble alambre.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de resorte de bolsillo doble alambre		Código	LP-PNL- BDA-01			
Marca	HUA JIAN INTELLIGENT	Modelo	SX-TOP2	Año fabricación	2024		
N° Serie	24-07-150	Fabricante	Huan Jian Intelligent Equipment	Proceso/área	Área de panel		
Tipo de activo <i>(productivo, apoyo o critico)</i>			Estado <i>(operativo, detenido, fuera de servicio)</i>				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	Utilizada para la fabricación de resortes ensacados para la producción de colchones. Es un equipo automatizado que integra sistemas mecánicos, eléctricos y neumáticos para realizar procesos de conformado y ensamblaje de alambre.						
Importancia:	Alta, este equipo impacta directamente en la calidad del colchón.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	100 resortes / min	Potencia	32kW	Voltaje	220 V		
Frecuencia	50-60 HZ	Tipo de resorte	Bonnell	Consumo de aire	12 m³/h		
Calibre del alambre para muelles	Φ1,8 -φ2,4 mm	Diámetro de alambre	φ1,4-φ2,3 mm				
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	12000 mm	Ancho	3500 mm	Alto	3000 mm	Peso	5200 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Ambiente seco Temperatura controlada Bajo nivel de polvo	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable				Descripción			
Fallas observadas				- Problemas en el sistema neumático - Desalineación o vibraciones mecánicas. - Sobrecarga o mal funcionamiento del motor. - Errores en sensores o sistema de control.			
Consecuencia de la falla				- Paradas no programadas. - Aumento de desperdicio de material. - Riesgo de accidentes para los operarios. - Mayor consumo de energía. - Generación de residuos.			
Disponibilidad de repuestos				Media			
Vida útil estimada				12 – 15 años			

Tabla 31. Ficha técnica de la máquina de transferencia Bonell.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de transferencia Bonell automática		Código	LP-PNL-BON-01			
Marca	HUA JIAN INTELLIGENT	Modelo	SX-100T	Año fabricación	2024		
N° Serie		Fabricante	Huan Jian Intelligent Equipment	Proceso/área	Área de panel		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	Es un equipo automatizado utilizado en la industria del colchón para el procesamiento de alambre metálico destinado a la fabricación de resortes. Permite realizar de manera integrada la alineación automática del alambre, enderezado del material, corte preciso y el doblado de resortes.						
Importancia:	Alta, este equipo impacta directamente en la calidad del colchón.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	100 resortes / min	Potencia	30 Kva	Voltaje	380 V		
Frecuencia	50 – 60 HZ	Tipo de resorte	Bonnell	Consumo de aire	10 m³/h		
Calibre del alambre de acero para muelles	Φ1,8 -φ2,4 mm	Calibre del alambre helicoidal	φ1,3-φ1,5 mm	Anillo de extremo de resorte	φ65-φ72MM φ75-φ90MM φ82-φ92MM		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	12000 mm	Ancho	3500 mm	Alto	3000 mm	Peso	6530 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Ambiente seco Temperatura controlada Bajo nivel de polvo	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			▪ Fallo en sincronización ▪ Sensores defectuosos ▪ Desalineación de resortes				
Consecuencia de la falla			▪ Ensamble incorrecto ▪ Pérdida de productividad				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			12 – 15 años				

Tabla 32. Ficha técnica de la máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
1. IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Equipo	Máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado		Código	LP-PNL-ENS-01	
Marca	Hua Jian Intelligent	Modelo	SX-300DL	Año fabricación	2024
Nº Serie	24-05-60	Fabricante	Hua Jian Intelligent Equipment Co., Ltd.	Proceso/área	Área de panel
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)		
Productivo			Operativo		
					
2. DESCRIPCIÓN GENERAL					
Descripción/ Función	La máquina SX-300DL es una máquina automatizada utilizada para el ensamblaje de muelles ensacados (pocket springs) formando el núcleo estructural del colchón. El equipo toma filas de resorte previamente encapsulados en tela y los une mediante un adhesivo, generando bloques compactos que constituyen en la base del colchón				
Importancia:	Crítica, ya que el equipo se define la calidad final del colchón.				
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Capacidad	17-20 filas/min	Potencia	15 kVA	Voltaje	380 V
Frecuencia	50-60 HZ	Ancho del núcleo del resorte	≤2200 mm	Consumo de aire	10 m³/h
Diámetro externo de la cintura del resorte	Φ37-Φ75MM	Grosor de la tela	≥60G/m²	Ancho de la tela	≤2300 mm
4. DIMENSIONES Y PESO					
Largo	12000 mm	Ancho	3500 mm	Alto	3000 mm
		Peso	5100 kg		
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo operación	Continua/ Automatizada	Condiciones ambientales	Temperatura controlada Ambiente limpio	Tipo de instalación	Fija
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.				
6. Información para gestión:					
Variable			Descripción		
Fallas observadas			- Fallos en bobinas - Desgaste de actuadores - Problemas en alimentación de resortes		
Consecuencia de la falla			- Paro total de la máquina - Productos defectuosos		
Disponibilidad de repuestos			Media – Baja (importados)		
Vida útil estimada			12 – 15 años		

Tabla 33. Ficha técnica de la planta horizontal de espumado.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Planta horizontal de espumado		Código	LP-ESP-PLT-01			
Marca	Hua Jian Intelligent	Modelo	SR-HCF	Año fabricación			
Nº Serie	SIRUI MACHINERY	Fabricante	Sirui Machinery Co., Ltd.	Proceso/área	Área de espuma		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La planta SR-HCF es un sistema industrial diseñado para la producción continua de espuma de poliuretano, material ampliamente utilizado para la fabricación de colchones. El proceso consiste en la mezcla de químicos que reaccionan para formar bloque de espuma, los cuales posteriormente son cortados y utilizados.						
Importancia:	Alta, la cual define directamente la calidad, densidad y confort						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Grupo de espuma	13 grupos	Tipo de espuma	Pulverizador	Anchura de espuma	1150-2250 mm		
Altura de espuma	1300 mm	Densidad de la espuma	4-180kg/m3	Producción máxima	200-350 L /min		
Velocidad de espumado	2000-8000mm/min	Potencia Total	130 kw	Longitud del horno	18000 mm		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	38000 mm	Ancho	4500 mm	Alto	3200 mm	Peso	Elevado
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Temperatura controlada Ventilación adecuada Control de humedad	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			▪ Fallo en dosificación química ▪ Obstrucción de tuberías ▪ Desgaste de bombas				
Consecuencia de la falla			▪ Productos defectuosos ▪ Riesgo ambiental				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			15 -20 años				

Tabla 34. Ficha técnica de la cortadora de espuma circular horizontal.

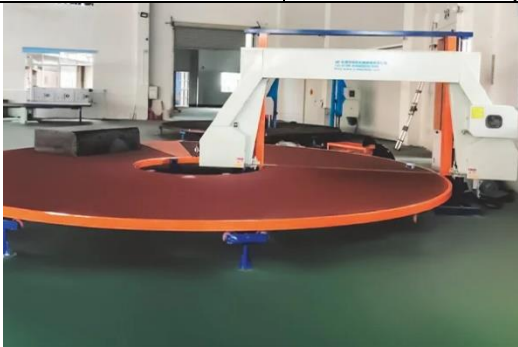
FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
1. IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Equipo	Cortadora de espuma circular horizontal		Código	LP-CCR-CEH-01 al 02	
Marca	SIRUI MACHINERY	Modelo	SR-HC02	Año fabricación	
Nº Serie	SRHC02246867	Fabricante	Sirui Machinery Co., Ltd.	Proceso/área	Área de corte carrusel
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)		
Productivo			Operativo		
					
2. DESCRIPCIÓN GENERAL					
Descripción/ Función	La máquina de SR-HC02 es un equipo diseñado para el corte horizontal de bloques de espuma de poliuretano, su funcionamiento es mediante una mesa giratoria circular, que permite cortar la espuma en láminas de diferentes espesores de forma continua y precisa.				
Importancia:	Es de Alta importancia porque permite cortar espuma con precisión, asegurando la calidad del colchón y manteniendo la continuidad de la producción				
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Tamaño de la esponja de corte	L2000 W1500 H1200mm (4pcs)	Grosor de la esponja de corte	2-150 mm	Voltaje	220 V
Velocidad de giro de la mesa de trabajo	0-3,5r/min	Longitud de la hoja	8940 mm	Potencia total	8,92 KW
Diámetro de la mesa de trabajo	Φ6m	Presión	No requiere		
4. DIMENSIONES Y PESO					
Largo	2000 mm	Ancho	1500 mm	Alto	1200 mm
				Peso	3000 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Temperatura estable	Tipo de instalación	Fija
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.				
6. Información para gestión:					
Variable			Descripción		
Fallas observadas			▪ Desafilado de cuchillas ▪ Vibraciones		
Consecuencia de la falla			▪ Cortes irregulares ▪ Riesgo del operador		
Disponibilidad de repuestos			Alta		
Vida útil estimada			8 – 10 años		

Tabla 35. Ficha técnica de la máquina horizontal de corte de espuma.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina horizontal de corte de espuma		Código	LP-CRT-CES-01 al 03			
Marca	SIRUI MACHINERY	Modelo	SR-H01	Año fabricación	2024		
Nº Serie	SRH0124869	Fabricante	Sirui Machinery Co., Ltd.	Proceso/área	Área de corte		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina SR-H01 permite ajustar con precisión del corte y la densidad de la espuma, garantizando cortes uniformes y precisos, construidas para ofrecer fiabilidad y rendimiento en el proceso de corte horizontal.						
Importancia:	Importancia alta porque permite cortar la espuma con precisión y rapidez, garantizando la calidad.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad de esponja	L2000mm W1650mm H1200mm	Potencia	8,32 KW	Voltaje	380 V		
Grosor de la esponja de corte	2-200 mm	Presión	No requiere	Longitud de la hoja	8500 mm		
Velocidad de rodaje	0-30 m/min						
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	4700 mm	Ancho	4000 mm	Alto	2500 mm	Peso	3100 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo	Temperatura	Tipo de instalación	Fija	
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable				Descripción			
Fallas observadas				▪ Desgaste de guías ▪ Fallos en el motor			
Consecuencia de la falla				▪ Baja calidad de corte			
Disponibilidad de repuestos				Alta			
Vida útil estimada				10 años			

Tabla 36. Ficha técnica de la máquina cortadora de espuma de perfil.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
1. IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Equipo	Máquina cortadora de espuma de perfil		Código	LP-PRF-CPF-01	
Marca	SIRUI MACHINERY	Modelo	SR-PS02	Año fabricación	
Nº Serie	SRP50224871	Fabricante	Sirui Machinery Co., Ltd.	Proceso/área	Área de perfilado
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)		
Productivo			Operativo		
					
2. DESCRIPCIÓN GENERAL					
Descripción/ Función	La SR-PS02 cuenta con un sistema ajustable que se adapta a distintas necesidades de producción, permitiendo optimizar el proceso y garantizar uniformidad den los productos. Permite tener flexibilidad, logrando mantener una lata eficiencia operativa.				
Importancia:	Es de alta importancia porque asegura precisión y uniformidad en el proceso, reduce errores en la producción y contribuye directamente a la calidad.				
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Capacidad de esponja	A2150mm	Potencia	10,74 KW	Voltaje	220 V
Espesor de corte	0-200mm	Longitud de hoja	8800 mm	Temperatura de operación	10°C – 40°C
Velocidad de giro	0 – 30 m/min	Presión	0,4 – 0,6 MPa		
4. DIMENSIONES Y PESO					
Largo	4200 mm	Ancho	1300 mm	Alto	1600 mm
				Peso	3500 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.				
6. Información para gestión:					
Variable			Descripción		
Fallas observadas			▪ Desgaste de las cuchillas ▪ Fallo en control automático		
Consecuencia de la falla			▪ Pérdida de forma del producto		
Disponibilidad de repuestos			Media		
Vida útil estimada			8 – 10 años		

Tabla 37. Ficha técnica de la máquina trituradora de espuma.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina trituradora de espuma		Código	LP-MOL-TRI-01			
Marca	SIRUI MACHINERY	Modelo	SR-C03	Año fabricación	2024		
N° Serie	SRV0324869	Fabricante	Sirui Machinery Co., Ltd.	Proceso/área	Área de molienda		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina SR-C01 está diseñada para triturar residuos de espuma, transformándolos en gránulos reutilizables para realiza la espuma compacta y realizando paneles para colchones clínicos. Esto contribuyendo al aprovechamiento de materiales y a la reducción de desperdicios. Además, su funcionamiento eficiente favorece la optimización del proceso productivo, garantizando una mayor homogeneidad en el material obtenido y mejorado la calidad del producto final.						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite reciclar la espuma y mejora la eficiencia del proceso, permitiendo realizar colchones de gama alta.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	100 kg/h	Potencia	1.74 KW	Voltaje	380 V		
Granulado de trituración	3MM	Corriente	12 – 20 A	Temperatura de operación	Ambiente (20 – 30 °C)		
Velocidad	0 – 20 m/min	Presión	No aplica				
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	4700 mm	Ancho	4000 mm	Alto	2500 mm	Peso	2500 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Humedad	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			▪ Desgaste de cuchillas ▪ Sobrecarga del motor				
Consecuencia de la falla			▪ Paradas ▪ Riesgos mecánicos				
Disponibilidad de repuestos			Alta				
Vida útil estimada			10 – 12 años				

Tabla 38. Ficha técnica de la máquina de espuma adhesiva.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de espuma adhesiva		Código	LP-MOL-ADH-01			
Marca	SIRUI MACHINERY	Modelo	SR-R02	Año fabricación	2024		
Nº Serie	SRR02244873	Fabricante	Sirui Machinery Co., Ltd.	Proceso/área	Área de molienda		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La SR-R02 emplea vapor en la etapa de compresión para optimizar la unión del material y reducir los tiempos de proceso. Asimismo, reutiliza los residuos de espuma destacándose por su eficiencia operativa y capacidad para generar bloques de espuma de calidad industrial						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite reciclar la espuma sobrante, reduciendo desperdicios y mejorando la eficiencia del proceso.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad de cubicación de la caja de mezcla	10m³	Potencia total	12 kW	Voltaje	380 V		
Tamaño del molde	L2100 mm W1600 mm H1850 mm	Corriente	25 – 40 A	Temperatura de operación	20°C – 30°C		
Velocidad de mezcla	40 r/ min	Presión	0,6 – 0, 8 MPa				
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	6000 mm	Ancho	3600 mm	Alto	4500 mm	Peso	3000 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Humedad	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			▪ Obstrucción de boquillas ▪ Fallo en dosificación				
Consecuencia de la falla			▪ Adhesión deficiente				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			12 años				

Tabla 39. Ficha técnica de la máquina acolchadora de cadena multiaguja.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina acolchadora de cadena multiaguja		Código	LP-ACO-ACM-01 al 02			
Marca	HENGCHAN G MACHINERY	Modelo	HC4000	Año fabricación	2024		
N° Serie	E200778	Fabricante	Hengchang Machinery	Proceso/área	Área de acolchado		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina HC4000 es un equipo industrial de alta velocidad diseñado para el acolchado de múltiples capas textiles, permitiendo tener modelos exclusivos en la fabricación de colchones. Ofrece una gran precisión en los patrones de costura y una excelente calidad en los acabos.						
Importancia:	Es de alta importancia porque garantiza un acolchado precios y rápido, mejorando la calidad final.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	80-300 metros/h	Potencia	15 KW	Voltaje	380 V 220 V		
Puntada	2-7 mm	Rango de ajuste de altura	2-9 mm	Tipo de aguja	130/21 140/22 160/23 180/24		
Velocidad de rotación	600-1400RPM	Velocidad de producción	100-350 m/h	Ancho de acolchar	2450 mm		
Espacio de aguja	25,4 mm	Max. Movimiento horizontal	320 mm	Frecuencia	50/60 HZ		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	5238 mm	Ancho	1750 mm	Alto	2400 mm	Peso	6500 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			▪ Agujas desgastadas ▪ Fallas de servo				
Consecuencia de la falla			▪ Defectos en el producto				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			12 -15 años				

Tabla 40. Ficha técnica de la máquina de rebordear de alta resistencia SB-80.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de reborderar de alta resistencia		Código	LP-FAL-RAR-01			
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	SB-80	Año fabricación	2024		
Nº Serie	SA-20240710	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de pasada de falso		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina pasadora de falso SB-80 utilizada para realizar costuras, permitiendo unir y rematar telas para evitar el deshilachado. Ofrece alta velocidad y precisión, facilitando un acabado uniforme y de alta calidad.						
Importancia:	Es de alta importancia porque garantiza la resistencia y calidad de las costuras, evitando el deterioro de las telas. Además, mejora la eficiencia del proceso productivo al permitir un trabajo rápido, preciso y acabados uniformes.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	20-25m/min	Potencia	0,4-0,75 kW	Voltaje	110 V		
Tipo de costura	Overlock	Número de agujas	2	Número de hilos	5		
Velocidad máxima	6000 rpm	Espacio de agujas	5 mm	Ancho de costura	5,6 mm		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	1200 mm	Ancho	600 mm	Alto	1200 mm	Peso	80- 120kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			▪ Rotura de hilo ▪ Desgaste de agujas ▪ Desajuste de tensión				
Consecuencia de la falla			▪ Costura defectuosa ▪ Lesiones				
Disponibilidad de repuestos			Alta				
Vida útil estimada			10 años				

Tabla 41. Ficha técnica de la máquina de coser overlock para bordes de colchón.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de coser overlock para bordes del colchón		Código	LP-FYB-OVL-01			
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	XDB-SB2B	Año fabricación	2024		
N° Serie	XDBSB2B-B407	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de forro y bandas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina XDB-SB2B es un equipo diseñado para el cosido y remallada de los bordes en la fabricación de colchones. Este tipo cuenta con un sistema de doble cabezal de costura, lo que permite trabajar simultáneamente en la parte frontal y posterior del colchón, mejorando la eficiencia y reduciendo						
Importancia:	Es de alta importancia porque asegura bordes precisos y un acabado de calidad en las bandas, mejorando la producción.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Velocidad	13-18m/min	Ancho fronterizo	50-500 mm	Espesor del borde	3-30 mm		
Dirección	Ambos Simultáneos Izquierdo Derecho	Potencia	1,5 kW	Presión de aire	0,6 MPA		
Voltaje	220 V	Frecuencia	60 HZ	Grosor de costura	< 25 mm		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	2000 mm	Ancho	1200 mm	Alto	1800 mm	Peso	400 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable				Descripción			
Fallas observadas				Fallo de sensores Problemas de sincronización Fallas de motor			
Consecuencia de la falla				Errores de ensamblaje Desperdicio de material			
Disponibilidad de repuestos				Alta			
Vida útil estimada				10 años			

Tabla 42. Ficha técnica de la máquina automática del material de colchón.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina automática del material de colchón		Código	LP-FYB-MAT-01			
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	XDB-QD	Año fabricación	2024		
N° Serie	XDBQB-B406	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de forrado y bandas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina es un equipo automatizado diseñado para marcado, corte y acabado de las bandas, asegurando las dimensiones que se requiera. Su sistema de control preciso permite mantener una alta exactitud en cada operación, reduciendo errores y desperdicios de material.						
Importancia:	Es de alta importancia porque asegura cortes precisos y un acabado de calidad en las bandas, mejorando la producción.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Velocidad	15-22m/min	Ancho fronterizo	50-400 mm	Espesor del borde	3-30 mm		
Dirección	Izquierdo Derecho	Fuerza	2,5 kw	Presión de aire	0,6 MPA		
Voltaje	220 V	Frecuencia	60 HZ	Capacidad	15 -30 m/min		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	2000 mm	Ancho	1200 mm	Alto	1800 mm	Peso	450 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			Fallo de sensores Problemas de sincronización Fallas de motor				
Consecuencia de la falla			Errores de ensamblaje Desperdicio de material				
Disponibilidad de repuestos			Baja				
Vida útil estimada			12 años				

Tabla 43. Ficha técnica de la máquina cerradora de borde.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina cerradora de borde		Código	LP-FYB-CER-01			
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	XDB-PJ	Año fabricación	2024		
Nº Serie	XDBPJ-B401	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de forro y bandas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina XDB-PJ se utiliza en el proceso de bordes del colchón y los dos extremos se cosen automáticamente, reduce la dificultad, la máquina refuerza automáticamente las puntadas delanteras y traseras. Este equipo trabaja con alta precisión y estabilidad, garantizando costuras uniformes y de excelente acabado.						
Importancia:	Es de alta importancia porque automatiza el cosido de bordes, mejorado la calidad y la eficiencia de producción.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	10 – 25 m/min	Potencia	2 kw	Voltaje	220 V		
Velocidad	1000-3000 rpm	Ancho de la barra	80-420 mm	Paso	2-6 mm		
Espesor de costura	2-25 mm	Modelo de aguja	TVX7 21#	Frecuencia	60 HZ		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	1800 mm	Ancho	1200 mm	Alto	1800 mm	Peso	450 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			Desgaste en rodillos Fallo en costura				
Consecuencia de la falla			Errores en ensamblaje Defectos en acabado				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			10 años				

Tabla 44. Ficha técnica de la máquina de coser lineal de alta velocidad.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de coser lineal de alta velocidad		Código	LP-FYB-LAV-01			
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	XDB-1H	Año fabricación	2024		
Nº Serie	XDB1H-B405	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de forro y bandas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina de coser lineal de alta velocidad modelo XDB-1H es un equipo industrial utilizado para realizar costuras rectas de alta precisión para unir telas, bandas laterales y componentes textiles del colchón.						
Importancia:	Es de alta importancia porque automatiza el cosido de bordes, mejorado la calidad y la eficiencia de producción.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	10 – 25 m/min	Potencia	2 kw	Voltaje	220 V		
Velocidad	1000-3000 rpm	Ancho de la barra	80-420 mm	Paso	2-6 mm		
Espesor de costura	2-25 mm	Modelo de aguja	TVX7 21#	Frecuencia	60 HZ		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	2500 mm	Ancho	1200 mm	Alto	1800 mm	Peso	400 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Rotura frecuente de hilo - Desgaste de aguja - Desalineación del sistema de costura - Fallas en el motor eléctrico - Atascamiento de tela - Problemas en el sistema de arrastre - Falta de lubricación				
Consecuencia de la falla			- Paradas no programadas - Retrasos en la línea de producción - Riesgo de accidentes				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			10 años				

Tabla 45. Ficha técnica de la máquina de coser de brazo largo.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
1. IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Equipo	Máquina de coser de brazo largo		Código	LP-FYB-COS-01	
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	JS-3	Año fabricación	2024
Nº Serie	--	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de forro y bandas
Tipo de activo <i>(productivo, apoyo o critico)</i>			Estado <i>(operativo, detenido, fuera de servicio)</i>		
Productivo			Operativo		
					
2. DESCRIPCIÓN GENERAL					
Descripción/ Función	La máquina JS-3 utilizada para bordar defectos que se pueden dar en el momento que sale de la acolchadora. Su función principal es realizar ajustes precisos en las costuras, permitiendo mejorar la apariencia y la calidad del producto final.				
Importancia:	Es de baja importancia porque la máquina se utiliza cuando se presente alguna falla en el panel acolchado.				
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Capacidad	5-10 m/min	Potencia	550 w	Voltaje	220 V
Velocidad de costura	120-1200 rpm	Grosor máximo de costura	70 mm	Altura de elevación del prénsatelas	20 mm
Presión del aire nominal	0,5-0,8 MPa	Frecuencia	60HZ		
4. DIMENSIONES Y PESO					
Largo	1200 mm	Ancho	600 mm	Alto	1200 mm
				Peso	80 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.				
6. Información para gestión:					
Variable			Descripción		
Fallas observadas			▪ Desgaste mecánico ▪ Vibraciones		
Consecuencia de la falla			▪ Costura irregular		
Disponibilidad de repuestos			Medida		
Vida útil estimada			10 años		

Tabla 46. Ficha técnica de la máquina de pre-brindado automática.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina de pre-brindado automática		Código	LP-PBR-BRD-01			
Marca	STENBURG MACHINERY	Modelo	XDB-300	Año fabricación	2024		
N° Serie	XDB300-B405	Fabricante	Stenburg Machinery	Proceso/área	Área de pre-brindado		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina XDB-300 permite realizar el pre-brindado lo que permite tener la calidad del acabado de las bandas. Este proceso prepara el material antes de las etapas finales, asegurando que los bordes queden correctamente formados y listos para su posterior unión o costura.						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite realizar los paneles para colchones clínicos, teniendo una buena calidad del producto.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	10-25 m/min	Potencia	750 W	Voltaje	Monofásico 220 V		
Puntada	2-6 mm	Ancho del borde	Estándar: 80-200 mm Puntada: 120-500 mm	Frecuencia	50-60 HZ		
Velocidad de costura	2 min/1 unidad	Velocidad máxima	3000 RPM	Presión atmosférica	0,6 MPa		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	2000 mm	Ancho	1600 mm	Alto	1800 mm	Peso	600 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Fallo en sistema automático - Desajusto mecánico				
Consecuencia de la falla			- Problemas en armado - Mala fijación - Golpes mecánicos				
Disponibilidad de repuestos			Baja				
Vida útil estimada			12 años				

Tabla 47. Ficha técnica de la línea automática de pegamento termofusible.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Línea automática de pegamento termofusible		Código	LP-PEG-TER-01			
Marca	Elektroteks	Modelo	FixET-290	Año fabricación	2024		
N° Serie	4019-A-V001_24005	Fabricante	Elektroteks Living Innovation	Proceso/área	Área de pegado de espumas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La serie FixET es una línea automatizada de encolado termofusible diseñada para el ensamblaje eficiente de colchones de distintos materiales como espuma, látex y muelles. Su sistema inteligente detecta automáticamente las dimensiones del colchón y aplica el adhesivo con alta precisión, garantizando uniformidad y calidad en el pegado.						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite el pegado de espuma para la base de os colchones clínicos los cuales garantizan la calidad del producto.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	10 a 14 segundos por capa	Tipo de pegamento	Fusible	Voltaje	380 V CA		
Presión	0,5-0,7 MPa	Aire comprimido	Barra de 6-8	Frecuencia	50-60 HZ		
Velocidad de cinta transportadora	60 m/min	Tamaño de colchón	220 cm x 220 cm	Altura máxima	45 cm		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	5000 mm	Ancho	4000 mm	Alto	1800 mm	Peso	5000 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			Boquillas tapadas Fallas de temperatura Problemas en adhesivo				
Consecuencia de la falla			Mala adhesión Emisiones de vapores				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			10 años				

Tabla 48. Ficha técnica de transportado de volteo de cinta.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Transportador de volteo de cinta de silicona de 4 brazos		Código	LP-PEG-TVB-01			
Marca	Elektroteks	Modelo	ET-LFL-FLAT-S	Año fabricación	2024		
Nº Serie	3020-0-V001_2401_0	Fabricante	Elektroteks Living Innovation	Proceso/área	Área de pegado de espumas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	El transportador de volteo de cinta de silicona de 4 brazos es un equipo industrial utilizado en la línea de producción de colchones, específicamente en el área de pegado de espumas. Su función principal es transportar, girar (voltear) y posicionar los materiales (espumas, capas o componentes del colchón) de manera automática.						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite tener un mejor control de los paneles para verificar la calidad del producto.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Voltaje	220 V	Frecuencia	50/60 HZ	Potencia	0,75 Kw		
Presión de trabajo	6-7 bar	Carga Máxima	1,5 A	Dispositivo de protección	400 V		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	8000 mm	Ancho	2000 mm	Alto	1600 mm	Peso	1500 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Desgaste o ruptura de la cinta de silicona - Fallas en los motores del transportador - Desalineación de las bandas - Fallo en el sistema de volteo (brazos) - Sensores defectuosos o mal calibrados - Problemas eléctricos (cables, conexiones) - Falta de lubricación en partes móviles				
Consecuencia de la falla			- Paradas de línea - Retrasos en el proceso de pegado - Productos defectuosos por mala manipulación - Riesgo de atrapamiento - Mayor consumo energético				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			10 años				

Tabla 49. Ficha técnica de cinta transportadora de prensado.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Cinta transportadora de prensado con banda de silicona		Código	LP-PEG-CTP-01			
Marca	Elektroteks	Modelo	ET-LPR-S	Año fabricación	2024		
Nº Serie	3007-0-V002-24001	Fabricante	Elektroteks Living Innovation	Proceso/área	Área de pegado de espumas		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La cinta transportadora de prensado con banda de silicona es un equipo industrial utilizado en el área de pegado de espumas en la fabricación de colchones. Su función principal es transportar y ejercer presión uniforme sobre las capas de espuma o materiales, asegurando una correcta adhesión durante el proceso de pegado.						
Importancia:	Es de alta importancia porque garantiza una adhesión uniforme entre capas de espuma, mejorando la calidad final del colchón.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Voltaje	220 V	Frecuencia	50/60 HZ	Potencia	0,4 Kw		
Presión de trabajo	6-7 bar	Dispositivo de mayor corriente	6 A	Total de carga	1 A		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	5000 mm	Ancho	1800 mm	Alto	1500 mm	Peso	800 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Desgaste o daño de la banda de silicona - Desalineación de la cinta transportadora - Fallas en el sistema de prensado (rodillos o presión) - Problemas en el motor o sistema de transmisión - Acumulación de pegamento en la banda				
Consecuencia de la falla			- Mala adhesión de materiales - Productos defectuosos - Paradas no programadas - Reducción de la eficiencia				
Disponibilidad de repuestos			Media				
Vida útil estimada			10 años				

Tabla 50. Ficha técnica de la máquina ribeteadora de colchones.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
1. IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Equipo	Máquina ribeteadora de colchones		Código	LP-CER-RBT-01	
Marca	Elektroteks	Modelo	KYK-HS2	Año fabricación	2025
N° Serie	3083-0-V003-25025	Fabricante	Elektroteks Living Innovation	Proceso/área	Área de cerrado
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)		
Productivo			Operativo		
					
2. DESCRIPCIÓN GENERAL					
Descripción/ Función	La máquina KYK-HS2 está diseñada para el ribeteado de colchones mediante la aplicación y costura en sus bordes, asegurando un acabado uniforme y resistente. Cuenta con sistema de automatizado de ajuste, transporte y giro del colchón, lo que facilita su manipulación, mejora la precisión del proceso, permite trabajar con diferentes tamaños y espesores.				
Importancia:	Es de alta importancia porque es una máquina clave en el proceso de acabado de los colchones, ya que asegura la correcta fijación de los bordes, lo que influye directamente en la calidad, durabilidad y presentación del producto final.				
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Capacidad	200-250 colchones	Potencia	5 kW	Voltaje	380 V CA
Puntada	Punto de cadeneta	Altura del colchón	5 -52 cm	Tamaño máximo del colchón	220 x 220 cm
Velocidad máxima de costura	3500 rpm	Velocidad de la cinta transportadora	45 m/min	Aire comprimido	Barra de 6-8
4. DIMENSIONES Y PESO					
Largo	3000 mm	Ancho	23000 mm	Alto	2000 mm
				Peso	1750 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.				
6. Información para gestión:					
Variable			Descripción		
Fallas observadas			Desgaste de agujas Desajuste de velocidad Fallas de alimentación		
Consecuencia de la falla			Costuras defectuosas Desperdicios		
Disponibilidad de repuestos			Media		
Vida útil estimada			10 años		

Tabla 51. Ficha técnica de la máquina grapadora para tapicería.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Grapadora para tapicería		Código	LP-TAP-GRP-01			
Marca	SENCO	Modelo	92/40L	Año fabricación			
Nº Serie	2A00959	Fabricante	Senco	Proceso/área	Área de tapizado		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La 92/40L es una grapadora neumática compacta diseñada para trabajos en tapicería, permitiendo realizar la unión de las partes del colchón con el panel. Su función, opera mediante aire comprimido, lo que permite una inserción rápido, precisa y uniforme de las grapas en los materiales.						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite la fijación rápida y segura de materiales mediante grapas, asegurando uniones firmes y de calidad en el proceso.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Presión de operación	50 - 95 PSI	Consumo de aire	0,77 SCFM	Entrada de aire	1/4” NPT		
Velocidad máxima	15 ciclos/seg	Capacidad del cargador	100 grapas	Calibre	18 Gauge (1.0 × 1.25 mm)		
Corona	3/8”	Longitud de carga	6 – 16 mm				
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	235 mm	Ancho	41mm	Alto	152 mm	Peso	0,95 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Atascos - Fugas de aire				
Consecuencia de la falla			- Baja productividad - Riesgo operador - Disparos accidentales				
Disponibilidad de repuestos			Alta				
Vida útil estimada			8 – 10 años				

Tabla 52. Ficha técnica de la máquina grapadora para tapicería.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO						
1. IDENTIFICACIÓN						
Nombre del Equipo	Grapadora para tapicería		Código	LP-TAP-GRA-01 al 07		
Marca	SENCO	Modelo	SFT10XP	Año fabricación	2020	
N° Serie	4L001591	Fabricante	Senco	Proceso/área	Área de tapizado	
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)			
Productivo			Operativo			
						
2. DESCRIPCIÓN GENERAL						
Descripción/ Función	La grapadora para tapicería modelo SFT10XP (SENCO) es una herramienta neumática industrial utilizada en el proceso de tapizado de colchones. Su función principal es fijar telas, forros y materiales de recubrimiento a estructuras o marcos mediante el uso de grapas.					
Importancia:	Es de alta importancia porque permite la fijación rápida y segura de materiales mediante grapas, asegurando uniones firmes y de calidad en el proceso.					
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS						
Presión	4,5-7 bar	Consumo de aire	33 litros	Entrada de aire	1/4 in. NPT	
Velocidad máxima	30	Capacidad de grapas	180 grapas			
4. DIMENSIONES Y PESO						
Largo	3760 mm	Ancho	42 mm	Alto	207 mm	Peso 0,95 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN						
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija	
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.					
6. Información para gestión:						
Variable			Descripción			
Fallas observadas			- Atascamiento de grapas - Desgaste del percutor (martillo interno) - Fugas de aire en conexiones - Baja presión de aire - Fallo en el gatillo o válvula - Desgaste del resorte interno - Mala alineación de la salida de grapas - Falta de lubricación			
Consecuencia de la falla			- Grapado defectuoso - Reprocesos o retrabajos - Riesgo de disparo accidental - Lesiones en manos o dedos - Generación de residuos (grapas mal colocadas) - Consumo ineficiente de aire comprimido			
Disponibilidad de repuestos			Alta			
Vida útil estimada			8 – 10 años			

Tabla 53. Ficha técnica de la máquina de almacenamiento automática.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO							
1. IDENTIFICACIÓN							
Nombre del Equipo	Máquina almacenamiento automática		Código	LP-EMP-ALM-01 al 02			
Marca	Maxtech	Modelo	MAX-HC	Año fabricación	2024		
N° Serie	---	Fabricante	Maxtech	Proceso/área	Área de empaque		
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)				
Productivo			Operativo				
							
2. DESCRIPCIÓN GENERAL							
Descripción/ Función	La máquina MAX-HC permite el almacenamiento temporal de los colchones, facilitando la organización y el flujo del proceso. Su sistema automatizado de carga y descarga optimiza el manejo de los colchones, evitando la acumulación desordenada.						
Importancia:	Es de alta importancia porque permite mantener el orden y flujo continuo de la línea de producción, evitando las acumulaciones excesivas.						
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS							
Capacidad	8 -10 colchones	Potencia	4 Kw	Tipo de operación	PLC		
Velocidad de operación	5 -15 colchones/m in	Voltaje	380 V	Frecuencia	50-60 HZ		
Temperatura de operación	40° C	Presión	No requerida	Consumo de aire comprimido	0,4 – 0,6 MPa		
4. DIMENSIONES Y PESO							
Largo	2500 mm	Ancho	3000 mm	Alto	4500 mm	Peso	1500 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN							
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija		
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.						
6. Información para gestión:							
Variable			Descripción				
Fallas observadas			- Fallo en sensores - Problemas eléctricos - Motores dañados				
Consecuencia de la falla			- Pérdida de control logístico - Choques de colchones				
Disponibilidad de repuestos			Baja				
Vida útil estimada			12 – 15 años				

Tabla 54. Ficha técnica de la máquina automática de embalaje de colchones.

FICHA TÉCNICA DE EQUIPO					
1. IDENTIFICACIÓN					
Nombre del Equipo	Máquina automática de embalaje de colchones		Código	LP-EMP-EMB-01	
Marca	Maxtech	Modelo	MAX-A-MP	Año fabricación	
Nº Serie		Fabricante	Maxtech	Proceso/área	Área de empaque
Tipo de activo (productivo, apoyo o critico)			Estado (operativo, detenido, fuera de servicio)		
Productivo			Operativo		
					
2. DESCRIPCIÓN GENERAL					
Descripción/ Función	La máquina MAX-A-MP está diseñada para empaquetar, donde el colchón se introduce en una funda plástica y posteriormente es comprimido y plastificado. Este proceso reduce su volumen, facilita su manipulación y garantiza una protección adecuada para el almacenamiento y transporte.				
Importancia:	Es de alta importancia porque permite proteger el colchón contra factores externos como polvo y humedad, además de optimizar el espacio mediante la reducción de volumen, también mejora la eficiencia del proceso de embalaje.				
3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS					
Material de embalaje	Película PE	Espesor de la película de embalaje	0,06 – 0,15 mm	Rango de longitud del colchón	1700-2200 mm
Gama de anchoes de colchones	750-2000 mm	Rango de altura del colchón	50-400 mm	Velocidad	25s/1 unidad
Potencia total	17 KW	Suministro de aire	0,6-0,8 MPa	Voltaje	380 V
4. DIMENSIONES Y PESO					
Largo	2500 mm	Ancho	3000 mm	Alto	4500 mm
				Peso	1500 kg
5. CONDICIONES DE OPERACIÓN					
Tipo operación	Continua	Condiciones ambientales	Polvo Temperatura	Tipo de instalación	Fija
Horas de operación	La máquina opera bajo el turno correspondiente de 8 horas diarias, conforme a un turno industrial estándar.				
6. Información para gestión:					
Variable			Descripción		
Fallas observadas			- Fallo en sensores - Problemas eléctricos - Motores dañados		
Consecuencia de la falla			- Pérdida de control logístico - Choques de colchones		
Disponibilidad de repuestos			Baja		
Vida útil estimada			12 – 15 años		

Es de importancia mencionar que Lamitex en la actualidad realiza en su mayoría actividades de mantenimiento correctivo. Sin embargo, la empresa no cuenta con ningún tipo de registro de los tiempos de mantenimiento o algún tipo de información para realizar un análisis estadístico de los activos. Esto se debe a que la organización ha coloca al mantenimiento de los activos como una parte secundaria, opcional y considera que no es relevante para alcanzar su éxito.

3.4 Criticidad de los activos

El análisis de criticidad se fundamenta como una herramienta muy útil para la priorización en la gestión del mantenimiento, debido a que facilita la identificación de los activos cuyas fallas generan mayores consecuencias sobre las operaciones productivas y, por lo tanto, necesitan una atención prioritaria en la planificación de acciones y/o actividades de mantenimiento [46].

En este sentido, el análisis de criticidad se constituye como una de las etapas preliminares para el diseño de planes de mantenimiento preventivo, pues permite la jerarquización de los equipos según las consecuencias vinculadas a su indisponibilidad. Por otro lado, la literatura reciente, destaca que la identificación de la criticidad de los activos facilita la selección de las estrategias de mantenimiento, la asignación de recursos, así como la toma de decisiones [47].

Entonces, para determinar la criticidad de las máquinas del área de producción de Lamitex se empleó el modelo de la Matriz de Criticidad Cualitativa por Riesgo (MCCR). Cabe mencionar que la asignación de los valores para cada factor se realizó en base al juicio experto del jefe de planta y del personal de mantenimiento de la empresa en conjunto con la investigadora con la finalidad de capturar la realidad de las máquinas de la organización, véase la Tabla 55.

Tabla 55. Matriz de criticidad de las máquinas del área de producción de Lamitex.

		MATRIZ DE CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS							
Área	Máquina/equipo	FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR	Clasificación
Enderezado	Máquina enderezadora y cortadora de alambre	3	7	4	1	3	32	96	C
Punzonado	Máquina punzadora a presión	3	5	4	1	3	24	72	MC
Panel	Máquina de resorte de bolsillo doble alambre	3	7	4	2	3	33	99	C
	Máquina de transferencia Bonell automática	2	5	2	1	1	12	24	NC
	Máquina digital de ensamblaje de muelle ensacado	3	7	4	2	3	33	99	C
Espuma	Planta horizontal de espumado	3	10	4	2	6	48	144	C
Corte carrusel	Cortadora de espuma circular horizontal	2	5	2	1	1	12	24	NC
Corte	Máquina horizontal de corte de espuma	2	5	2	1	1	12	24	NC
Perfilado	Máquina cortadora de espuma de perfil	2	5	4	1	1	22	44	MC
Molienda	Máquina trituradora de espuma	2	3	2	1	3	10	20	NC
	Máquina de espuma adhesiva	2	3	2	1	3	10	20	NC
Acolchado	Máquina acolchadora de cadena multiaguja	3	7	2	2	3	19	57	MC
Pasado de falso	Máquina de rebordear de alta resistencia	2	5	2	1	1	12	24	NC
Forrado y bandas	Máquinas overlock y de puntada de seguridad	2	5	4	1	1	22	44	MC
	Máquina automática del material de colchón	2	5	4	2	1	23	46	MC
	Máquina cerradora de borde	3	7	4	1	3	32	96	C
	Máquina de coser lineal de alta velocidad	2	5	2	1	1	12	24	NC
	Máquina de coser de brazo largo	2	5	2	1	1	12	24	NC
Prebrindado	Máquina de pre-brindado automática	2	5	4	2	3	25	50	MC
Pegado de espumas	Línea automática de pegamento termofusible	3	7	4	2	6	36	108	C



MATRIZ DE CRITICIDAD DE LOS ACTIVOS

Área	Máquina/equipo	FF	IO	FO	CM	SHA	C	CTR	Clasificación
Pegado de espumas	Transportador de volteo de cinta de silicona de 4 brazos	2	5	4	1	3	24	48	MC
	Cinta transportadora de prensado con banda de silicona	2	5	4	1	3	24	48	MC
Cerrado	Máquina ribeteadora de colchones	2	5	2	1	1	12	24	NC
Tapizado	Grapadora para tapicería	1	3	2	1	1	8	8	NC
	Grapadora automática DL	2	3	1	1	1	5	10	NC
Empaque	Máquina almacenamiento automática	2	3	2	2	1	9	18	NC
	Máquina automática de embalaje de colchones	2	5	4	2	3	25	50	MC

En base a estos resultados, a continuación, en la Tabla 56, se muestra el resumen de la cantidad de máquinas que se encuentran en cada nivel de criticidad.

Tabla 56. Cantidad de máquinas por nivel de criticidad.

Clase	Cantidad	Descripción
NC	12	No críticos
MC	9	Media criticidad
C	6	Críticos

Interpretación:

Mediante este análisis de criticidad, se logró identificar una diferenciación clara entre los diversos activos del área de producción de la empresa según el nivel de impacto dentro del proceso productivo para la fabricación de colchones.

Los resultados muestran que los equipos clasificados como críticos se hallan en puntos clave del proceso productivo, principalmente en las áreas de: panel, espuma, pegado de espumas y cerrado, donde la indisponibilidad de las máquinas y/o equipos podrían causar interrupciones directas que afectarían la continuidad operativa. Este tipo de activos se caracterizan por poseer frecuencias altas de falla o consecuencias operacionales elevadas, a causa de la ausencia de equipos redundantes y a su función determinante en la línea de producción.

Por otra parte, las máquinas con una criticidad media o moderada corresponden a los activos que, si bien tienen un impacto significativo sobre la producción, disponen de cierto grado de respaldo operativo o simplemente generar afectaciones parciales al proceso productivo. En estos casos, la continuidad de la producción puede mantenerse de forma limitada realizando ajustes operativos, aunque los niveles de eficiencia se verían comprometidos, así como el aumento de los tiempos de ciclo.

Por su parte, los equipos con una categorización “no críticos” se encuentran en las áreas con redundancia de máquinas o en casos donde el impacto de una falla no compromete directamente el flujo de los materiales y/o de la producción. Además, estos equipos tienen menores consecuencias operacionales y, por lo general, sus fallos pueden ser abordados sin afectar de forma significativa el cumplimiento de la producción de colchones.

Cabe señalar que, un aspecto importante dentro del análisis es que la criticidad no depende solo de la frecuencia de fallas, sino principalmente del nivel de impacto que los equipos presentan dentro del sistema productivo. En este contexto, ciertos activos con una baja frecuencia de falla alcanzan niveles de criticidad elevados debido a su alta influencia en la producción de Lamitex y a la ausencia de alternativas operativas ante un posible fallo.

Del mismo modo, se puede evidenciar que factores ligados al impacto operacional tienen un mayor grado de incidencia en la determinación del nivel de criticidad, lo cual está acorde y muy coherente con la naturaleza del proceso de producción analizado, donde la continuidad del flujo de los materiales y de la producción son esenciales para cubrir la demanda de los productos.

En conclusión, la aplicación de la MCCR permitió priorizar de forma efectiva la maquinaria del área de producción de Lamitex, facilitando la identificación de los equipos que necesitan una mayor atención para el establecimiento de las acciones de mantenimiento preventivo, así como la asignación eficiente de recursos, encaminadas a minimizar la probabilidad de fallas y/o mitigar sus consecuencias.

3.5 Análisis de modo y efecto de falla (AMEF)

Con los resultados de la matriz de criticidad de los activos, se procedió a utilizar estos hallazgos como un criterio de priorización para el análisis de modos y efectos de falla. El AMEF se empleó con la finalidad de identificar los posibles modos de fallas, sus causas y efectos, así como determinar el nivel de riesgo de cada uno de los activos, a través del cálculo del Número de Prioridad de Riesgo (NPR). Este análisis complementa el análisis de criticidad, pasando de una evaluación general de los activos a un análisis más específico de los modos de falla.

A continuación, en las Tablas 57 hasta la 60 se presenta el análisis AMEF de las máquinas:

- Máquina enderezadora y cortadora de alambre
- Máquina punzadora a presión
- Máquina de resorte de bolsillo doble alambre
- Máquina de transferencia Bonell automática

Mientras que el análisis AMEF para el resto de los activos del área de producción de colchones de Lamitex se muestran en el Anexo A.

Tabla 57. Matriz AMEF para la máquina enderezadora y cortadora de alambre.

		MATRIZ AMEF “Máquina enderezadora y cortadora de alambre JZ3”								
Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Rodillos enderezadores	Mantener alineación y trayectoria de los alambres	Desgaste, juego excesivo o desalineación	Necesidad de reajustes frecuentes, vibración y pérdida de estabilidad del equipo	Fricción continua, falta de lubricación, montaje deficiente o golpes	7	6	4	168	Media	Inspeccionar desgaste, lubricar, alinear y corregir holguras o desajustes.
Sistema de corte	Realizar el corte o conformado del material	Desgaste, pérdida de filo o desalineación del elemento de corte	Aumento del esfuerzo del equipo, menor rendimiento y paradas para corrección	Uso continuo, abrasión, ajuste deficiente o reemplazo tardío	8	5	4	160	Media	Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación del sistema de corte.
Sistema de alimentación	Desplazar el material de forma continua	Atasco, deslizamiento o avance irregular	Microparadas, acumulación de producto y reducción de disponibilidad	Desalineación, suciedad, desgaste de rodillos, tensión incorrecta o mala regulación	7	5	4	140	Media	Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avance y ajustar presión o tensión.
Sensores de medición	Detectar posición, presencia o variable crítica para la secuencia operativa	Lectura errónea, pérdida de señal o respuesta inestable	Paradas intempestivas, secuencia incorrecta y aumento del tiempo de diagnóstico	Suciedad, descalibración, vibración, daño eléctrico o mala fijación	7	5	6	210	Alta	Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y estado del cableado.



MATRIZ AMEF

“Máquina enderezadora y cortadora de alambre JZ3”

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sistema CNC / control	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	8	3	5	120	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.
Motor principal	Accionar el mecanismo principal del equipo	Sobrecalentamiento, vibración o falla del motor	Indisponibilidad total del activo y necesidad de intervención correctiva	Sobrecarga, ventilación deficiente, desalineación, rodamientos desgastados o falta de mantenimiento	8	2	5	80	Baja	Medición de corriente/temperatura, revisión de rodamientos, limpieza de ventilación y alineación.
Sistema de transmisión	Transmitir movimiento entre motor y mecanismos operativos	Desgaste, holgura o pérdida de sincronización	Funcionamiento irregular, vibración, consumo excesivo y detenciones repetitivas	Falta de lubricación, desalineación, tensión incorrecta o desgaste natural	8	4	4	128	Media	Lubricar, verificar tensión y alineación, e inspeccionar desgaste de correas, cadenas o engranes.
Sistema eléctrico	Suministrar y distribuir energía/control al equipo	Falla eléctrica, falso contacto o caída de alimentación	Parada total o intermitente del equipo y aumento del tiempo fuera de servicio	Conexiones flojas, humedad, sobrecarga, polvo o aislamiento deteriorado	8	2	5	80	Baja	Inspección termográfica/visual, reapriete de terminales, limpieza de tablero y
Sistema de seguridad	Proteger al personal y evitar	Falla del sistema de seguridad	Mayor exposición al riesgo, bloqueo de operación y parada por condición insegura	Manipulación indebida, sensores dañados, suciedad o falta de prueba funcional	9	4	5	180	Alta	Prueba funcional diaria de resguardos y paros; reposición inmediata de elementos defectuosos.

Tabla 58. Matriz AMEF para la máquina punzadora a presión.

		MATRIZ AMEF <i>“Máquina punzadora a presión TC03”</i>								
Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sistema de presión	Generar fuerza o movimiento asistido del sistema	Pérdida de presión o respuesta irregular	Ciclo incompleto, baja capacidad operativa y detenciones funcionales	Fugas, válvulas defectuosas, sellos desgastados o regulación deficiente	7	5	4	140	Media	Inspeccionar fugas, revisar válvulas y sellos, y ajustar presión de trabajo.
Cilindro o actuador principal	Ejecutar el movimiento del mecanismo principal	Carrera incompleta, lenta o errática	Paradas parciales y necesidad de corrección mecánica	Fuga interna, contaminación, desgaste o falta de lubricación	7	4	4	112	Media	Revisar carrera, sellos, fijaciones y lubricación; reemplazar si presenta fuga o desgaste.
Cabezal de punzonado	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	7	4	4	112	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.
Punzón o troquel	Realizar el corte o conformado del material	Desgaste, pérdida de filo o desalineación del elemento de corte	Aumento del esfuerzo del equipo, menor rendimiento y paradas para corrección	Uso continuo, abrasión, ajuste deficiente o reemplazo tardío	8	5	3	120	Media	Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación del sistema de corte.
Sistema de alimentación	Desplazar el material o producto de forma continua	Atasco, deslizamiento o avance irregular	Microparadas, acumulación de producto y reducción de disponibilidad	Desalineación, suciedad, desgaste de rodillos, tensión incorrecta o mala regulación	7	5	4	140	Media	Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avance y ajustar presión o tensión.



MATRIZ AMEF
“Máquina punzadora a presión TC03”

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sensores de posición	Detectar posición, presencia	Lectura errónea, pérdida de señal o respuesta inestable	Paradas intempestivas, secuencia incorrecta y aumento del tiempo de diagnóstico	Suciedad, descalibración, vibración, daño eléctrico	7	4	6	168	Media	Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y estado del cableado.
Sistema eléctrico de control	Suministrar y distribuir energía/control al equipo	Falla eléctrica, falso contacto o caída de alimentación	Parada total o intermitente del equipo y aumento del tiempo fuera de servicio	Conexiones flojas, humedad, sobrecarga, polvo o aislamiento deteriorado	8	2	5	80	Baja	Inspección termográfica/visual, reapriete de terminales, limpieza de tablero y prueba de aislamiento.
Sistema de seguridad	Proteger al personal	Falla o no disponibilidad del sistema de seguridad	Mayor exposición al riesgo, bloqueo de operación y parada por condición insegura	Manipulación indebida, sensores dañados, suciedad o falta de prueba funcional	9	4	5	180	Alta	Prueba funcional diaria de resguardos y paros; reposición inmediata de elementos defectuosos.

Tabla 59. Matriz AMEF para la máquina de resorte de bolsillo doble alambre.

		MATRIZ AMEF <i>“Máquina de resorte de bolsillo doble alambre SX-TOP2”</i>								
Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sistema de formado	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	8	5	4	160	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico
Sistema de alimentación de alambre	Desplazar el material o producto de forma continua	Atasco, deslizamiento o avance irregular	Microparadas, acumulación de producto y reducción de disponibilidad	Desalineación, suciedad, desgaste de rodillos, tensión incorrecta o mala regulación	8	5	4	160	Media	Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avance y ajustar presión o tensión.
Sistema de corte	Realizar el corte o conformado del material	Desgaste, pérdida de filo o desalineación del elemento de corte	Aumento del esfuerzo del equipo, menor rendimiento y paradas para corrección	Uso continuo, abrasión, ajuste deficiente o reemplazo tardío	9	5	4	180	Alta	Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación del sistema de corte.
Sistema de embolsado	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	8	5	4	160	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.



MATRIZ AMEF

“Máquina de resorte de bolsillo doble alambre SX-TOP2”

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sistema de pegado / ensamblaje	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	8	5	4	160	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.
Sensores de posición	Detectar posición, presencia o variable crítica para la secuencia operativa	Lectura errónea, pérdida de señal o respuesta inestable	Paradas intempestivas, secuencia incorrecta y aumento del tiempo de diagnóstico	Suciedad, descalibración, vibración, daño eléctrico o mala fijación	8	5	6	240	Alta	Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y estado del cableado.
Sistema CNC / control	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	9	3	5	135	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.
Sistema de transmisión	Transmitir movimiento entre motor y mecanismos operativos	Desgaste, holgura o pérdida de sincronización	Funcionamiento irregular, vibración, consumo excesivo y detenciones repetitivas	Falta de lubricación, desalineación, tensión incorrecta o desgaste natural	9	4	4	144	Media	Lubricar, verificar tensión y alineación, e inspeccionar desgaste de correas, cadenas o engranes.



MATRIZ AMEF

“Máquina de resorte de bolsillo doble alambre SX-TOP2”

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Motor principal	Accionar el mecanismo principal del equipo	Sobrecalentamiento, vibración o falla del motor	Indisponibilidad total del activo y necesidad de intervención correctiva	Sobrecarga, ventilación deficiente, desalineación, rodamientos desgastados o falta de mantenimiento	9	2	5	90	Baja	Medición de corriente/temperatura, revisión de rodamientos, limpieza de ventilación y alineación.
Sistema eléctrico	Suministrar y distribuir energía/control al equipo	Falla eléctrica, falso contacto o caída de alimentación	Parada total o intermitente del equipo y aumento del tiempo fuera de servicio	Conexiones flojas, humedad, sobrecarga, polvo o aislamiento deteriorado	9	2	5	90	Baja	Inspección termográfica/visual, reapriete de terminales, limpieza de tablero y prueba de aislamiento.
Sistema de seguridad	Proteger al personal y evitar operación insegura del equipo	Falla o no disponibilidad del sistema de seguridad	Mayor exposición al riesgo, bloqueo de operación y parada por condición insegura	Manipulación indebida, sensores dañados, suciedad o falta de prueba funcional	10	4	5	200	Alta	Prueba funcional diaria de resguardos y paros; reposición inmediata de elementos defectuosos.

Tabla 60. Matriz AMEF para la máquina de transferencia Bonell automática.

		MATRIZ AMEF <i>“Máquina de transferencia Bonell automática SX-100T”</i>								
Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sistema de transferencia	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	5	5	4	100	Media	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.
Sistema neumático	Generar fuerza o movimiento asistido del sistema	Pérdida de presión o respuesta irregular	Ciclo incompleto, baja capacidad operativa y detenciones funcionales	Fugas, válvulas defectuosas, sellos desgastados o regulación deficiente	5	5	4	100	Media	Inspeccionar fugas, revisar válvulas y sellos, y ajustar presión de trabajo.
Actuadores neumáticos	Generar fuerza o movimiento asistido del sistema	Pérdida de presión o respuesta irregular	Ciclo incompleto, baja capacidad operativa y detenciones funcionales	Fugas, válvulas defectuosas, sellos desgastados o regulación deficiente	5	4	4	80	Baja	Inspeccionar fugas, revisar válvulas y sellos, y ajustar presión de trabajo.
Guías y rieles	Mantener alineación y trayectoria de los elementos en movimiento	Desgaste, juego excesivo o desalineación	Necesidad de reajustes frecuentes, vibración y pérdida de estabilidad del equipo	Fricción continua, falta de lubricación, montaje deficiente o golpes	5	5	4	100	Media	Inspeccionar desgaste, lubricar, alinear y corregir holguras o desajustes.
Sensores de posición	Detectar posición, presencia o variable crítica	Lectura errónea, pérdida de señal o respuesta inestable	Paradas intempestivas, secuencia incorrecta y aumento del tiempo de diagnóstico	Suciedad, descalibración, vibración, daño eléctrico o mala fijación	5	5	6	150	Media	Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y estado del cableado.



MATRIZ AMEF
“Máquina de transferencia Bonell automática SX-100T”

Componente	Función	Modo de fallo	Efecto del fallo	Causa del fallo	S	O	D	NPR	Prioridad	Acción sugerida
Sistema de control PLC	Cumplir la función operativa del componente dentro del equipo	Falla funcional del componente	Incremento de intervención correctiva y reducción de disponibilidad del equipo	Desgaste, suciedad, desajuste o falta de control preventivo	5	3	5	75	Baja	Inspección funcional, limpieza técnica, ajuste mecánico y seguimiento de condición del componente.
Sistema de alimentación de resortes	Desplazar el material o producto de forma continua	Atasco, deslizamiento o avance irregular	Microparadas, acumulación de producto y reducción de disponibilidad	Desalineación, suciedad, desgaste de rodillos, tensión incorrecta o mala regulación	5	5	4	100	Media	Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avance y ajustar presión o tensión.
Sistema eléctrico	Suministrar y distribuir energía/control al equipo	Falla eléctrica, falso contacto o caída de alimentación	Parada total o intermitente del equipo y aumento del tiempo fuera de servicio	Conexiones flojas, humedad, sobrecarga, polvo o aislamiento deteriorado	5	2	5	50	Baja	Inspección termográfica/visual, reapriete de terminales, limpieza de tablero y prueba de aislamiento.
Motor principal	Accionar el mecanismo principal del equipo	Sobrecalentamiento, vibración o falla del motor	Indisponibilidad total del activo y necesidad de intervención correctiva	Sobrecarga, ventilación deficiente, desalineación, rodamientos desgastados	6	2	5	60	Baja	Medición de corriente/temperatura, revisión de rodamientos, limpieza de ventilación
Sistema de seguridad	Evitar operación insegura	Falla de seguridad	Mayor exposición al riesgo, bloqueo de operación	Manipulación indebida, sensores dañados	7	4	5	140	Media	Prueba funcional diaria de resguardos y paros.

Finalmente, el resumen global de los resultados del análisis AMEF desarrollado para cada uno de los activos del área de producción se muestran en la Tabla 61, contemplando el NPR máximo y promedio de la totalidad de equipos evaluados, así como el número de componentes clasificados en cada nivel de prioridad.

Tabla 61. Resumen global de los resultados del análisis AMEF.

		RESUMEN ANÁLISIS AMEF <i>“Resumen global”</i>						
Área	Máquina	Nº componentes	NPR		Prioridad global	Componentes		
			Máximo	Promedio		Prioridad Alta	Prioridad Media	Prioridad Baja
Panel	Ensamblaje de muelle ensacado SX-300DL	10	240	158.1	Alta	3	6	1
Pegado de espumas	Línea automática de pegamento termofusible FixET-290	11	240	163.1	Alta	5	4	2
Panel	Resorte de bolsillo doble alambre SX-TOP2	11	240	156.3	Alta	3	6	2
Espuma	Planta horizontal de espumado SR-HCF	10	225	168.8	Alta	5	4	1
Forrado y bandas	Máquina cerradora de borde XDB-PJ	11	216	150.4	Alta	4	5	2
Prebrindado	Máquina de pre-brindado automática XDB-300	12	216	157.1	Alta	3	7	2
Enderezado	Enderezadora y cortadora de alambre JZ3	9	210	140.7	Alta	2	5	2
Corte carrusel	Cortadora de espuma circular horizontal SR-HC01	10	180	119.2	Alta	1	7	2
Perfilado	Cortadora de espuma de perfil SR-PS02	10	180	120.8	Alta	1	6	3
Forrado y bandas	Máquina automática del material de colchón XDB-QD	11	180	118.3	Alta	1	6	4

			RESUMEN ANÁLISIS AMEF <i>“Resumen global”</i>					
Área	Máquina	Nº componentes	NPR		Prioridad global	Componentes		
			Máximo	Promedio		Prioridad Alta	Prioridad Media	Prioridad Baja
Punzonado	Punzadora a presión TC03	8	180	131.5	Alta	1	6	1
Molienda	Máquina de espuma adhesiva SR-R02	11	175	124.5	Media	0	9	2
Forrado y bandas	Máquina de coser de brazo largo JS-3	11	168	110.7	Media	0	7	4
Forrado y bandas	Máquinas overlock y puntada de seguridad XDB-SB2B	10	168	112.5	Media	0	7	3
Forrado y bandas	Máquina de coser lineal de alta velocidad XDB-1H	11	160	112	Media	0	8	3
Cerrado	Máquina ribeteadora de colchones KYK-HS2	11	160	112.2	Media	0	7	4
Molienda	Trituradora de espuma SR-C01	8	160	112.2	Media	0	6	2
Pegado de espumas	Cinta transportadora de prensado ET-LPR-S	11	150	98.2	Media	0	6	5
Empaque	Máquina automática de embalaje de colchones MAX-A-MP	11	150	96	Media	0	5	6
	Máquina de almacenamiento automática MAX-HC	11	150	89.5	Media	0	3	8
Corte	Máquina horizontal de corte de espuma SR-H01	11	150	94	Media	0	6	5
Panel	Transferencia Bonell automática SX-100T	10	150	95.5	Media	0	6	4

			RESUMEN ANÁLISIS AMEF <i>“Resumen global”</i>					
Área	Máquina	Nº componentes	NPR		Prioridad global	Componentes		
			Máximo	Promedio		Prioridad Alta	Prioridad Media	Prioridad Baja
Pegado de espumas	Transportador de volteo de cinta de silicona ET-LFL-FLAT-S	11	150	96.4	Media	0	5	6
Pasado de falso	Máquina de rebordear de alta resistencia SB-80	10	144	99.8	Media	0	5	5
Tapizado	Grapadora automática DL SENCO SFT10XP	9	140	70.9	Media	0	2	7
Acolchado	Máquina acolchadora de cadena multiaguja HC4000	10	140	92.2	Media	0	4	6
Tapizado	Grapadora para tapicería SENCO 92/40L	7	105	52.3	Media	0	1	6

Bajo este análisis, se pueden mencionar que la prioridad global de intervención no se basa solamente en el comportamiento promedio del equipo, sino en la criticidad de su componente más vulnerable. De este modo, se identificaron los siguientes hallazgos:

Se determina que 11 de los 27 activos analizados presentan un prioridad global Alta, debido a que estas máquinas poseen al menos un modo de falla con un valor NPR mayor o igual a 180. Un ejemplo claro es el caso de la Máquina enderezadora y cortadora de alambre JZ3 con un NPR máximo 210, la cual, a pesar de disponer de componentes relativamente estables, posee un sistema de rodillos cuyo fallo, provocaría el paro inmediato del flujo de los materiales.

Por un lado, al comparar el NPR promedio con el máximo, que equipos como la Planta horizontal de espumado SR-HCF alcanza el promedio más alto (NPR = 168.8), así como múltiples fallos con una prioridad o nivel de riesgo alta. Esto la hace un activo de

mayor urgencia técnica, pues el riesgo está distribuido en la mayoría de sus componentes internos.

Por otro lado, las máquinas clasificadas con prioridad media no reflejan modos de falla críticos. Por ejemplo, en el caso de las grapadoras SENCO 92/40L muestran un NPR máximo de 105, esto permite que las intervenciones de mantenimiento preventivo para estos equipos sean de carácter básico, liberando recursos para los equipos de prioridad alta.

En conclusión, el 40.70% (11 equipos de alta prioridad/ 27 máquinas totales) de los activos del área de producción de Lamitex requiere intervenciones de mantenimiento preventivo de forma inmediata para mitigar los modos de falla de alta severidad detectados. No obstante, al no existir un plan de mantenimiento preventivo en la empresa, en el siguiente apartado se plantean las intervenciones de mantenimiento preventivo para la totalidad de los activos analizados.

3.6 Acciones de mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es una de las estrategias más esenciales dentro de la gestión de los activos, direccionada a reducir la probabilidad de ocurrencia de los fallos a través de la ejecución sistemática y planificada de las intervenciones técnicas de los equipos antes que se presentes fallas. De esta manera, las intervenciones de mantenimiento preventivo propuestas no solo pretenden evitar fallas, sino que también asegurar la confiabilidad el proceso productivo de colchones de la empresa Lamitex, garantizando la calidad de los productos y mejorar la disponibilidad de los equipos.

3.6.1 Intervenciones y frecuencia del mantenimiento preventivo

Las acciones de mantenimiento preventivo se estructuraron en base a los componentes de cada máquina, considerando los resultados de las matrices AMEF, donde se plasmaron los modos de fallos y sus causas principales. De acuerdo con estos resultados, se plantearon intervenciones específicas para la eliminación y/o mitigación de las causas de fallo.

En este sentido, las intervenciones definidas incluyen actividades relacionada a:

- La inspección técnica
- Ajuste y calibración
- Limpieza y lubricación
- Reemplazo de componentes.

Por otra parte, cada una de las actividades fue asignada a una frecuencia determinada en función de la prioridad de cada componente definida por el valor NPR. De este modo, los componentes con NPR altos requieren intervenciones más recurrentes.

En tal virtud, el plan de mantenimiento preventivo contiene una totalidad de intervenciones distribuidas por equipo y componente, facilitando una gestión detallada del mantenimiento. Cada una de las intervenciones planteadas contienen información asociada con el tipo de actividad, frecuencia, responsables, duración estimada, recursos requeridos, así como si se requiere o no un paro del equipo.

Además, las frecuencias de las intervenciones se definieron bajo los siguientes criterios:

- Frecuencia diaria (D): para los equipos con prioridad alta, cuyas fallas pueden afectar inmediatamente la calidad de los productos o la seguridad operativa.
- Frecuencia semanal (S): para las actividades de calibración, ajuste mecánico, así como para el control de desgaste de componentes.
- Frecuencia mensual (M): encaminada a las inspecciones más profundas del estado general de los activos, así como para el mantenimiento eléctrico o estructural.

A continuación, en la Tabla 62, se muestra el plan de mantenimiento preventivo para la *Máquina enderezadora y cortadora de alambre JZ3*.

El plan de mantenimiento preventivo para el resto de las máquinas del área de producción de la empresa Lamitex se muestra en el Anexo B.

Tabla 62. Plan de mantenimiento preventivo propuesto para la máquina enderezadora y cortadora de alambre.

 PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO <i>“Máquina enderezadora y cortadora de alambre JZ3”</i>													
Área	Equipo	Modelo	Cant.	Componente	Modo de fallo controlado	Actividad preventiva	Tipo de intervención	Frecuencia	Responsable	Duración estimada (h)	¿REQUIERE PARADA?	TIPO DE PARADA	Recursos / herramientas
Enderezado	Enderezadora y cortadora de alambre JZ3	GMAX JZ3	1	Rodillos enderezadores	Desgaste, desalineación u holgura de rodillos	Inspeccionar desgaste, lubricar, alinear y corregir holguras o desajustes.	Inspección + ajuste mecánico	Diaria	Mecánico de mantenimiento	1.2	Sí	Parada corta	Llaves, calibrador, grasa industrial
				Rodillos enderezadores	Desgaste, desalineación u holgura de rodillos	Inspeccionar desgaste, lubricar, alinear y corregir holguras o desajustes.	Inspección + ajuste mecánico	Mensual	Mecánico de mantenimiento	1.2	Sí	Sí programada	Llaves, calibrador, grasa industrial, reloj comparador
				Sistema de corte	Desgaste, pérdida de filo, fractura o desalineación del elemento de corte	Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación del sistema de corte.	Reemplazo / ajuste mecánico	Diaria	Operador + Mantenimiento	1.5	Sí	Parada corta	Juego de llaves, afilador/repuesto, calibrador, EPP anticorte
				Sistema de corte	Desgaste, pérdida de filo, fractura o desalineación del elemento de corte	Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación del sistema de corte.	Reemplazo / ajuste mecánico	Semanal	Mecánico de mantenimiento	1.5	Sí	Sí programada	Juego de llaves, afilador/repuesto, calibrador, EPP anticorte
				Sistema de alimentación	Atasco, alimentación irregular, pérdida de continuidad o desalineación de material	Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avance y ajustar presión o tensión.	Limpieza + ajuste operativo	Diaria	Operador	0.8	Sí	Parada corta	Paños, aire comprimido, llaves, guía de alineación
				Sensores de medición	Lectura errónea, pérdida de señal o descalibración del sensor	Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y estado del cableado.	Calibración / prueba funcional	Diaria	Operador	0.8	No	No / en ventana operativa	Multímetro, paños, limpiador dieléctrico, software/terminal de prueba
				Sistema CNC / control	Error de programación, pérdida de parámetros o falla de secuencia automática	Inspección funcional, respaldo de parámetros, prueba de entradas/salidas y validación de secuencia.	Verificación de control	Semanal	Técnico eléctrico / automatización	1	No	No / en ventana operativa	Laptop/terminal, respaldo de parámetros, multímetro, manual técnico
				Motor principal	Sobrecalentamiento, vibración, consumo anormal o falla del motor	Medición de corriente/temperatura, revisión de rodamientos, limpieza de ventilación y alineación.	Inspección electromecánica	Mensual	Técnico eléctrico	1.5	Sí	Sí programada	Pinza amperimétrica, termómetro IR, estetoscopio, llaves, limpiador
				Sistema de transmisión	Desgaste, pérdida de tensión, desalineación o falla de correas/cadenas/engranajes	Lubricar, verificar tensión y alineación, e inspeccionar desgaste de correas, cadenas o engranes.	Lubricación + ajuste mecánico	Semanal	Mecánico de mantenimiento	1.2	Sí	Sí programada	Tensiómetro, grasa/aceite, llaves, regla de alineación
				Sistema eléctrico	Falso contacto, sobrecarga, aislamiento deteriorado o falla de tablero	Inspección termográfica/visual, reapriete de terminales, limpieza de tablero y prueba de aislamiento.	Inspección eléctrica	Mensual	Técnico eléctrico	1.5	Sí	Sí programada	Multímetro, pinza amperimétrica, megóhmetro, limpiador dieléctrico, destornilladores aislados
				Sistema de seguridad	Falla de resguardos, enclavamientos, paro de emergencia o señalización	Prueba funcional de resguardos, enclavamientos y paros; reposición inmediata de elementos defectuosos.	Prueba de seguridad	Diaria	Operador + SST	0.5	No controlada	No / prueba controlada	Checklist SST, multímetro, llaves, señalética, repuestos de pulsadores/enclavamientos

Por un lado, con el propósito de garantizar una ejecución adecuada del plan de mantenimiento, cada una de las actividades preventivas se organizaron en un cronograma manual de mantenimiento. Dicho cronograma permitirá programar y distribuir las intervenciones en el largo del tiempo, de modo que se pueda evitar la acumulación de tareas, a la vez que se asegure la continuidad de las operaciones de la línea de producción de colchones de Lamitex. En la Tabla 63 se muestra un extracto de este cronograma, referente a la *Máquina enderezadora y cortadora de alambre*. El cronograma completo que abarca todos los activos se lo puede observar en el Anexo C.

El cronograma planteado contempla la programación de las actividades de mantenimiento preventivo desde el mes de mayo del 2026 hasta el mes de abril del 2027 (12 meses), debido a que permite integrar y programar de forma continua las intervenciones diarias, semanales y mensuales dentro de un ciclo operativo, facilitando el seguimiento sistematizado de las actividades de mantenimiento, así como la organización de recursos. Además, la planificación anual del mantenimiento permite reducir las interrupciones operativas y mantener una distribución organizada de las actividades a lo largo del período operativo planteado [48].

Por otro lado, es de importancia mencionar que en el cronograma propuesto las columnas S1, S2, S3 y en algunas ocasiones hasta S5 corresponden a las semanas del año dentro de cada mes. La coincidencia entre las semanas y las letras D (frecuencia diaria) se debe a que estas letras no mencionan días individuales, sino a la frecuencia de ejecución de las actividades dentro de una semana.

Por ejemplo, cuando una intervención tiene asignada la letra D en S1 hace referencia que durante esa semana la intervención debe ejecutarse diariamente, es decir, en todos los días de la jornada laboral. En el mismo sentido, S indica que la intervención se debe realizar una vez por semana mientras que M indica que solo se ejecutará la actividad una vez en el mes.

Tabla 63. Extracto del cronograma de mantenimiento preventivo propuesto para la máquina enderezadora y cortadora de alambre.

				CRONOGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO “Máquina enderezadora y cortadora de alambre JZ3”																																								
Equipo	Componente	Actividad preventiva	Frecuencia	Duración (h)	¿Parada?	Responsable	Mayo del 2026				Junio del 2026					Julio del 2026				Agosto del 2026					Septiembre del 2026				Octubre del 2026				Noviembre del 2026					Diciembre del 2026						
							S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S5	S1	S2	S3	S4			
Enderezadora y cortadora de alambre JZ3	Rodillos enderezadores	Inspeccionar desgaste, lubricar, alinear y corregir holguras o desajustes.	Mensual	1.2	Sí	Mecánico de mantenimiento	M				M					M				M					M				M					M					M					
	Sistema de corte	Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación del sistema de corte.	Semanal	1.5	Sí	Mecánico de mantenimiento	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	
	Sistema de alimentación	Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avance y ajustar presión o tensión.	Diaria	0.8	Sí	Operador	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
	Sensores de medición	Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y estado del cableado.	Diaria	0.8	No	Operador	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D
	Sistema CNC / control	Inspección funcional, respaldo de parámetros, prueba de entradas/salidas y validación de secuencia.	Semanal	1	No	Técnico eléctrico / automatización	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S

3.6.2 Condiciones mínimas de seguridad para la intervención

Las actividades e intervenciones de mantenimiento preventivo en líneas o sistemas productivos implican la interacción directa con máquinas, equipos e instrumentos que operan bajo diferentes contextos, parámetros y formas de energía, lo que representa un riesgo para los operadores si no determina de forma adecuada las condiciones de seguridad [49]. De esta manera, la definición de las condiciones mínimas de seguridad se vuelven un pilar fundamental para garantizar la integridad del personal, así como la continuidad operativa y la confiabilidad de los equipos.

Desde una perspectiva técnica, las condiciones mínimas de seguridad deben establecerse según el riesgo real de las tareas y de los activos que se vayan a intervenir. En este sentido, en el área de producción de colchones de Lamitex, no es lo mismo intervenir una grapadora de tapicería, que la línea de pegado termofusible o una máquina horizontal de corte de espuma. Por lo tanto, las medidas de seguridad deben escalarse de acuerdo con la severidad de la energía, condiciones o circunstancias involucradas, así como la probabilidad de liberación accidental, la exposición a temperatura, la cercanía con componentes móviles, así como la dificultad para identificar y/o detectar anomalías o desviaciones durante las intervenciones.

a. Planificación antes de la intervención

Previo a la intervención de cualquier activo, se debe verificar que la actividad se encuentre programada dentro del cronograma de mantenimiento propuesto, identificación del activo, componentes, el tipo de intervención, la duración estimada, el o los responsables, así como si se requiere o no una parada. Esto no solo como una exigencia de carácter administrativa, sino que también evitará intervenciones improvisadas, reducirá las interferencias con la producción, además, mejorará el control de los riesgos.

En términos operativos esta planificación preliminar deberá considerar los siguientes aspectos:

1. El estado operativo del activo y la ventana para su intervención.

2. La existencia de herramientas e instrumentos necesarios, así como la de repuestos en el caso de ser necesario.
3. La disponibilidad del personal autorizado (mantenimiento)
4. Las condiciones de seguridad del entorno de trabajo.

b. Identificación de peligros

Todas las intervenciones de mantenimiento preventivo deberán iniciar con una identificación rápida pero rigurosa de los peligros asociados a las tareas [50]. Los principales riesgos en el área de producción de colchones de Lamitex incluyen:

- Atrapamiento con rodillos y/o sistemas de arrastre
- Corte por cuchillas o agujas
- Quemaduras superficiales
- Exposición con sustancias químicas, especialmente en el espumado
- Contactos eléctricos
- Descarga de presión de sistemas neumáticos
- Sobreesfuerzo durante el ajuste, manipulación o limpieza.

La normativa legal vigente en el Ecuador, mediante Anexo 3 del Decreto Ejecutivo 255 establece controles administrativos mediante señalización, advertencia y programas de mantenimiento, y además considera a los equipos de protección personal (EPP's) como uno de los últimos recursos o medidas de protección, cuando no es técnicamente controlar el riesgo por otros medios técnicos.

c. Equipos de protección personal

El uso de los EPP's debe definirse por el tipo de intervención y no solamente por costumbre. La Normativa Ecuatoriana en el Decreto Ejecutivo 255 señala que el EPP debe implementarse como un mecanismo final dentro de la jerarquía de control, y no como una medida principal de prevención. Sin embargo, las tareas de mantenimiento

industrial los EPP's son indispensables como una barrera frente a la energía mecánica, ruido, partículas, salpicaduras, calor o contacto accidental. Bajo esta premisa, en la Tabla 64, se muestra el detalle de los EPP's propuestos para la intervención de mantenimiento preventivos de los activos de Lamitex.

Tabla 64. Equipos de protección personal recomendados para las intervenciones [38].

		<i>EPP's RECOMENDADOS PARA INTERVENCIÓN</i> <i>“Mantenimiento preventivo”</i>	
Tipo de equipo / tarea	Riesgo	EPP mínimo obligatorio	EPP complementario según condición
Máquinas de enderezado, punzonado y conformado de resortes (enderezadora, punzadora, resorte bolsillo, Bonell, ensambladora)	Atrapamiento, corte, impacto mecánico	Gafas de seguridad, guantes, calzado de seguridad, ropa de trabajo ajustada	Protección auditiva en operación continua; careta facial en ajustes cercanos
Máquinas de corte y perfilado de espuma (corte horizontal, carrusel, perfiladora)	Corte, atrapamiento, proyección de partículas	Gafas de seguridad, guantes anticorte para manipulación de cuchillas, calzado de seguridad, ropa ajustada	Protección auditiva; careta facial si existe proyección de partículas
Sistemas de molienda y manipulación de espuma (tritadora, espuma adhesiva)	Proyección de partículas, polvo, exposición química	Gafas de seguridad, guantes de protección, calzado de seguridad	Mascarilla antipolvo o respirador; protección auditiva
Sistemas de costura y acolchado (acolchadora, overlock, cerradora, ribeteadora, lineal, brazo largo, pre-brindado)	Pinchazo, atrapamiento, ruido, contacto con partes móviles	Gafas de seguridad, calzado de seguridad, protección auditiva cuando aplique, ropa ajustada	Guantes de destreza para cambio de aguja o intervención con equipo detenido
Sistemas de pegado y procesos térmicos (línea de pegado termofusible)	Quemaduras, atrapamiento, vapores, superficies calientes	Guantes resistentes al calor, gafas de seguridad, calzado de seguridad, ropa manga larga	Protector facial y delantal térmico en purga o limpieza
Planta de espumado	Exposición química, salpicadura, temperatura, presión	Gafas, guantes compatibles con químicos, calzado de seguridad, ropa de protección	Protector facial, respirador según evaluación del ambiente
Sistemas de transporte, volteo y prensado (cintas, volteadores, prensas)	Atrapamiento, aplastamiento, golpes	Guantes de protección mecánica, calzado de seguridad, gafas	Casco de seguridad en manipulación de carga; protección auditiva
Sistemas eléctricos y de control (tableros, motores, sensores)	Contacto eléctrico, arco eléctrico	Gafas de seguridad, calzado de seguridad, guantes dieléctricos según intervención, herramientas aisladas	Pantalla facial y ropa con nivel de protección acorde al riesgo eléctrico
Sistemas de almacenamiento automático y empaque (almacenamiento, embalaje)	Atrapamiento, golpes, carga, superficies térmicas	Casco cuando aplique, calzado de seguridad, gafas, ropa de trabajo	Guantes de manipulación; protección auditiva según condiciones

d. Condiciones del área de trabajo

Las condiciones del área de trabajo son otro aspecto clave para la ejecución segura de las intervenciones de mantenimiento preventivo, pues un ambiente inadecuado puede aumentar de forma significativa la probabilidad de ocurrencia de los accidentes, inclusive si el personal autorizado cuenta con el EPP adecuado.

Por otro lado, las condiciones del entorno de trabajo deben garantizar orden, limpieza, señalización y control de accesos, como parte de acciones o medidas administrativas para prevenir los riesgos laborales. En este contexto, en la Tabla 65 se muestran las condiciones mínimas antes de ejecutar el mantenimiento preventivo de los activos para garantizar un ambiente seguro y controlado.

Tabla 65. Condiciones del área de trabajo para las intervenciones.

 <i>CONDICIONES MÍNIMAS PARA INTERVENCIÓN</i> <i>“Mantenimiento preventivo”</i>			
Condición	Requisito técnico	Aplicación en planta	Normativa base
Señalización	Aviso visible de “equipo en mantenimiento”	Colocar señal en tablero o equipo	Decreto Ejecutivo 255
Delimitación	Restricción de acceso a personal no autorizado	Uso de cintas, conos o barreras	Decreto Ejecutivo 255 NTE INEN ISO 45001
Orden	Área libre de herramientas o materiales innecesarios	Evitar interferencias durante intervención	Decreto Ejecutivo 255
Limpieza	Ausencia de residuos, espuma, aceites o adhesivos	Limpieza previa y continua	Decreto Ejecutivo 255
Iluminación	Nivel suficiente para inspección y ajuste	Uso de lámparas portátiles si es necesario	Decreto Ejecutivo 255 NTE INEN 1154
Ventilación	Adecuada para disipar vapores o calor	Especialmente en pegado y espumado	Decreto Ejecutivo 255
Accesos	Pasillos despejados	No bloquear rutas de evacuación	Decreto Ejecutivo 255 NTE INEN ISO 45001
Superficie de trabajo	Área estable para desmontaje	Evitar trabajo directo en el suelo	Decreto Ejecutivo 255 NTE INEN-ISO 6385
Equipos de emergencia	Acceso a extintor y botiquín	Obligatorio en áreas críticas	Decreto Ejecutivo 255

El cumplimiento obligatorio de estas condiciones permitirá la reducción de los riesgos inherentes a los entornos de trabajo, complementando las medias de protección personal, garantizando que las intervenciones y tareas de mantenimiento se desarrollen en un ambiente seguro.

e. Herramientas, equipos e instrumentos para la intervención

Las herramientas, equipos e instrumentos empleados en las tareas de mantenimiento preventivo son también un factor crítico en la seguridad de las intervenciones, pues un uso incorrecto o en condiciones deficientes puede desencadenar accidentes, daños en los activos o intervenciones incompletas. Por aquello, es importante establecer criterios de verificación de las herramientas antes de su uso, véase la Tabla 66.

Tabla 66. Verificación de herramientas [38].

 <i>Verificación de herramientas, equipos e instrumentos</i> <i>“Mantenimiento preventivo”</i>		
Tipo de elemento	Condición requerida	Riesgo controlado
Herramientas manuales	Sin fisuras, desgaste o mangos flojos	Golpes, deslizamientos
Herramientas de corte	Filo controlado y seguro	Cortes accidentales
Instrumentos de medición	Calibrados y funcionales	Errores de ajuste
Equipos eléctricos portátiles	Aislamiento intacto	Descarga eléctrica
Extensiones y cables	Sin daño ni empalmes	Cortocircuito
Equipos de lubricación	Limpios y sin fugas	Contaminación
Escaleras o plataformas	Estables y certificadas	Caídas

La inspección y verificación previa de cada uno de las herramientas, equipos e instrumentos garantizará que la intervención se desarrolle bajo condiciones controlados, con la finalidad de evitar la o mitigar los riesgos durante las intervenciones de mantenimiento.

3.7 Modelo GMAO para la gestión del mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo es uno de los pilares esenciales y estratégicos para asegurar la continuidad operativa, la confiabilidad y la disponibilidad de los activos de un sistema de producción, donde la falla de las máquinas y equipos provocan pérdidas

económicas, interrupciones operaciones y la disminución de los niveles de productividad. En la industria de la manufactura, el cambio o transición de modelos reactivos hacia enfoques preventivos y digitalizados se ha convertido en una necesidad fundamental para la mejora de la eficiencia de los procesos y prolongar la vida útil de los activos, a la vez que se reducen las fallas inesperadas y se incrementa la confiabilidad de los equipos.

En la situación actual de Lamitex, el mantenimiento presenta muchas limitaciones asociadas principalmente al manejo manual y a la dispersión de la información técnica, lo que ha dificultado el control de las intervenciones y la programación de acciones preventivas, pues en su mayoría las actividades de mantenimiento dominantes han sido las correctivas no programadas, afectando directa y negativamente a la disponibilidad de los activos del área de producción de colchones.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación y en base a la matriz de criticidad, el análisis AMEF, el plan de mantenimiento preventivo y el cronograma de intervenciones propuestas, se identificó la necesidad de integrar toda la información dentro de un sistema o entorno digital que permita gestionar de forma centralizada las intervenciones para el mantenimiento preventivo de los equipos de Lamitex. En este sentido, los sistemas GMAO o también conocidos como CMMS se posesionan como herramientas tecnológicas claves para automatizar la programación, ejecución y control de las acciones y operaciones de mantenimiento.

Desde otra perspectiva los sistemas GMAO facilitan el registro de los activos, la generación de órdenes de trabajo, el control del mantenimiento preventivo, así como la administración de historiales técnicos y la monitorización de indicadores de rendimiento, permitiendo con aquello la reducción de tiempos de inactividad y la optimización en la gestión de activos de los sistemas industriales, fortaleciendo la toma de decisiones basada en datos e información actualizada y trazable.

En tal virtud, en esta sección se propone un modelo GMAO enfocado a digitalizar la gestión del mantenimiento preventivo de las máquinas y equipos del área de producción de colchones de la empresa Lamitex.

3.7.1 Diseño conceptual del modelo

El diseño conceptual del modelo GMAO propuesto de la Figura 32, tiene el propósito la integración y digitalización de la gestión del mantenimiento preventivo de los activos del área de producción de colchones de la organización, con la finalidad de mejorar la planificación, control y trazabilidad de las intervenciones y/o actividades de mantenimiento. De esta manera el modelo conceptual propuesto se fundamenta en cuatro componentes principales:

- Entradas
- Procesamiento
- Salidas y
- Retroalimentación

Por su parte, las entradas hacen referencia a la información de los activos, incluyendo su inventario, codificación, nivel de criticidad, así como los modos de falla identificados, el plan de mantenimiento preventivo y el cronograma de intervenciones.



Figura 32. Modelo conceptual GMAO propuesto.

A partir de esta información, el sistema GMAO procesa los datos en función de la programación preventiva, generación de ordenes de trabajo, gestión del mantenimiento

y control de intervenciones. Luego, el modelo genera salidas operativas vinculadas al historial digital del mantenimiento, indicadores, alertas, así como el control del cumplimiento de las actividades preventivas.

Finalmente, el modelo propuesto incorporará una fase de retroalimentación para fortalecer la mejora continua según el análisis de desempeño del mantenimiento, ajuste de frecuencias de intervención, seguimiento del comportamiento de los equipos, actualización de criticidad y entre otros aspectos que la empresa considere necesarios.

3.7.2 Flujo operativo del modelo GMAO

La Figura 33, presenta el flujo operativo del modelo GMAO propuesto para la gestión del mantenimiento preventivo de los activos del área de producción de colchones de Lamitex. Este flujo describe las actividades secuenciales y necesarias para la administración digital de las acciones y/o intervenciones de mantenimiento preventivo, desde el registro de los activos hasta la fase de seguimiento y control del mantenimiento ejecutado.

En primera instancia se realiza el registro y codificación de las máquinas y equipos dentro del sistema GMAO. Luego acorde con el plan de mantenimiento preventivo propuesto se cargan las actividades preventivas, contemplando sus frecuencias de intervención, responsables o encargados, así como la asignación de recursos para realizar el mantenimiento.

A continuación, el sistema realiza la programación de las acciones de mantenimiento preventivo según el cronograma establecido, para posteriormente generar órdenes de trabajo para la ejecución de cada actividad. Con las órdenes de trabajo, el personal de mantenimiento se encargará de desarrollar las actividades que se le hayan encomendado y registrará la información correspondiente de las intervenciones realizadas en el sistema GMAO.

Por otro parte, el sistema se encarga de actualizar el historial técnico de los equipos para generar información necesaria para el seguimiento del mantenimiento preventivo a través de reportes e indicadores. Finalmente, el flujo operativo propuesto contempla una etapa de evaluación del cumplimiento del plan de mantenimiento, con el fin de

determinar si las acciones programadas se efectuaron acorde a los establecido o planificado.

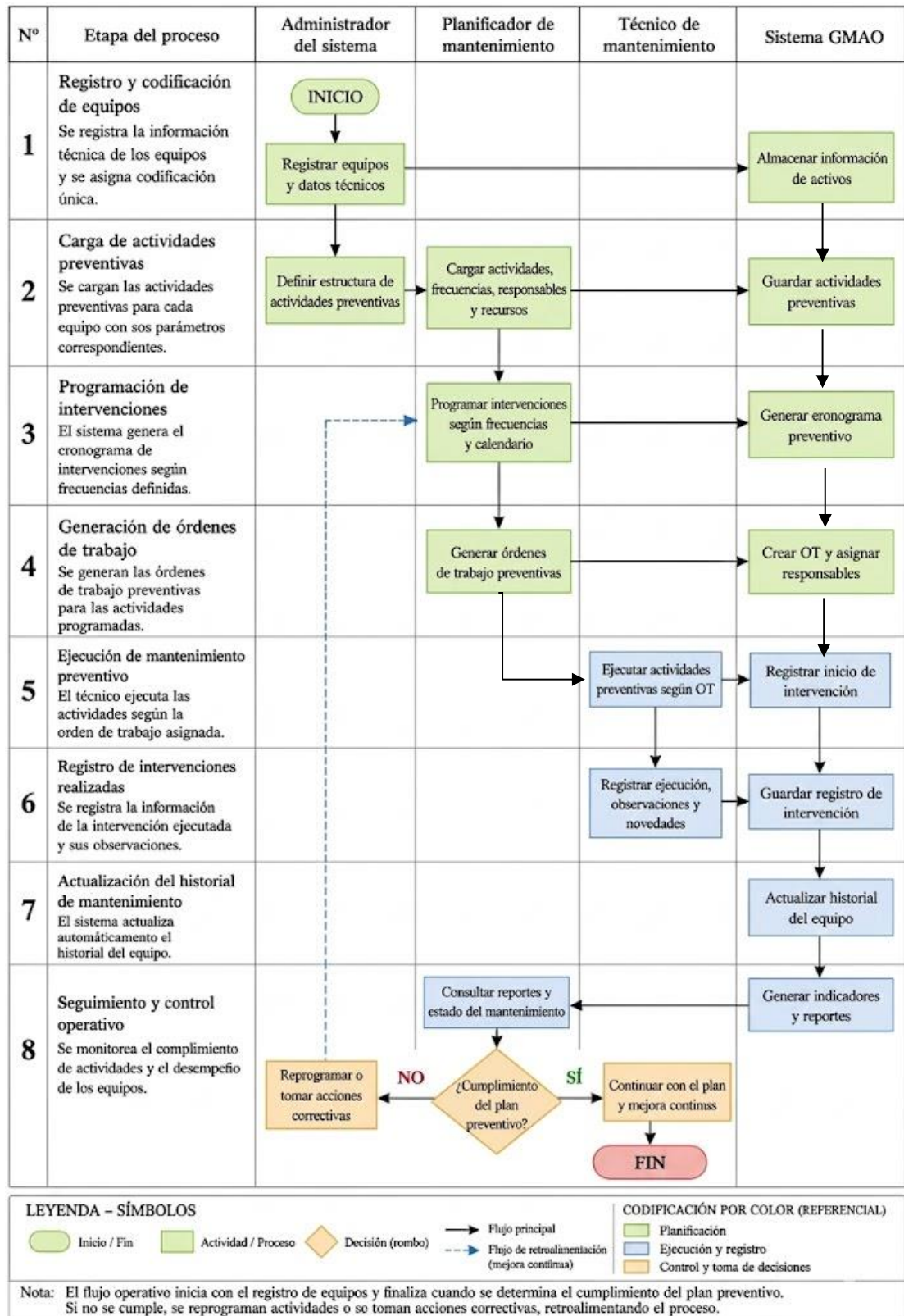


Figura 33. Flujo operativo propuesto del modelo GMAO.

De esta forma, el flujo operativo propuesto para el modelo GMAO permite una estructuración sistemática para la gestión del mantenimiento preventivo, beneficiando a la trazabilidad de las intervenciones, control operativo de los activos y a la centralización de la información y datos técnicos asociados al mantenimiento.

Cabe mencionar que, en el modelo conceptual, así como en el flujo operativo propuesto la fase de retroalimentación corresponde a un proceso operativo posterior a la implementación del modelo GMAO propuesto dentro de la empresa. En este sentido, este estudio, propone el diseño y propuesta estructural del modelo para que Lamitex pueda gestionar el mantenimiento preventivo de sus activos, mientras que la ejecución operativa y validación funcional en campo, así como la aplicación de la mejora continua del modelo e intervenciones dependerá de la implementación del sistema propuesto por parte de la empresa.

3.7.3 Desarrollo del modelo GMAO

A continuación, se desarrolla el modelo GMAO propuesto para la gestión de mantenimiento preventivo de los máquinas y equipos del área de producción de colchones de la empresa Lamitex.

a. Selección del sistema GMAO

Para el desarrollo del modelo de gestión de mantenimiento asistido por ordenador, fue necesario la elección de una plataforma digital que permite estructurar, programar y controlar las acciones de mantenimiento preventivo propuestos en este estudio para la empresa Lamitex. La elección del software es una de las etapas más importantes dentro de esta propuesta, debido a que permite la justificación técnica de la herramienta empleada y evitar la selección arbitraria de una plataforma específica.

En este sentido, se evaluaron distintas alternativas de plataformas GMAO disponibles en el mercado, contemplando criterios técnicos, operativos y de accesibilidad. Las alternativas evaluadas fueron: MaintainX, UpKeep, Odoo Maintenance y Fracttal One, puesto que son plataformas encaminadas a la gestión de mantenimiento, administración de activos, programación preventiva, así como el control de órdenes de

trabajo. A continuación, se detalla una descripción general de cada una de las alternativas mencionadas:

- MaintainX: es una plataforma GMAO encaminada a equipos industriales. Permite la creación, asignación, así como el seguimiento de las órdenes de trabajo, programar actividades preventivas [51].
- UpKeep: está enfocada en la administración del mantenimiento y la gestión de equipos. Permite la programación de actividades periódicas, generar órdenes de trabajo y realizar el seguimiento de las tareas preventivas [52].
- Odoo Maintenance: es un módulo integrado del sistema ERP de Odoo, se caracteriza por permitir la administración del mantenimiento correctivo y preventivo. Mediante Odoo se puede realizar el registro de los activos, programación de actividades, órdenes de mantenimiento y herramientas más avanzadas [53].
- Fractal One: se orienta a la gestión integral del mantenimiento y de equipos industriales. Este sistema permite la administración de equipos, programas de mantenimiento, así como la gestión de órdenes de trabajo y controlar el historial de intervenciones [54].

Criterios de evaluación. Para elegir la plataforma más oportuna se establecieron criterios de selección basados en los requerimientos mínimos de un modelo o sistema GMAO. Cada uno de estos criterios se establecieron contemplando la necesidad de pasar de una gestión netamente correctiva y poco documental hacia un enfoque preventivo, planificado y trazable. De esta manera, los criterios de evaluación considerados se muestran en la Tabla 67, con su respectivo peso (%).

Es de importancia mencionar que cada uno de los criterios y su respectiva ponderación se establecieron por parte del jefe de mantenimiento de la empresa en conjunto con la investigadora. Por otra parte, la ponderación asignada prioriza a los criterios: programación preventiva, gestión de activos, órdenes de trabajo y trazabilidad, pues estos son fundamentales para el desarrollo del modelo GMAO propuesto para la empresa Lamitex.

Tabla 67. Criterios de evaluación alternativas GMAO.

		<i>Criterios de evaluación</i> <i>“Selección alternativas GMAO”</i>
Criterio	Descripción	Peso (%)
Gestión de activos	Capacidad para registrar activos y datos técnicos	15
Gestión de órdenes de trabajo	Creación, asignación, seguimiento y cierre de OT	15
Programación preventiva	Configuración de actividades	20
Trazabilidad e historial	Capacidad para almacenar intervenciones, fallas, tiempos u observaciones adicional	15
Facilidad de uso	Interfaz Comprensible para el personal	10
Reportes e indicadores	Generación de información útil para el control de mantenimiento	10
Costo y accesibilidad	Disponibilidad de pruebas, versión accesible o de fácil utilización sin inversión inicial elevada	10
Escalabilidad	Posibilidad de integración con inventario, compras u otros módulos.	5

Matriz comparativa de las alternativas. Para valorar a cada alternativa se empleó una escala de valoración comprendida entre 1 y 5, donde cada valor corresponde a un rendimiento: muy bajo (1), bajo (2), medio (3), alto (4), muy alto (5) del criterio evaluado. Las calificaciones se asignaron de acuerdo con las funcionalidades propias de cada plataforma y su capacidad de adaptación a las necesidades de la organización, veas la Tabla 68.

Tabla 68. Matriz comparativa de alternativas GMAO.

		Matriz comparativa “Selección alternativas GMAO”			
Criterio evaluado	Alternativas				
	Peso (%)	MaintainX	UpKeep	Odoo Maintenance	Fractal One
Gestión de activos	15	4	4	5	5
Gestión de órdenes de trabajo	15	5	5	4	5
Programación preventiva	20	4	5	5	5
Trazabilidad e historial	15	4	4	4	5
Facilidad de uso	10	5	5	4	4
Reportes e indicadores	10	4	4	4	5
Costos y accesibilidad	10	4	3	5	3
Escalabilidad	5	3	4	5	5
Total	100	4.20	4.35	4.50	4.70

Interpretación:

Los resultados obtenidos evidencian que Fracttal One obtuvo el mayor puntaje ponderado, debido a su desempeño con respecto a los criterios evaluados, principalmente en la programación de actividades preventivas, gestión de activos, trazabilidad e historial del mantenimiento. A la vez esta plataforma permite estructurar las acciones preventivas, el registro de a información técnica de los activos industriales, así como la gestión de órdenes de trabajo encaminadas al control y seguimiento operativo del mantenimiento. En este sentido, la plataforma seleccionada se emplea como entorno de referencia para la configuración y parametrización, así como la representación operativa del modelo GMAO propuesto en esta investigación. A continuación, en la Figura 34 se muestra la interfaz de esta plataforma.

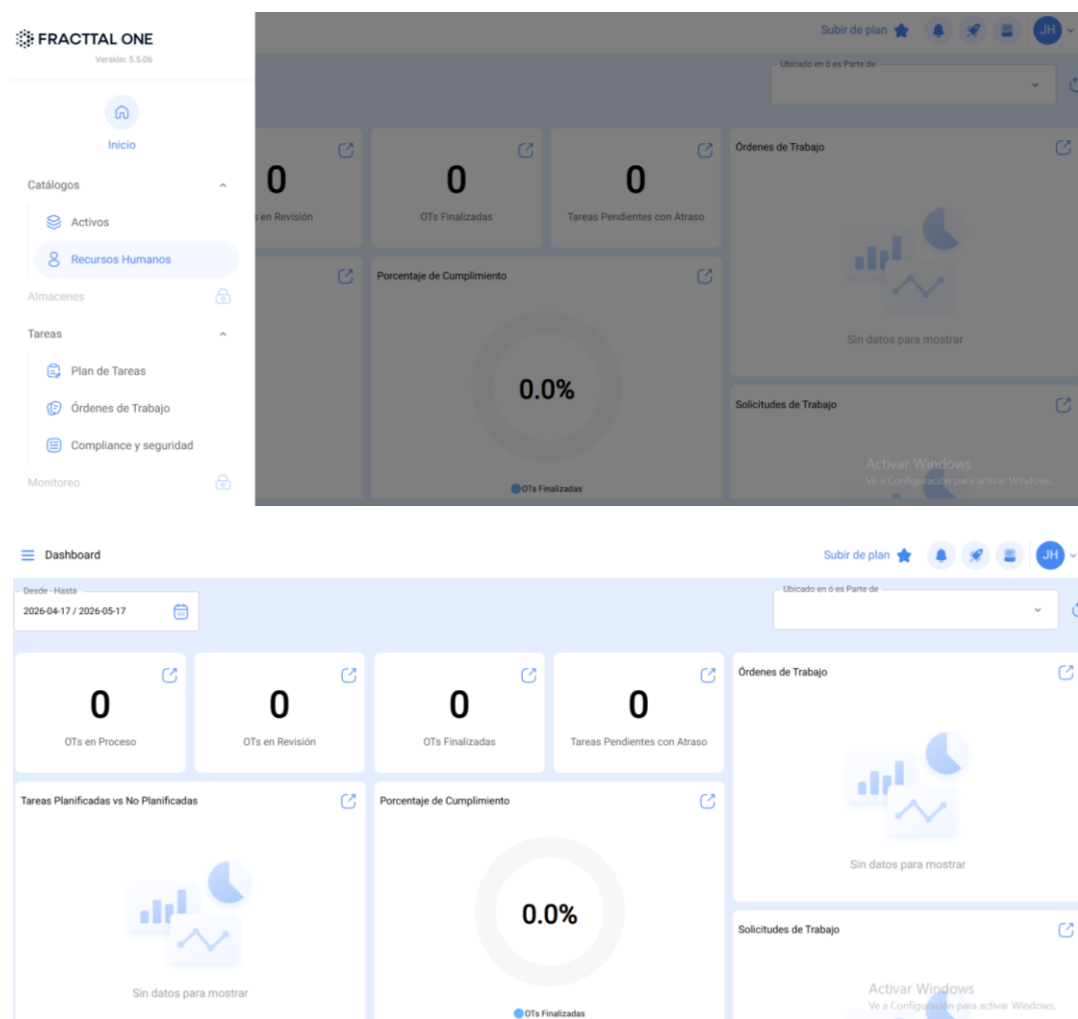


Figura 34. Interfaz de Fracttal One.

b. Configuración del modelo en la plataforma

Con el software de referencia seleccionado se procedió al desarrollo operativo del sistema mediante la configuración de los equipos industriales, programación de actividades preventivas y la generación de órdenes de trabajo para el control del mantenimiento preventivo de los activos del área de producción de colchones de Lamitex. A continuación, en la Figura 35 se muestra el acceso a la plataforma GMAO.



The login screen for the Fractal One platform features the logo at the top, followed by the instruction 'Ingrese sus datos para iniciar sesión'. It includes two input fields: 'Email' with the address 'gmaopreventivolamitex@gmail.com' and 'Contraseña' with masked characters. A 'Siguiete' button is positioned below the password field, and a link 'Olvidé mi contraseña' is located to its left. At the bottom, there is an option 'O iniciar sesión con:' with icons for Google, Microsoft, and Facebook.

Figura 35. Acceso a la plataforma GMAO - Fracttal One.

Una vez dentro de la plataforma se deberá seguir el siguiente orden para el desarrollo del modelo GMAO, involucrando la creación de activos, la generación de los planes de tareas, la creación de órdenes de trabajo, como lo indica la Figura 36.



Figura 36. Fases del modelo GMAO - Fracttal One.

Dentro de la plataforma se encontrarán disponibles los ítems: activos, recursos humanos, plan de tareas y órdenes de trabajo, como se puede observar en la Figura 36.

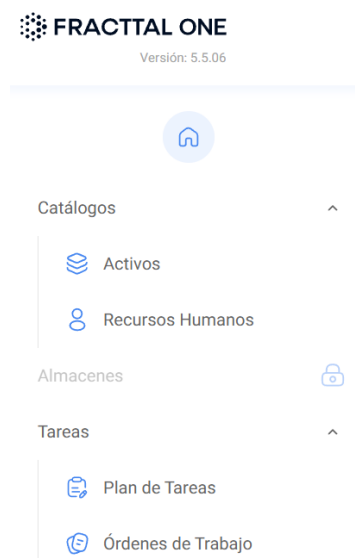


Figura 37. Menús disponibles de Fracttal One.

Configuración y codificación de los activos. Esta etapa facilitó la organización técnica de la información de los activos del área de producción. Para esto se seleccionó la opción “Activos” donde se desplaza la ventana mostrada en la Figura 38.

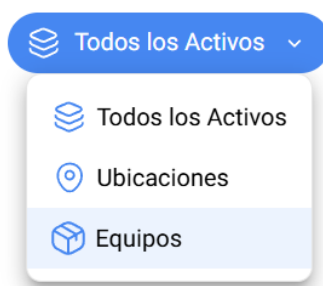


Figura 38. Submenú de activos.

Registro de las ubicaciones de los activos. Para el registro de los activos en primera instancia es necesaria la configuración de las ubicaciones de los equipos, como lo indica la Figura 39.

The screenshot displays the 'Ubicaciones' (Locations) configuration page. The top navigation bar includes 'Activos' and 'Ubicaciones'. The main content area is titled 'ÁREA DE PANEL Barrio El Progreso vía a Pastocalle Km 1%. Latacunga L-PNL Cotopaxi Ecuador ()'. It features a QR code, a map showing the location, and a form with the following fields:

- Nombre:** ÁREA DE PANEL
- Código:**
- Dirección:** Barrio El Progreso vía a Pastocalle Km 1%.
- Ciudad:** Latacunga
- Departamento / Estado / Región:** Cotopaxi
- País:** Ecuador
- Código Área:** L-PNL

Below the form, there is a list of active locations under the heading 'Activos Vista Árbol'. The list includes:

- ÁREA DE ACOLCHADO
- ÁREA DE PASADO DE FALSO
- ÁREA DE MOLIENDA
- ÁREA DE PERFILADO
- ÁREA DE CORTE
- ÁREA DE CORTE CARRUSEL
- ÁREA DE ESPUMA

Figura 39. Configuración de las ubicaciones de las máquinas.

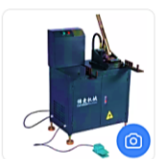
Registro de los activos. Luego se procede con la configuración y codificación de cada uno de los activos al seleccionar el submenú “Equipos”. Cabe mencionar que en esta fase se utilizó la codificación significativa propuesta en el apartado 3.3.1 de este documento. Así como las fichas técnicas del equipo y el resultado del análisis de criticidad de cada uno de los activos, véase la Figura 40 y 41.

The screenshot displays the 'Equipos' (Equipment) registration page. The top navigation bar includes 'Activos' and 'Equipos'. The main content area is titled 'Equipos'. It features a QR code, a photo upload button, and a form with the following fields:

- Ubicado en ó es Parte de:** (Dropdown menu)
- Nombre:** (Text input field)
- Código:** (Text input field)
- Fabricante:** (Text input field)
- Modelo:** (Text input field)
- Número de Serial:** (Text input field)
- Otro 1:** (Text input field)

Figura 40. Campos e información solicitada por el GMAO para registrar los activos.

← Máquina enderezadora y cortadora de alambre GMAX Machinery JZ3 JZDK2D24123068 { LP-END-ECA-01 }



Fuera de servicio: No
Habilitado ☒



Ubicado en ó es Parte de
// ÁREA DE ENDERAZO/

Nombre
Máquina enderezadora y cortadora de alambre

Código
LP-END-ECA-01

Fabricante
GMAX Machinery

Modelo
JZ3

Número de Serial
JZDK2D24123068

Otro 1

Otro 2

Código de Barras / NFC

Prioridad
Alta

General

Formulario Personalizado

Figura 41. Registro de la máquina enderezadora y cortadora de alambre.

Con todas las máquinas registradas en la plataforma GMAO, el sistema permitirá observar el listado de los activos registrados, como lo indica la Figura 42, donde se puede apreciar las máquinas registradas del área de producción de colchones de la empresa Lamitex.

	Habilitado...	Fuera de servicio...	Código	Nombre	Fabricante	Modelo	Número de Serial...	Prioridad	Ubicado en ó es Parte de
☐	Si	No	LP-CCR-CEH-01 a...	Cortadora de espuma circular horizontal	Sirui Machinery Co., Ltd.	SR-HC02	SRHC02246867	Baja	// ÁREA DE CORTE CARRUSEL/
☐	Si	No	LP-ESP-PLT-01	Planta horizontal de espumado	Sirui Machinery Co., Ltd.	SR-HCF	SIRUI MACHINERY	Alta	// ÁREA DE ESPUMA/
☐	Si	No	LP-PNL- BDA-01	Máquina de resorte de bolsillo doble alambre	HUA JIAN INTELLIGENT	SX-TOP2	24-07-150	Alta	// ÁREA DE PANEL/
☐	Si	No	LP-PNL-BON-01	Máquina de transferencia Bonell automática	HUA JIAN INTELLIGENT	SX-100T		Baja	// ÁREA DE PANEL/
☐	Si	No	LP-PNL-ENS-01	Máquina digital de ensamble de muelle ensacado	Hua Jian Intelligent Eq...	SX-300DL	24-05-60	Alta	// ÁREA DE PANEL/
☐	Si	No	LP-END-ECA-01	Máquina enderezadora y cortadora de alambre	GMAX Machinery	JZ3	JZDK2D24123068	Alta	// ÁREA DE ENDERAZO/
☐	Si	No	LP-PNZ-PNZ-01	Máquina punzonadora a presión para marcos de ala...	GENMAX	TC03		Media	// ÁREA DE PUNZADO/

Cortadora de espuma circular horizontal Sirui Machinery Co., Ltd. SR-HC02
SRHC02246867 { LP-CCR-CEH-01 al 02 }

Habilitado: ☒ Si

Código: LP-CCR-CEH-01 al 02

Tipo:

Localización: // ÁREA DE CORTE CARRUSEL/

Máquina de resorte de bolsillo doble alambre HUA JIAN INTELLIGENT SX-TOP2 24-07-150 { LP-PNL- BDA-01 }

Habilitado: ☒ Si

Código: LP-PNL- BDA-01

Tipo:

Localización: // ÁREA DE PANEL/

Máquina de transferencia Bonell automática HUA JIAN INTELLIGENT SX-100T { LP-PNL-BON-01 }

Habilitado: ☒ Si

Código: LP-PNL-BON-01

Figura 42. Máquinas registradas en el sistema GMAO.

En este listado se puede observar, el nombre del equipo, su fabricante, modelo, serie, nivel de criticidad (prioridad), así como la ubicación del activo. Del mismo modo, se podrá visualizar los activos registrados por cada una de las ubicaciones asignadas en el sistema GMAO, como lo indica la Figura 43.

Todos los Activos ▾	
—	ÁREA DE EMPAQUE //
	Máquina almacenamiento automática // ÁREA DE EMPAQUE/
	Máquina automática de embalaje de colchones // ÁREA DE EMPAQUE/
—	ÁREA DE TAPIZADO //
	Grapadora para tapicería10x // ÁREA DE TAPIZADO/
	Grapadora para tapicería // ÁREA DE TAPIZADO/
—	ÁREA DE CERRADO //
	Máquina ribeteadora de colchones // ÁREA DE CERRADO/
—	ÁREA DE PEGADO DE ESPUMAS //
	Cinta transportadora de prensado con banda de silicona // ÁREA DE PEGADO DE ESPUMAS/
	Transportador de volteo de cinta de silicona de 4 brazos // ÁREA DE PEGADO DE ESPUMAS/
	Línea automática de pegamento termofusible // ÁREA DE PEGADO DE ESPUMAS/

Figura 43. Activos registrados por área en el sistema GMAO.

Configuración de recursos humanos. Una vez que se han registrado a todos los activos del área de producción, se procedió al registro del personal encargado o responsable de mantenimiento, empleando el menú principal de la pestaña “Recursos humanos”, donde se mostraran los siguientes campos, como lo indica la Figura 44.

Aquí se define al personal encargado de la revisión y puesta en marcha de las intervenciones que se le asignen para el mantenimiento de los activos.



Figura 44. Adición del personal en el sistema GMAO.

En la Figura 45, se puede observar el nombre del personal de mantenimiento, su código de identificación y la ubicación de la planta donde labora, toda esta información registrada en el sistema GMAO.

Figura 45. Registro del responsable de mantenimiento en el sistema GMAO.

Tareas de mantenimiento. Con las localizaciones de los activos, los equipos y los responsables de mantenimiento registrados en el sistema GMAO, se desarrolla la planificación de las tareas de mantenimiento preventivo. Para esto se selecciona la pestaña “Plan de Tareas”, donde se deberá colocar el nombre de la máquina correspondiente, las tareas que se van a ejecutar, como lo muestra la Figura 46.

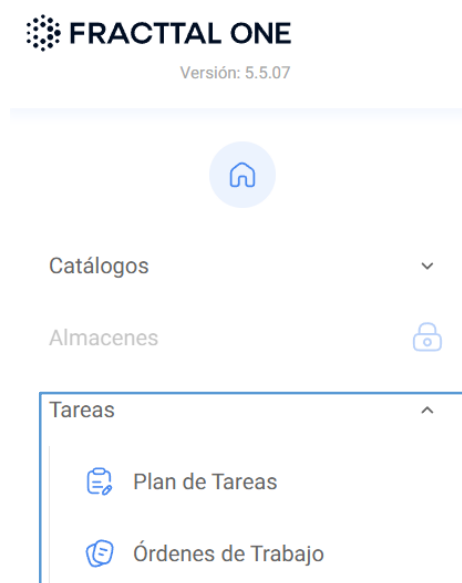


Figura 46. Asignación de tareas en el sistema GMAO.

En la Figura 47, se especifica el activo al que se asignarán las actividades preventivas de mantenimiento, este caso de la máquina Enderezadora y cortadora de alambre JZ3. Cabe mencionar que para esta parte se emplea el Plan de mantenimiento preventivo del Anexo B y las matrices AMEF del Anexo A para establecer la prioridad de las actividades de mantenimiento.

Figura 47. Registro de las tareas de mantenimiento de la máquina enderezadora.

Una vez definido el activo al que se le van a asignar las tareas de mantenimiento en la Figura 48 se realiza el registro y/o asignación de las intervenciones de mantenimiento

en el sistema GMAO. Es importante mencionar que al generar el listado de tareas se debe considerar los resultados de la matriz AMEF, específicamente su NPR.

The screenshot displays the 'Nueva Tarea' (New Task) form in the GMAO system. The form is titled 'Nueva Tarea' and has tabs for 'General', 'SubTareas', 'Recursos', and 'Adjuntos'. The 'General' tab is active. The form contains fields for 'Descripción' (Description), 'Tipo de Tarea' (Task Type), 'Clasificación 1' (Classification 1), 'Clasificación 2' (Classification 2), 'Prioridad' (Priority), 'Duración Estimada' (Estimated Duration), and 'Tiempo de Paro por Mantenimiento' (Maintenance Downtime). The 'Prioridad' field is highlighted with a red box and shows 'Baja' (Low). The 'Duración Estimada' and 'Tiempo de Paro por Mantenimiento' fields both show '001:00'. The 'Activadores' (Activators) section shows 'Fecha' (Date) with the value 'Cada 1 Semana(s)'. The background shows a sidebar with 'Tareas' and 'Plan de Tareas' sections, and a list of tasks for 'Transferencia Bonell automática SX-100T'.

Figura 48. Registro de las actividades de mantenimiento.

Posteriormente, en la Figura 49 se muestran las actividades de mantenimiento registradas para este activo tomado como ejemplo.

Tareas

Plan de Tareas

Subir de plan

JH

← Enderezadora y cortadora de alambre JZ3

Guardar

General

Tareas

Activos Vinculados

	Descripción	Configurada...	Prioridad	Duración Estimada	Tipo de Tarea	¿Paro de equipo?
☐	Motor principal: Medición de corriente/temperatura, revisión de rodamientos, limpieza de ...	Si	Baja	01H 30mins	Tarea preventiva	Si
☐	Rodillos enderezadores: Inspeccionar desgaste, lubricar, alinear y corregir holguras o desa...	Si	Media	01H 12mins	Tarea preventiva	Si
☐	Sensores de medición: Limpieza, recalibración y verificación de señal; asegurar fijación y e...	Si	Alta	48mins	Tarea preventiva	No
☐	Sistema CNC/Control: Inspección funcional, respaldo de parámetros, prueba de entradas/...	Si	Media	01H 00mins	Tarea preventiva	No
☐	Sistema de alimentación: Limpiar y alinear rodillos/bandas, verificar continuidad de avanc...	Si	Media	48mins	Tarea preventiva	Si
☐	Sistema de corte: Afilado o reemplazo programado, verificación de fijación y alineación de...	Si	Media	01H 30mins	Tarea preventiva	Si
☐	Sistema de seguridad: Prueba funcional de resguardos, enclavamientos y paros; reposició...	Si	Alta	30mins	Tarea preventiva	Si
☐	Sistema de transmisión: Lubricar, verificar tensión y alineación, e inspeccionar desgaste d...	Si	Media	01H 12mins	Tarea preventiva	Si
☐	Sistema eléctrico: Inspección termográfica/visual, reapriete de terminales, limpieza de tab...	Si	Baja	01H 30mins	Tarea preventiva	Si

Figura 49. Actividades de mantenimiento registradas para la máquina enderezadora JZ3.

Con las tareas de mantenimiento definidas se procede a la asignación de los equipos que deberán ser sometidos a dichas intervenciones, como lo indica la Figura 50.

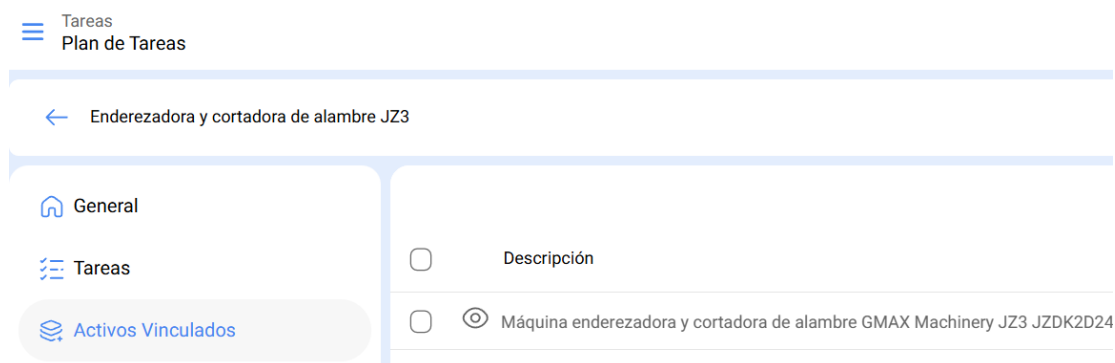


Figura 50. Vinculación de los activos al modelo GMAO.

Una vez registradas todas las actividades del plan de mantenimiento en el modelo GMAO, la plataforma permitirá visualizar la organización de estas mediante un cronograma o calendarización, como lo muestra la Figura 51.

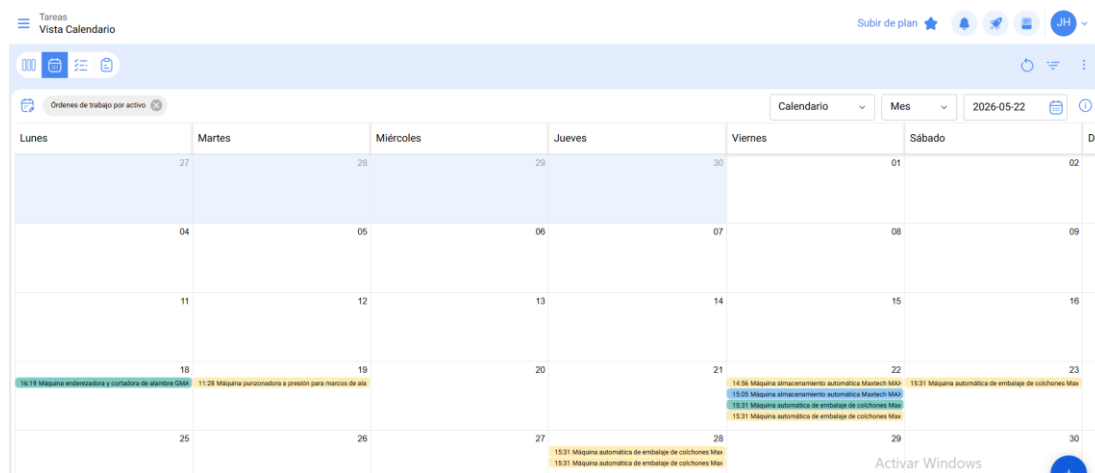


Figura 51. Cronograma de actividades es el sistema GMAO.

Generación de orden de trabajo (OT). Con el registro de las actividades de mantenimiento, finalmente se procede a realizar las órdenes de trabajo para que los responsables ejecuten las tareas correspondientes, como lo muestra la Figura 52. Una vez generada la OT, el personal o encargado asignado recibirá una notificación para realizar el trabajo respectivo.

Lamitex		N°: 2
		Fecha: 2026-05-17
Orden de Trabajo		Calificación:

GENERÓ: Jhenifer Hidalgo	RESPONSABLE: Germán Once
DURACIÓN ESTIMADA: 00:30:00	NOTAS:

ACTIVOS

DESCRIPCIÓN: Máquina enderezadora y cortadora de alambre GMAX Machinery JZ3 JZDK2D24123068 { LP-END-ECA-01 }

UBICADO EN Ó ES PARTE DE: // ÁREA DE ENDERAZO/ **CLASIFICACIÓN 1:**

TIPO: **CLASIFICACIÓN 2:**

PRIORIDAD: Alta **CENTRO DE COSTO:**

CÓDIGO DE BARRAS / NFC:

TAREAS PLANIFICADAS

DESCRIPCIÓN: Sistema de seguridad: Prueba funcional de resguardos, enclavamientos y paros; reposición inmediata de elementos defectuosos.

FECHA PROGRAMADA: 2026-05-18	FECHA Y HORA DE INICIO: _____
TIPO DE TAREA: Tarea preventiva	FECHA Y HORA DE FINALIZACIÓN: _____
PRIORIDAD: Alta	DURACIÓN ESTIMADA: 00:30:00
ACTIVADOR: Fecha Cada 1 Día(s)	TIEMPO DE EJECUCIÓN: 00:00:00
CLASIFICACIÓN 1:	TIEMPO REAL DE PARO DEL ACTIVO: 00:30:00
CLASIFICACIÓN 2:	

Aceptado Por	Validado Por	Realizado Por

Realizado con www.fractal.com
Pág 1 - 1
Todos los derechos reservados

Figura 53. Ejemplo de orden de trabajo generada por el sistema GMAO.

La utilización de órdenes de trabajo digitales permitirá fortalecer el control documental de mantenimiento y, por ende, mejora la trazabilidad de las actividades preventivas planteada para cada uno de los activos del área de producción de colchones de Lamitex. En este sentido, la trazabilidad generada mediante el sistema GMAO permitirá:

- El registro de las intervenciones efectuadas.

- El control de los tiempos de ejecución.
- Evaluar el plan de mantenimiento preventivo.
- Analizar el comportamiento operativo de los activos.

Además, la información generada en el sistema GMAO, permitirá el fortalecimiento de futuras mejoras relacionadas al mantenimiento preventivo. Es importante mencionar que el mismo proceso se aplica para la totalidad de activos analizados.

Una vez que se haya asignado una tarea de mantenimiento el personal encargado realizará la intervención correspondiente, registrando su inicio y fin como se puede observar en la Figura 54, donde se simula el inicio de una actividad de mantenimiento.

The screenshot displays the GMAO system interface for recording the start of a maintenance activity. At the top, a navigation bar shows a back arrow, the title 'Máquina automática de embalaje de colch...', and a calendar icon. Below this is a horizontal menu with four options: 'Tarea' (selected), 'SubTareas', 'Recursos', and 'Adjuntos'. The main content area is divided into several sections:

- Tiempo**: A table-like section showing estimated and actual times.

Duración Estimada:	00:48:00
Fecha inicial:	2026-05-21 15:44:30
Fecha Final:	—
Tiempo de Ejecución:	00:00:00
Tiempo Estimado de Paro del Ac...	00:00:00
- Tiempo Real de Paro del Activo**: A text input field containing '000:00'.
- Activador**: A section with the label 'Fecha Cada 1 Día(s)'.
- Hallazgos**: A section with a checkbox and the text '¿Se ha identificado algún hallazgo que desee reportar?'. An information icon (i) is located to the right.
- Actividad en Curso**: A status bar at the bottom showing '00:06:49'.

 At the bottom of the interface are two large buttons: 'Parar' (with a stop icon) and 'Pausar' (with a pause icon).

Figura 54. Registro del inicio de una intervención en el sistema GMAO.

Luego de haber terminado la intervención, el personal encargado deberá finalizar la orden de trabajo, colocando su rúbrica en el modelo GMAO, como se puede observar en la Figura 55.



Figura 55. Reporte de tarea finalizada en el sistema GMAO.

A la par en la plataforma GMAO, se registrará de forma automática el avance de las OT generadas, como lo muestra la Figura 56.

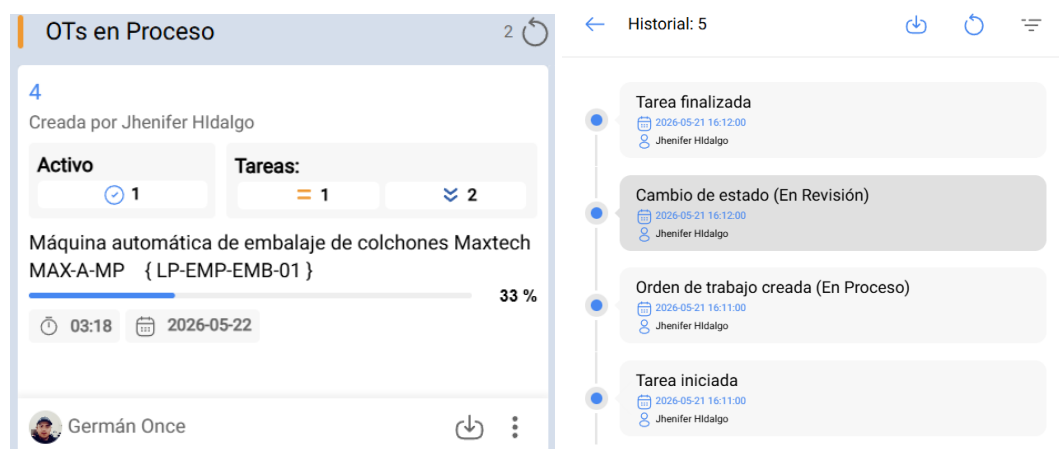


Figura 56. Avance una OT en el sistema GMAO.

Posteriormente, al finalizar las intervenciones quedan registradas en la plataforma como se indica en la Figura 57.

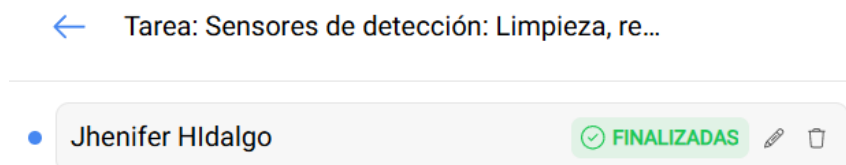


Figura 57. Intervención (OT) finalizada en el sistema GMAO.

De esta manera en la plataforma GMAO se podrán visualizar las tareas pendientes (si órdenes de trabajo generadas), órdenes de trabajo en proceso, OT's en revisión y OT's finalizadas, como se presenta en las Figura 58 y 59.

☐	ID de Orden de Trabajo	Estado	Código	Activo	Fuera de servicio
☐	5	● Finalizadas	LP-EMP-EMB-01	Máquina automática de embalaje de colcho...	No
☐ 	4	● En Proceso	LP-EMP-EMB-01	Máquina automática de embalaje de colcho...	No
☐ 	4	● En Proceso	LP-EMP-EMB-01	Máquina automática de embalaje de colcho...	No
☐ 	4	● En Proceso	LP-EMP-EMB-01	Máquina automática de embalaje de colcho...	No
☐	3	● En Revisión	LP-END-ECA-01	Máquina enderezadora y cortadora de alam...	No
☐ 	2	● En Proceso	LP-END-ECA-01	Máquina enderezadora y cortadora de alam...	No

Figura 58. Estado de las OT's el sistema GMAO.

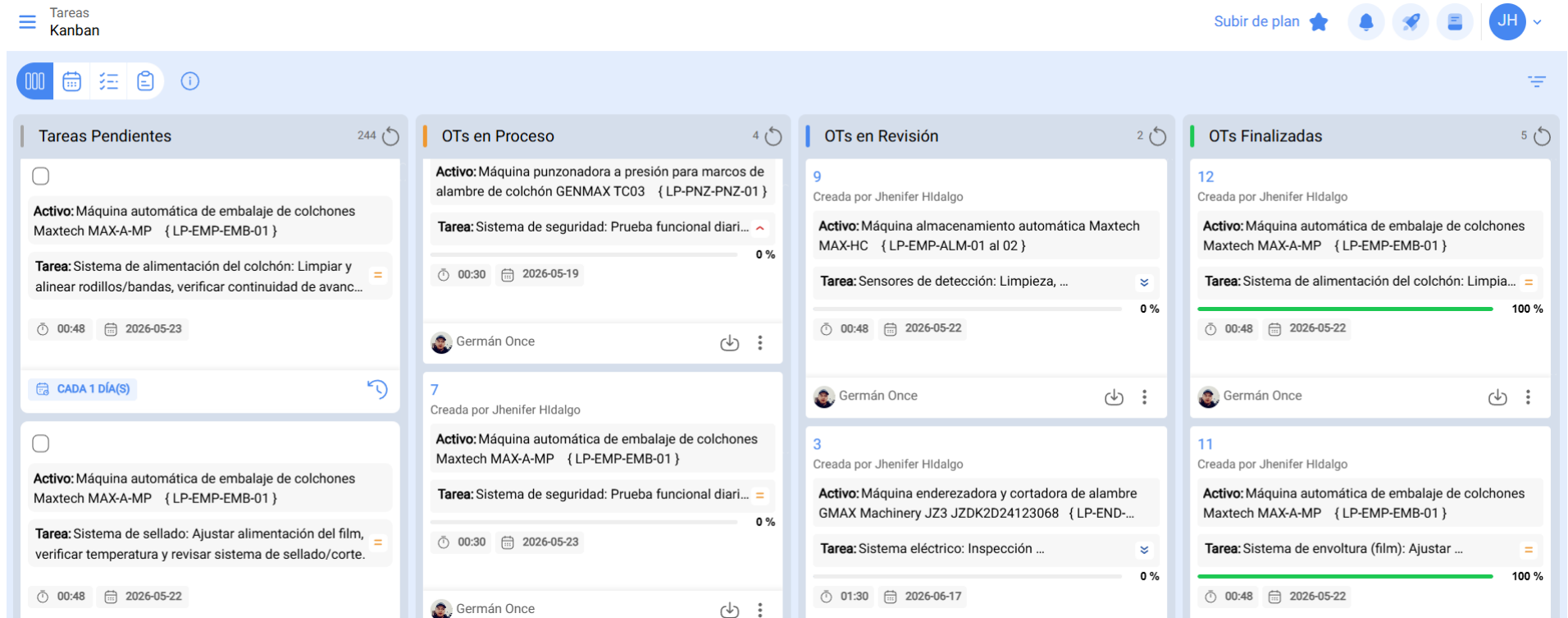


Figura 59. Dashboard de OT el sistema GMAO.

Finalmente, el sistema GMAO desarrollado en Fractal One, permite la visualización de indicadores útiles para la gestión del mantenimiento como se puedes apreciar en la Figura 60 para lo cual se ha simulado la ejecución y finalización de ciertas tareas de mantenimiento con el fin de poder visualizar los resultados.

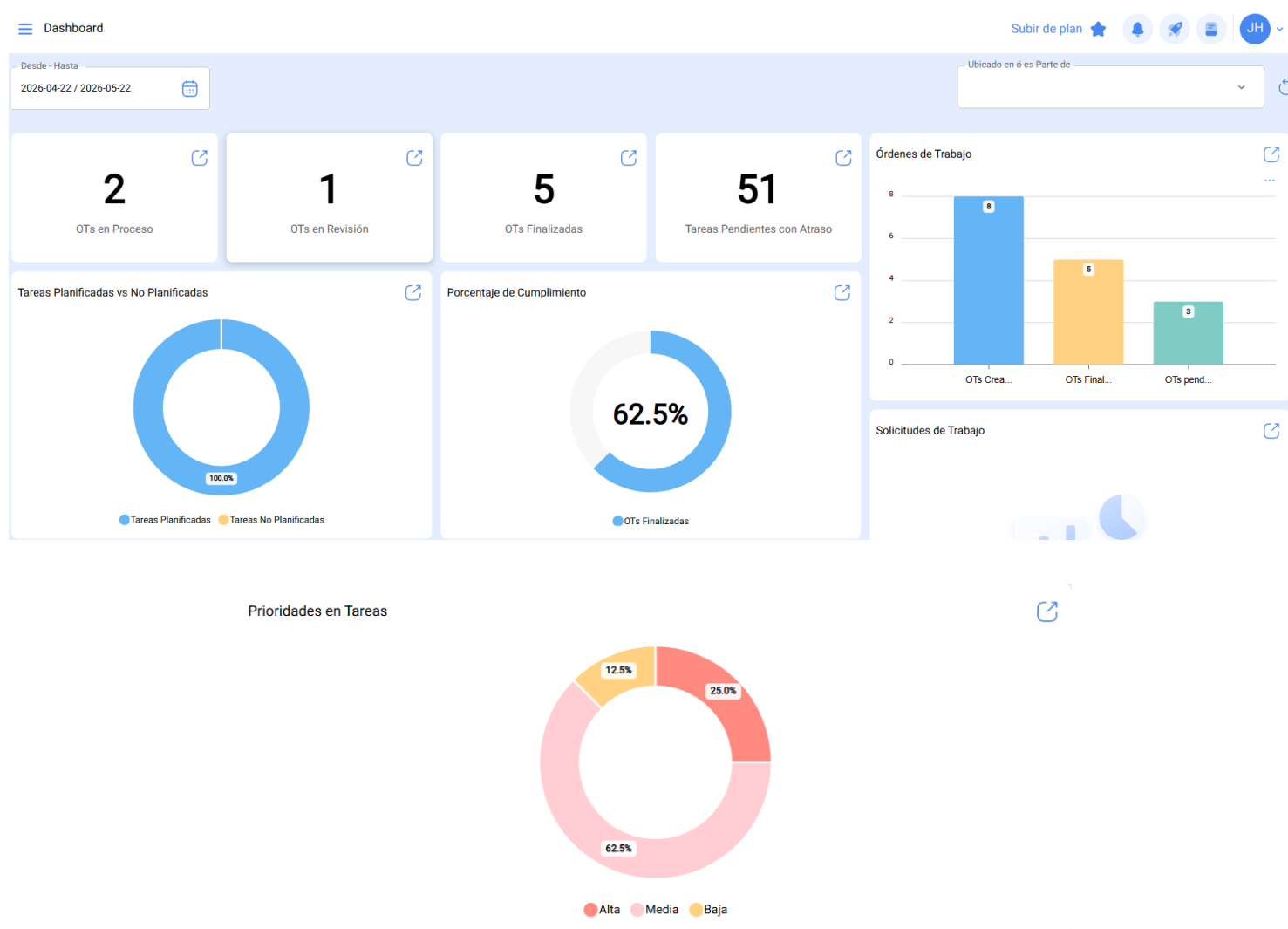


Figura 60. Dashboard de indicadores el sistema GMAO.

a. Resultados esperados del modelo

Con la implementación del modelo GMAO propuesto se logrará fortalecer la gestión del mantenimiento preventivo a través de la organización digital de los equipos, programación estructurada de las intervenciones y garantizar su trazabilidad. En la actualidad, la gestión de mantenimiento en Lamitex se rige por actividades correctivas, limitada planificación preventiva y la ausencia de registros históricos. Bajo este contexto, el modelo planteado permitirá que la empresa disponga de una estructura organizada para el control y seguimiento de las intervenciones de mantenimiento industrial.

Uno de los principales resultados que se esperan con la implementación del modelo propuesto corresponde a la mejora en la planificación de las acciones e intervenciones preventivas, pues el sistema GMAO permitirá la programación de actividades mediante la definición de frecuencias de acuerdo con el nivel de criticidad de los componentes, condiciones operativas y resultados de las matrices AMEF.

Por otra parte, otro resultado esperado es la reducción significativa y progresiva de las intervenciones correctivas no planificadas, debido a que el modelo propuesto permitirá controlar las acciones relacionadas con la inspección, ajuste, lubricación y verificación de los componentes de los equipos. Por lo tanto, entre los principales resultados esperados del modelo planteado se consideran:

- Organización digital de los equipos del área de producción de colchones de Lamitex.
- Programación sistemática del mantenimiento preventivo.
- Generación de órdenes de trabajo preventivas de forma digital.
- Reducción progresiva del mantenimiento no planificado y correctivo.
- Mejora en el control documental del mantenimiento.
- Seguimiento operativo de las intervenciones preventivas.
- Disponibilidad de indicadores de mantenimiento.

CAPÍTULO IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El diagnóstico de la situación actual del área de producción de colchones de la empresa Lamitex permitió evidenciar que la gestión del mantenimiento de la organización se ejecuta bajo un enfoque correctivo predominante, caracterizado por el desarrollo y ejecución de actividades no planificadas, limitada programación preventiva y ausencia de registros estructurados para generar datos históricos. Mediante el levantamiento de la información se evidenció que los activos no disponen de historiales de fallas, tiempo de reparación, ni controles de las intervenciones, dificultando en su totalidad el seguimiento del comportamiento de los equipos.
- A través de la Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo (MCCR) se evaluaron una totalidad de 27 equipos industriales del área de producción de colchones, clasificando a los activos por su nivel de criticidad alta, media y baja según su impacto operativo dentro de la línea de producción. Los resultados muestran que existen 6 activos críticos (criticidad alta), debido a su influencia directa sobre la continuidad operativa, calidad del producto final y tiempo de parada operativa, entre ellos: la máquina enderezadora y cortadora de alambre, la máquina de resorte de bolsillo, máquina digital de ensamble de muelle, la planta horizontal de espumado, la máquina cerradora de borde y la línea automática de pegamento termofusible. No obstante, el plan de mantenimiento preventivo no solo se limitó a estos activos, sino que contempló las actividades de mantenimiento para la totalidad de activos evaluados, con el fin de estructurar una propuesta integral para fortalecer el mantenimiento de los activos de Lamitex.
- El desarrollo del análisis AMEF permitió identificar los principales modos de fallas asociados a cada uno de los componentes de los activos y establecer acciones preventivas de mantenimiento, de esta manera se logró determinar que alrededor del 40.70% de los activos analizados requieren intervenciones

de mantenimiento preventivo de forma inmediata para mitigar o abordar los modos de falla con alta severidad, pues al menos uno de sus componentes presenta un valor NPR mayor o igual a 180. De esta manera, el análisis permitió definir intervenciones basadas en la inspección técnica, limpieza, ajuste, lubricación y verificación periódica de los componentes de cada uno de los equipos.

- El plan de mantenimiento preventivo propuesto permitió estructurar sistemáticamente las acciones preventivas para la totalidad de los equipos evaluados del área de producción, debido a que no existe ningún plan de mantenimiento organizacional. Mediante el plan de mantenimiento propuesto se establecieron las frecuencias de intervención, responsables de ejecución, tiempos estimados y recursos necesarios para el desarrollo de las actividades, con el propósito de mejorar el control operativo de los activos industriales de la empresa.
- La evaluación comparativa de sistemas GMAO permitió analizar alternativas como MaintainX, UpKeep, Odoo Maintenance y Fractal One, con respecto a criterios ligados a la gestión de activos, programación de las intervenciones, trazabilidad, órdenes de trabajo, escalabilidad y facilidad de uso. Los resultados respaldaron a Fractal One alcanzando un puntaje total de 4.70 de 5.00, debido a que facilita la promoción preventiva, la trazabilidad e historial del mantenimiento, seleccionando de esta manera una plataforma alineada a los requerimientos del modelo propuesto.
- Finalmente, la propuesta del modelo GMAO planteada permitió la estructuración digital para la gestión del mantenimiento preventivo, a través de la configuración de los equipos industriales de Lamitex, programación de actividades y generación de órdenes de trabajo encaminadas al control y seguimiento operativo de las acciones e intervenciones. Del mismo modo, el modelo propuesto permitirá la generación progresiva del historial técnico de los activos, mejorará la trazabilidad de las intervenciones, fortaleciendo la planificación, organización y control de las acciones del mantenimiento preventivo de los activos del área de producción de Lamitex.

4.2 Recomendaciones

- Implementar de forma progresiva el modelo GMAO propuesto, con el propósito de fortalecer el control y seguimiento del mantenimiento preventivo y de cada de las intervenciones planteadas.
- Ejecutar de forma periódica las actividades del plan de mantenimiento preventivo, con el objetivo de reducir la ocurrencia de fallas o paradas no programadas y mejorar la disponibilidad de los equipos del área de producción de colchones.
- Capacitar al personal operativo y de mantenimiento en el uso del sistema GMAO, así como en la ejecución correcta de las intervenciones propuestas, para fortalecer el control documental, así como la trazabilidad de las intervenciones y el cumplimiento de las órdenes de trabajo.
- Realizar revisiones periódicas de las matrices de criticidad y AMEF, para contemplar los cambios o condiciones operativas que puedan suscitarse, según el comportamiento de los activos, con el fin de actualizar las prioridades de mantenimiento y sus intervenciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. Carrión, L. Tarrillo, and A. Para Correspondencia, “Mantenimiento Preventivo en América Latina: Un análisis comparado de principios, metodologías y aplicaciones,” *Revista Científica Pakamuros*, vol. 13, no. 2, pp. 96–106, Jun. 2025, doi: 10.37787/FC5B9P52.
- [2] I. J. O., “Impact of Preventive Maintenance Practices on Productivity,” *British Journal of Management and Marketing Studies*, vol. 8, no. 1, pp. 118–137, Feb. 2025, doi: 10.52589/BJMMS-QRMKXG9R.
- [3] J. A. León-Duarte, G. F. Martínez-Cadena, J. A. León-Duarte, and G. F. Martínez-Cadena, “Development of a vehicle maintenance plan supported by a computer assisted management system,” *Información tecnológica*, vol. 35, no. 1, pp. 23–32, Feb. 2024, doi: 10.4067/S0718-07642024000100023.
- [4] J. L. Valencia Jarama, V. H. Ortiz Moscoso, R. Rashuaman Flores, J. L. Valencia Jarama, V. H. Ortiz Moscoso, and R. Rashuaman Flores, “Tendencias actuales en mantenimiento productivo total,” *e-Revista Multidisciplinaria del Saber*, vol. 2, pp. 1–12, Aug. 2024, doi: 10.61286/E-RMS.V2I.60.
- [5] J. West, M. Siddhpura, A. Evangelista, and A. Haddad, “Improving Equipment Maintenance—Switching from Corrective to Preventative Maintenance Strategies,” *Buildings*, vol. 14, no. 11, p. 3581, Nov. 2024, doi: 10.3390/buildings14113581.
- [6] O. Giraldo Colmenares and D. E. Villalobos, “Prospectiva metodológica para el mantenimiento preventivo,” *Ingenium Revista de la facultad de ingeniería*, vol. 15, no. 30, p. 23, Aug. 2014, doi: 10.21500/01247492.1355.
- [7] T. E. Ribeiro Alves and C. A. Amaya Guío, “Modelo de toma de decisión para materiales de mantenimiento, reparación y operaciones (MRO),” *Ciencia y Poder Aéreo*, vol. 17, no. 1, pp. 67–80, Apr. 2022, doi: 10.18667/CIENCIAYPODERAEREO.722.
- [8] J. Antonio Echeverría, R. I. Torres-Sainz, L. I. María Pérez-Vallejo, C. I. Alberto Trinchet-Varela, R. I. Pérez-Rodríguez, and J. E. de la Rosa III,

- “Criterios de criticidad y complejidad para la toma de decisiones de mantenimiento: una revisión de la literatura,” *Ingeniería Mecánica*, vol. 27 (2), pp. 1–12, Jun. 2024, Accessed: Nov. 17, 2025. [Online]. Available: <https://ingenieriamecanica.cujae.edu.cu>
- [9] P. Salas *et al.*, “Gestión efectiva del mantenimiento industrial en las PYMEs: retos y soluciones Effective management of industrial maintenance in SMEs: challenges and solutions,” *Ciencia e Ingeniería*, vol. 45, no. 1, pp. 59–70, Dec. 2023, Accessed: Nov. 17, 2025. [Online]. Available: <http://erevistas.saber.ula.ve/index.php/cienciaeingenieria/article/view/19518>
- [10] M. Molero, “Factores que afectan la productividad en proyectos de mantenimiento mayor de la industria petrolera,” *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, vol. 23(1), pp. 18–29, 2024.
- [11] C. J. L. Sáenz, “Propuesta de un plan de Mantenimiento Preventivo y Correctivo.: Línea de Investigación Currículo formación e innovación pedagógica,” *Revista Científica CIENCIAEDUC*, vol. 7, no. 2, pp. 15–15, 2024, Accessed: Nov. 17, 2025. [Online]. Available: <https://saber.unerg.edu.ve/index.php/cienciaeduc/article/view/438>
- [12] R. Medina, “Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros,” *Revista de Investigación en Ciencias de la Administración ENFOQUES*, vol. 6, no. 21, pp. 37–49, 2022, doi: 10.33996/revistaenfoques.v6i21.124.
- [13] Md. Nuruzzaman, “A systematic review of preventive maintenance strategies in advanced manufacturing and medical device industries ,” *ASRC Procedia: Global Perspectives in Science and Scholarship*, vol. 2, no. 1, pp. 01–28, Jan. 2022, doi: 10.63125/5pkbrk10.
- [14] A. M. Badiea, A. A. Adel, and H. A. Aamer, “Effect of Preventive Maintenance on the Production Line Machines and Systems Reliability: Case Study,” *Current Journal of Applied Science and Technology*, vol. 39, no. 11, pp. 58–65, May 2020, doi: 10.9734/cjast/2020/v39i1130648.

- [15] S. Tejada, S. Valdez, O. Yildiz, R. Salas-Castro, and J. C. Alvarez, “A Data-Driven Lean Manufacturing Framework for Enhancing Productivity in Textile Micro-Enterprises,” *Sustainability* 2025, Vol. 17, Page 5207, vol. 17, no. 11, p. 5207, Jun. 2025, doi: 10.3390/SU17115207.
- [16] R. C. Rodrigues, H. Sousa, and I. A. Gondim, “SMARTS-Based Decision Support Model for CMMS Selection in Integrated Building Maintenance Management,” *Buildings* 2023, Vol. 13, Page 2521, vol. 13, no. 10, p. 2521, Oct. 2023, doi: 10.3390/BUILDINGS13102521.
- [17] Rupali Eknath Pandarkar and Prof. Dr. Brijendra Gupta, “A Comprehensive Review of Computerized Maintenance Management Systems (CMMS),” *International Journal of Advanced Research in Science, Communication and Technology*, pp. 572–596, Oct. 2025, doi: 10.48175/IJARSCT-29271.
- [18] J. A. C. Luna, M. M. Herrera, E. P. Cruz, and V. V. Santos, “Application of RCM and FMEA Methodology to Improve Industrial Maintenance Management: A Case Study of Fibers for Mattresses,” *Industrial Engineering Letters*, vol. 12, no. 1, pp. 33–41, Jan. 2022, doi: 10.7176/IEL/12-1-04.
- [19] Plant Engineering, “Mattress company adopts Lean system,” *Lean Maintenance*. Accessed: Nov. 16, 2025. [Online]. Available: <https://www.plantengineering.com/mattress-company-adopts-lean-system/#:~:text=The%2022,Purple%E2%80%99s%20L2L%20Maintenance%20rollout%20include>
- [20] A. Khalili, M. Y. Ismail, and M. A. Ruzman, “Planned preventive maintenance effects on overall equipment effectiveness: a case study in Malaysian industry,” *International Journal of Productivity and Quality Management*, vol. 38, no. 3, pp. 332–360, 2023, doi: 10.1504/IJPQM.2023.129614.
- [21] S. Dutta and N. S. K. Reddy, “Adaptive and noncyclic preventive maintenance to augment production activities,” *J. Qual. Maint. Eng.*, vol. 27, no. 1, pp. 92–106, Feb. 2021, doi: 10.1108/JQME-03-2018-0017.
- [22] M. P. Portillo, V. H. Castillo Pérez, J. De La, and R. Rodríguez, “Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la

- confiabilidad de las máquinas,” *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 12, no. 24, p. 361, Jun. 2022, doi: 10.23913/RIDE.V12I24.1218.
- [23] C. A. Montilla Montaña, *Fundamentos de mantenimiento industrial*. Universidad Tecnológica de Pereira, 2016. doi: 10.22517/9789587224092.
- [24] J. S. Guillen-Sanchez and A. M. D.- Paucar, “Mantenimiento productivo total en la eficiencia productiva de las empresas industriales: una breve revisión de literatura,” *SIGNOS, investigación en sistemas de gestión*, vol. 16, no. 1, Jan. 2024, doi: 10.15332/24631140.8807.
- [25] L. Shankar, C. D. Singh, and R. Singh, “Challenges and solutions for implementing computerized maintenance management system in manufacturing industries,” *ShodhKosh: Journal of Visual and Performing Arts*, vol. 5, no. 1, pp. 37-50–37–50, Jun. 2024, doi: 10.29121/SHODHKOSH.V5.I1.2024.3282.
- [26] A. : Geordanis, M. Revé, C. Guantánamo, and M. G. Guevara, “Sistemas de Gestión de Mantenimiento: Dos Miradas Distintas de una Misma Realidad”, doi: 10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2024.9.34.9.197-218.
- [27] C. S. Arroyo Vaca and R. F. Obando Quito, “Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos,” *E-IDEA Journal of Engineering Science*, Jun. 2022, doi: 10.53734/esci.vol4.id240.
- [28] C. Parra and A. Crespo Marquez, “Métodos de Análisis de Criticidad y Jerarquización de Activos,” 2019. doi: 10.13140/RG.2.2.21197.87524.
- [29] C. Parra *et al.*, “Matriz de Criticidad Cualitativa de Riesgo (MCCR) aplicada en una línea de producción de envases biodegradables,” *Revista de Ativos de Engenharia*, vol. 3, no. 2, pp. 21–36, Apr. 2026, doi: 10.29073/RAE.V3I2.969.
- [30] J. González Sosa and E. Ávila Soler, “Análisis de criticidad para el mantenimiento en equipos de soldadura en una Universidad Mexicana,” *Revista Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias*, vol. 8, no. 30, pp. 43–60, Jun. 2023, doi: 10.54139/RIIANT.V8I30.480.

- [31] N. Nolan and O. McDermott, "Failure mode effect analysis use and limitations in medical device risk management," *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, vol. 11, no. 1, p. 100439, Mar. 2025, doi: 10.1016/J.JOITMC.2024.100439.
- [32] A. P. Subriadi and N. F. Najwa, "The consistency analysis of failure mode and effect analysis (FMEA) in information technology risk assessment," *Heliyon*, vol. 6, no. 1, p. e03161, Jan. 2020, doi: 10.1016/J.HELIYON.2020.E03161.
- [33] L. Ciani, G. Guidi, and G. Patrizi, "A Critical Comparison of Alternative Risk Priority Numbers in Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis," *IEEE Access*, vol. 7, pp. 92398–92409, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2019.2928120.
- [34] E. Ullah, M. M. Baig, H. GholamHosseini, and J. Lu, "Failure mode and effect analysis (FMEA) to identify and mitigate failures in a hospital rapid response system (RRS)," *Heliyon*, vol. 8, no. 2, p. e08944, Feb. 2022, doi: 10.1016/J.HELIYON.2022.E08944.
- [35] H. Díaz and C. G. Soares, "Failure mode identification and effect analysis of offshore wind turbines and substations," *Proceedings in Marine Technology and Ocean Engineering*, vol. 2021, pp. 444–468, 2021, doi: 10.1201/9781003134572-51.
- [36] M. J. Ershadi and M. M. Ershadi, "Implementation of failure modes and effects analysis in detergent production companies: A case study," *Environmental Quality Management*, vol. 27, no. 3, pp. 89–95, Mar. 2018, doi: 10.1002/TQEM.21531.
- [37] J. G. Cholota Chaglla, "Desarrollo de un Plan de Mantenimiento Preventivo para los equipos y maquinaria de la empresa Carrocerías Altamirano de la ciudad de Ambato," Tesis de Pregrado, Universidad Técnica de Ambato, Ambato, 2024.
- [38] Ministerio del Trabajo, "Anexo 3: Norma Técnica en Seguridad e Higiene del Trabajo," Quito, 2024.
- [39] Instituto Ecuatoriano de Normalización, "INEN-ISO 3864: Símbolos gráficos. Colores de seguridad y señales de seguridad," Quito, 2013.

- [40] C. E. Hinostroza Jahuana, “Aplicación de la ISO 45001 en la mejora de la Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en el Marco de la Ley N° 29783 en las empresas metalmecánicas,” *Revista del Instituto de investigación de la Facultad de minas, metalurgia y ciencias geográficas*, vol. 25, no. 49, pp. 199–209, Jun. 2022, doi: 10.15381/IIGEO.V25I49.23002.
- [41] INEN, “NTE INEN 1154 Iluminación Natural de Edificios para Fabricas.” Accessed: May 17, 2026. [Online]. Available: <https://pdfcoffee.com/qdownload/nte-inen-1154-iluminacion-natural-de-edificios-para-fabricas-pdf-free.html>
- [42] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, *Metodología de la Investigación*, Sexta. México: McGraw-Hill Education, 2014.
- [43] A. H. Nithin, M. Hobbs, S. Sriramula, and Y. Sripada, “An approach to improve asset maintenance and management priorities using machine learning techniques,” *Safety and Reliability*, vol. 41, no. 3, pp. 151–169, 2022, doi: 10.1080/09617353.2022.2142011.
- [44] L. English, A. Yunusa-Kaltungo, M. Kidd, and A. Labib, “Development of a complementary framework for implementing asset register solutions,” *Engineering Reports*, vol. 4, no. 6, p. e12493, Jun. 2022, doi: 10.1002/eng2.12493.
- [45] F. Beniacoub, F. Ntwari, J. P. Niyonkuru, M. Nyssen, and S. Van Bastelaere, “Evaluating a computerized maintenance management system in a low resource setting,” *Health Technol. (Berl)*, vol. 11, no. 3, p. 655, May 2021, doi: 10.1007/s12553-021-00524-y.
- [46] L. I. Saraiba-Núñez, Y. Arbella-Feliciano, M. R. Moreno-Pino, and R. Torres-Sainz, “La gestión del mantenimiento acorde a la criticidad de los activos,” *Ciencias Holguín*, vol. 29, no. 2, 2023, Accessed: Apr. 07, 2026. [Online]. Available: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181574886002>
- [47] M. Jasiulewicz-kaczmarek, K. Antosz, P. Żywica, D. Mazurkiewicz, B. Sun, and Y. Ren, “Framework of machine criticality assessment with criteria

- interactions,” *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, vol. 23, no. 2, pp. 207–220, Jun. 2021, doi: 10.17531/EIN.2021.2.1.
- [48] O. A. Malafeyev, N. D. Redinskikh, S. A. Nemnyugin, I. D. Kolesin, and I. V. Zaitseva, “Preventive Equipment Repair Planning Model,” Nov. 2018, Accessed: May 16, 2026. [Online]. Available: <https://arxiv.org/pdf/1811.05698>
- [49] C. Redrobán, A. Tenicota García, E. F. Calderón Freire, C. Redrobán, A. Tenicota García, and E. F. Calderón Freire, “Factores de riesgos y severidad de sus consecuencias en la operación y mantenimiento de equipos de industrias manufactureras ecuatorianas,” *FIGEMPA: Investigación y Desarrollo*, vol. 13, no. 1, pp. 1–12, Jan. 2022, doi: 10.29166/REVFIG.V13I1.2913.
- [50] S. J. Kwon, S. W. Choi, and E. B. Lee, “Hazard Identification and Risk Assessment During Simultaneous Operations in Industrial Plant Maintenance Based on Job Safety Analysis,” *Sustainability 2024, Vol. 16*, vol. 16, no. 21, Oct. 2024, doi: 10.3390/SU16219277.
- [51] MaintainX, “MaintainX - Manage your Maintenance and Operations.” Accessed: May 15, 2026. [Online]. Available: <https://www.getmaintainx.com/?utm>
- [52] UpKeep, “Maintenance Management Solutions for Every Industry & Role.” Accessed: May 17, 2026. [Online]. Available: <https://upkeep.com/es/maintenance-software-for/>
- [53] Odoo, “Mantenimiento de Odoo.” Accessed: May 17, 2026. [Online]. Available: <https://www.odoo.com/es/app/maintenance>
- [54] Fracttal One, “El software que eligen los líderes de mantenimiento.” Accessed: May 17, 2026. [Online]. Available: <https://www.fracttal.com/es/fracttal-one>

ANEXOS

Anexo A. Resultados del análisis AMEF de los activos.

En el siguiente enlace se pueden observar los resultados del análisis AMEF de los activos del área de producción de colchones de Lamitex.

Enlace A1: [Análisis AMEF de los activos de Lamitex](#)

Anexo B. Plan de mantenimiento preventivo.

El Enlace B1, muestra el Plan de mantenimiento preventivo propuesto para los activos del área de producción de colchones de Lamitex.

Enlace B1: [Plante de mantenimiento preventivo Lamitex](#)

Anexo C. Cronograma de intervenciones de mantenimiento preventivo.

El Enlace C1, presenta el Cronograma de mantenimiento preventivo propuesto para la ejecución de las intervenciones en el área de producción de Lamitex.

Enlace C1: [Cronograma de mantenimiento preventivo Lamitex](#)