

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA
ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

PROYECTO DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR GRADO DE LICENCIATURA

PROYECTO:

Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento en Industria Salqui Limitada de Cartago S.A.

ÁREA DE CONOCIMIENTO:

Área de gestión

REALIZADO POR:

Luis Enrique Castro Rodríguez

1 SEMESTRE 2025



**Carrera evaluada y acreditada por:
Agencia de Acreditación de programas de Ingeniería y de Arquitectura**

Profesor guía:

Ing. Francisco Bonilla Guido

Asesor industrial:

Sergio Barrantes Ureña

Tribunal examinador:

Ing. Luis Gómez Gutiérrez

Ing. Manuel Centeno López

Datos personales

Nombre completo: Luis Enrique Castro Rodríguez

Número de cédula: 117980908

Número de carné: 2019061834

Números de teléfono: +506 60680925

Correos electrónicos: luisenriquecr27@estudiantec.cr y luisenriquecr27@hotmail.com

Dirección exacta de domicilio: Avenida 1, Calle 1, Santo Domingo de Heredia, Costa Rica.

Datos de la Empresa

Nombre: Industria Salqui Limitada de Cartago S.A.

Actividad Principal: Fabricación y distribución de embutidos y productos cárnicos.

Dirección: 600 metros este de la estación de pesaje, Provincia de Cartago, Ochomogo, 30104.

Contacto: Sergio Barrantes Ureña, Gerente de Operaciones de Industria Salqui.

Teléfono: +506 8358-5252

Carta de aceptación de la Empresa

27 de setiembre, 2024

Cartago, Costa Rica

Señor:

Ing. Sebastián Mata Ortega

Coordinador Trabajo Final de Graduación

Escuela de Ingeniería Electromecánica, Tecnológico de Costa Rica

Estimado señor:

Respetuosamente le saludo y a la vez comunico la aceptación de parte de **Industria Salqui Limitada de Cartago S.A.** para que el estudiante **Luis Enrique Castro Rodríguez**, número de cédula **1-1798-0908** y carné **2019061834** realice su proyecto de graduación para optar por el grado de **Licenciatura en Ingeniería en Mantenimiento Industrial del TEC** y que lleva como nombre **Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento en Industria Salqui Limitada de Cartago S.A.**

La propuesta del proyecto del estudiante Luis Enrique Castro Rodríguez busca analizar el método de la gestión de mantenimiento actual, procurando mejoras y desarrollando un marco estructurado para el mantenimiento de los activos de la empresa; además de desarrollar un prototipo de monitoreo y diagnóstico en tiempo real para el equipo más crítico. Esto con el fin de establecer estrategias que le agreguen valor al negocio y que sirvan como herramienta gerencial en la toma de decisiones.

Por lo que Industria Salqui y mi persona Sergio Barrantes Ureña, otorga la aprobación para que el estudiante Luis Enrique Castro Rodríguez realice su proyecto final de graduación en la empresa.

Este puede realizarse sin necesidad de confidencialidad; se solicita y agradece una vez finalizado, remitir una copia del documento final.

Cordialmente se despide,



Sergio Barrantes Ureña

Gerente Operaciones Industria Salqui

Correo: sbarrantes@salqui.com

Celular: 8358-5252



Dedicatoria

A mi familia, que ha sido un pilar esencial en mi crecimiento tanto personal como profesional.

A mi padre, quien con el paso del tiempo me ha enseñado el valor del esfuerzo y la constancia.

A mi madre, por demostrarme, día a día, la incondicionalidad y la fuerza del amor de madre.

A mi hermana, mi compañera desde que tenía ocho años, por estar siempre a mi lado.

Y a mi tía Mare, por ser una guía y consejera invaluable en cada etapa de mi camino.

Gracias por estar presentes, por creer en mí y por ser parte de este logro.

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mi familia, por su apoyo incondicional a lo largo de todos estos años; su acompañamiento ha sido fundamental para alcanzar esta meta.

A mis amigos cercanos, por estar a mi lado en los momentos más difíciles y por brindarme siempre palabras de aliento.

A mis compañeros de Costa Rica y de España, quienes contribuyeron significativamente a mi crecimiento tanto profesional como académico.

Agradezco profundamente al Instituto Tecnológico de Costa Rica por brindarme las oportunidades que han marcado mi formación y por permitirme desarrollarme en un ambiente de excelencia.

A la empresa Salqui Limitada y a todo su personal, por abrirme las puertas y confiar en mí para llevar a cabo este proyecto. Gracias por permitirme aplicar mis conocimientos en un entorno real y desafiante.

De forma especial, al ingeniero Sergio Barrantes, por su guía, apoyo y mentoría durante todo el proceso dentro de la empresa.

Al profesor Francisco Bonilla, por su valiosa orientación y acompañamiento académico durante la ejecución de este proyecto.

A todos ustedes, gracias por formar parte de este camino.

Índice general

Datos personales	II
Datos de la Empresa	II
Carta de aceptación de la Empresa	III
Dedicatoria.....	IV
Agradecimientos	V
Resumen	1
Abstract.....	2
1 Introducción.....	3
1.1 Introducción.....	3
1.2 Reseña de la empresa.....	4
1.2.1 Misión.....	4
1.2.2 Visión	4
1.3 Antecedentes.....	4
1.3.1 Antecedentes teóricos	4
1.3.2 Antecedentes experimentales	6
1.4 Planteamiento del problema	8
1.5 Objetivos.....	10
1.5.1 Objetivo general	10
1.5.2 Objetivos específicos.....	10
1.6 Justificación	10
1.7 Alcance	12
1.8 Viabilidad	13
1.9 Administración del riesgo.....	14
1.10 Metodología.....	16
1.11 Cronograma	18
2 Marco teórico.....	19
2.1 Mantenimiento.....	19

2.2	Modelo de gestión de mantenimiento.....	20
2.3	Cuadro de Mando Integral.....	23
2.3.1	Indicadores.....	24
2.4	Mantenimiento basado en fiabilidad (RCM).....	27
2.5	Análisis de modos de fallas sus efectos (AMFE).....	28
2.5.1	Pasos y criterios para la elaboración del AMFE.....	29
2.5.1.2	Falla funcional.....	29
2.6	Análisis de criticidad.....	30
2.7	Diagrama de Pareto.....	32
2.8	Tipos de mantenimiento.....	35
2.8.1	Mantenimiento correctivo.....	35
2.8.2	Mantenimiento preventivo.....	36
2.8.3	Mantenimiento circunstancial.....	37
2.8.4	Mantenimiento predictivo.....	37
2.9	Normativa COVENIN 2500-93.....	37
2.9.1	Escala de medición.....	40
2.10	Análisis financiero.....	40
2.10.1	Valor Actual Neto (VAN).....	41
2.10.2	Tasa Interna de Rendimiento (TIR).....	41
2.10.3	Beneficio-costos (RBC).....	42
2.10.4	Criterios de aceptación.....	43
2.10.5	Criterios de rechazo.....	43
3	Conocimiento de la organización y del contexto operativo.....	45
4	Diagnóstico y análisis de la gestión de mantenimiento de la empresa.....	50
4.1	Resultados Obtenidos de la Auditoría COVENIN.....	50
4.2	Análisis de los resultados de la Auditoría COVENIN.....	53
4.2.1	Análisis de Resultados por criterio.....	53
4.2.2	Resumen de análisis de resultados.....	67

5	Propuesta del modelo de gestión de mantenimiento para Salqui	69
5.1	Normativas	71
5.2	Planificación	71
5.3	Procesos de soporte	72
5.4	Ejecución de mantenimiento	73
5.5	Control y mejora.....	77
5.6	Requisitos y satisfacción	78
5.7	Estrategia de comunicación	78
5.8	Registro de información	80
5.8.1	Codificación de equipos	80
5.8.2	Órdenes de trabajo	82
6	Análisis de criticidad de los equipos	84
7	Análisis de modos de fallas sus efectos y criticidad (AMFE).....	86
8	Mantenimiento basado en confiabilidad (RCM)	93
9	Cuadro de Mando Integral (CMI).....	95
9.1	Metodología para el Desarrollo del Cuadro de Mando Integral (CMI).....	95
9.2	Análisis FODA	96
9.3	Selección de indicadores del CMI.....	102
9.4	Codificación de indicadores del CMI.....	110
9.5	Cuadro Mando Integral propuesto para Salqui.....	114
10	Estudio técnico financiero	117
10.1	Estimación de la tasa de descuento.....	117
10.2	Estimación de costos, gastos e inversión inicial del modelo.....	119
10.3	Determinación de ahorros que generaría el modelo	122
10.4	Resultados del estudio técnico-financiero	125
10.4.1	Escenario pesimista	126
10.4.2	Escenario realista.....	127
10.4.3	Escenario optimista	128
10.4.4	Resumen de resultados del análisis de sensibilidad.....	130
11	Comparación de la relación del mantenimiento sobre las ventas totales	132

12	Conclusiones.....	135
13	Recomendaciones	136
14	Bibliografía.....	138
15	Apéndices	143
15.1	Planos de la empresa.....	143
15.2	Auditoría COVENIN realizada	144
15.3	Análisis de criticidad equipos en Salqui.....	156
15.3.1	Análisis de criticidad promedio de equipos en Salqui.....	156
15.3.2	Análisis de criticidad de equipos en Salqui según criterio del departamento de mantenimiento	157
15.3.3	Análisis de criticidad de equipos en Salqui según criterio del departamento de calidad	158
15.3.4	Análisis de criticidad de equipos en Salqui según criterio del departamento de producción	159
15.4	AMFE de los equipos críticos	160
15.5	Planificación de mantenimiento para todos los equipos de la planta	170
15.5.1	Planificación de mantenimiento para equipos críticos	171
15.6	Registros de mantenimiento de equipo de planta del 2024	172
15.7	Codificación de equipos	173
16	Anexos.....	178
16.1	Diagramas de flujo de la empresa.....	178
16.2	Cotizaciones	179
16.3	Tasas de interés anuales para Ahorro a Plazo	180

Índice de figuras

Fig. 1. Cronograma de trabajo propuesto	18
Fig. 2. Análisis financiero para el análisis de costos de ciclo de vida.....	20
Fig. 3. Modelo del proceso de Gestión del Mantenimiento MGM	22
Fig. 4. Componentes de un programa de RCM.....	28
Fig. 5. Matriz de criticidad.	32
Fig. 6. Ejemplo diagrama de Pareto	34
Fig. 7. Relación entre VAN y TIR	44
Fig. 8. Diagrama de Pareto de mantenimiento correctivo	48
Fig. 9. Diagrama de Pareto de mantenimiento preventivo	49
Fig. 10. Comparativa debiera vs realidad de los de auditoría COVENIN.....	52
Fig. 11. Resultados de auditoría COVENIN	52
Fig. 12. Gráfico de los principios básicos de la organización de la empresa	54
Fig. 13. Gráfico de los principios básicos de la organización de mantenimiento	55
Fig. 14. Gráfico de los principios básicos de la planificación de mantenimiento	56
Fig. 15. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento rutinario.....	58
Fig. 16. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento programado	59
Fig. 17. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento circunstancial	60
Fig. 18. Gráfico de los principios básicos de mantenimiento correctivo	61
Fig. 19. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento preventivo	62
Fig. 20. Gráfico de los principios básicos de mantenimiento por avería.....	63
Fig. 21. Gráfico de los principios básicos del personal de mantenimiento	64
Fig. 22. Gráfico de los principios básicos del apoyo logístico.....	65
Fig. 23. Gráfico de los principios básicos de recursos	66
Fig. 24. Ishikawa de los resultados obtenidos en la auditoría COVENIN	68
Fig. 25. Esquema de modelo de gestión de mantenimiento propuesto para Salqui.	70
Fig. 26. Proceso de Mantenimiento.....	74
Fig. 27. Alineamiento Modelo – Plan estratégico.	75
Fig. 28. Propuesta estructura Organizacional Mantenimiento.	76
Fig. 29. División de Tareas, Roles y Responsabilidades.....	77
Fig. 30. Codificación propuesta.....	80

Fig. 31. Macro para generar órdenes de trabajo	83
Fig. 32. Extracto de planificación calendarizada del mantenimiento preventivo.....	93
Fig. 33. Plan de mantenimiento para equipos críticos.....	94
Fig. 34. Análisis FODA del departamento de mantenimiento.	97
Fig. 35. Competitividad del mantenimiento	106
Fig. 36. Evolución anual de la tasa de inflación en Costa Rica desde 2015 hasta 2029	118
Fig. 37. Comparación del B/C según escenarios	130
Fig. 38. Comparación del VAN según escenarios.....	131
Fig. 39. Proporción de relación de costos de mantenimiento respecto a ventas totales	133

Índice de tablas

Tabla 1. Desviación entre debiera y realidad	9
Tabla 2. Metodología por emplear en el desarrollo del proyecto	16
Tabla 3. Enfoque de Indicadores Técnicos-Económicos.....	24
Tabla 4. Áreas y principios básicos de la Norma COVENIN 2500-93	39
Tabla 5. Resumen de resultados de las áreas de evaluación.....	51
Tabla 6. Extracto de áreas y codificaciones propuestas	81
Tabla 7. Extracto de la codificación de equipos	81
Tabla 8. Formato de órdenes de trabajo	82
Tabla 9. Ponderación asignada para cada factor evaluado en análisis de criticidad	84
Tabla 10. Orden de criticidad de equipos	85
Tabla 11. AMFE de la Termoformadora VC 999	87
Tabla 12. AMFE de la Paralela de refrigeración	87
Tabla 13. AMFE Caldera Cleaver Brooks.....	88
Tabla 14. AMFE Planta de tratamiento	88
Tabla 15. AMFE del Embutidor Vemag HP10L.....	89
Tabla 16. AMFE de la Rebanadora Treif 400	89
Tabla 17. AMFE de cámara de enfriamiento 1	90
Tabla 18. AMFE del sistema de bombeo etapa 1	90
Tabla 19. AMFE del Molino Seydelman.....	91
Tabla 20. AMFE de la Cutter	91
Tabla 21. AMFE del detector de metales para la zona de embutidos	92
Tabla 22. Objetivos financieros del CMI	98
Tabla 23. Objetivos para clientes del CMI.....	99
Tabla 24. Objetivos de procesos internos del CMI	100
Tabla 25. Objetivos de aprendizaje, crecimiento y personal del departamento del CMI...	101
Tabla 26. Indicadores de perspectiva financiera del CMI	103
Tabla 27. Indicador de perspectiva para clientes del CMI	106
Tabla 28. Indicadores de perspectiva de procesos internos.....	108
Tabla 29. Indicadores de perspectiva de aprendizaje, Crecimiento y Personal de Mantenimiento del CMI	109

Tabla 30. Codificación de indicadores del CMI.....	113
Tabla 31. Cuadro de Mando Integral.....	114
Tabla 32. Tasas de interés de bancos estatales	118
Tabla 33. Evaluación contratación de un técnico electromecánico más	120
Tabla 34. Inversión inicial	121
Tabla 35. Costos y gastos anuales del modelo propuesto.....	122
Tabla 36. Gastos de mantenimiento del 2024 de Salqui	123
Tabla 37. Estudio de sensibilidad de los posibles ahorros del modelo propuesto.....	124
Tabla 38. Escenario pesimista del estudio técnico-financiero.....	126
Tabla 39. Escenario realista del estudio técnico-financiero	127
Tabla 40. Escenario optimista del estudio técnico-financiero.....	129
Tabla 41. Costos totales anuales de mantenimiento reportados	132
Tabla 42. Costo de mantenimiento sobre ventas totales.....	133

Resumen

Este trabajo de graduación tiene como objetivo diseñar una propuesta de modelo de gestión de mantenimiento para la empresa Industria Salqui Limitada S.A., con el fin de ordenar, estandarizar y optimizar las prácticas actuales del departamento. Se inició con un diagnóstico técnico basado en la norma COVENIN 2500-93, que permitió evaluar el estado del sistema y detectar oportunidades de mejora. Además, se analizaron los reportes de mantenimiento del año 2024 para generar estadísticas que caracterizaran el comportamiento de los activos.

Durante el desarrollo del modelo se emplearon herramientas como el análisis de criticidad de equipos, el Análisis de Modos de Falla y sus Efectos (AMFE) e indicadores clave de desempeño (KPI) dentro del enfoque del Cuadro de Mando Integral. Estas herramientas fueron aplicadas con el propósito de alinear la gestión del mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización, mejorar la disponibilidad de los equipos, optimizar recursos y fortalecer la toma de decisiones basada en datos.

El modelo incluye estrategias preventivas y correctivas adaptadas al contexto operativo de la planta, junto con una estructura clara para la planificación, ejecución y control de actividades. También incorpora herramientas para el registro y seguimiento de las intervenciones, promoviendo una gestión más eficiente y sostenible.

Finalmente, se realizó un estudio técnico-financiero en tres escenarios (pesimista, realista y optimista) para determinar la viabilidad económica del modelo. Los resultados muestran que bajo condiciones normales o favorables el modelo es financieramente viable, aunque bajo un escenario adverso extremo no recuperaría la inversión.

Palabras clave: gestión de mantenimiento, AMFE, KPI, Cuadro de Mando Integral, estudio técnico-financiero.

Abstract

This graduation project aims to design a maintenance management model for Industria Salqui Limitada S.A., seeking to organize, standardize, and optimize the current practices of the maintenance department. The starting point was a technical assessment based on the COVENIN 2500-93 standard, which allowed the evaluation of the current maintenance system and the identification of improvement opportunities. Additionally, maintenance reports from 2024 were analyzed to generate statistics and charts that reflect the behavior of asset maintenance in the plant.

During the model development, tools such as equipment criticality analysis, Failure Modes and Effects Analysis (FMEA), and key performance indicators (KPIs) under the Balanced Scorecard methodology were applied. These tools aimed to align maintenance management with the company's strategic goals, increase equipment availability, optimize resource use, and support data-driven decision-making.

The model includes preventive and corrective strategies tailored to the plant's operational context and establishes a structured process for planning, execution, and control of maintenance activities. It also integrates tools for recording, analyzing, and supervising maintenance interventions, promoting more efficient and sustainable long-term management.

Finally, a technical-financial study was carried out under three scenarios (pessimistic, realistic, and optimistic) to evaluate the economic feasibility of the proposed model, considering the initial implementation costs, annual operational expenses, and potential savings. Results show that the model is financially viable under normal or favorable conditions, although it would lose profitability under an extremely adverse scenario.

Keywords: maintenance management, FMEA, KPIs, Balanced Scorecard, technical-financial study.

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Introducción

Este trabajo propone el diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para la empresa Embutidos Don Luis, Salqui, con el objetivo de establecer un marco estructurado para el mantenimiento de sus activos, sin comprometer la seguridad alimentaria, y que a la vez permita el registro de información que facilite la toma de decisiones por parte de la gerencia. En un entorno donde los consumidores demandan productos más seguros, los esquemas de certificación requieren no solo eficiencia productiva, sino también asegurar que las prácticas de mantenimiento no afecten la inocuidad de los alimentos. El modelo que se va a plantear se enfocará en maximizar la disponibilidad de los equipos y reducir costos operativos, cumpliendo con las estrictas normativas de seguridad alimentaria que posee el Ministerio de Salud de Costa Rica.

El método empleado en el proyecto se basa en la ingeniería de mantenimiento, ajustando las estrategias a partir del análisis de resultados operativos. Con el respaldo de metodologías conocidas mundialmente como el Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), se adaptará el sistema a las características específicas de la empresa para asegurar que las actividades de mantenimiento sean eficientes y seguras. Entre las limitaciones del proyecto están la necesidad de una capacitación constante del personal, la adaptación a cambios en el mercado y el tiempo que se dispone para su desarrollo. Además, el impacto ambiental debe ser cuidadosamente gestionado. En este sentido, el proyecto contribuye a varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como el ODS 12: Producción y Consumo Responsables, al optimizar el uso de recursos; el ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura, promoviendo la modernización industrial; y el ODS 3: Salud y Bienestar, garantizando la seguridad alimentaria.

En conclusión, este proyecto no solo brindará un marco estructura de mantenimiento para la empresa y un modelo de registro de información de mantenimiento, sino que también promoverá un modelo de producción sostenible y responsable, alineado con los objetivos globales de desarrollo y los objetivos estratégicos de la organización.

1.2 Reseña de la empresa

Embutidos Salqui es una empresa costarricense dedicada a la fabricación y distribución de embutidos y productos cárnicos, que opera en el mercado desde 1991. La ubicación de su planta productora es 600 metros este de la estación de pesaje, Provincia de Cartago, Ochomogo, 30104. Los diagramas de flujo se colocaron en la sección 16.1.

1.2.1 Misión

Brindar embutidos y productos afines inocuos producidos de forma amigable con el medio ambiente a un precio justo en relación con la calidad; con un equipo humano capaz, comprometido y trabajando unidos por un mismo objetivo. Logrando de esta manera, proveer un servicio a nuestros clientes que exceda sus expectativas y a su vez la retribución en forma proporcional a nuestros clientes, proveedores, colaboradores y junta directiva como resultado de su aporte

1.2.2 Visión

Ser una empresa líder en servicio, alta calidad y tecnología innovadora en nuestros procesos, con productos diferenciados y esforzándonos día con día en ganar la confianza de nuestros clientes.

Asimismo, crear un clima organizacional sano, donde siempre haya paz, unión de equipo y una comunicación efectiva entre departamentos; eliminando de esta manera las dependencias individuales en todos los procesos.

1.3 Antecedentes

1.3.1 Antecedentes teóricos

El desarrollo de un modelo de gestión de mantenimiento eficiente es un aspecto crucial para el buen desempeño de cualquier empresa. Los modelos actuales de gestión de mantenimiento están diseñados para alinear sus objetivos con los de la organización, asegurando que las operaciones de mantenimiento contribuyan de manera efectiva al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa (Prasad, Anand, & Kodali, 2006).

Esto requiere un enfoque integral que considere tanto los aspectos técnicos como los económicos para garantizar que el mantenimiento no solo se vea como una tarea operativa, sino como una función clave que genera valor.

La ingeniería de mantenimiento juega un papel fundamental en este proceso. A través del análisis y modelado de los resultados obtenidos en la ejecución de las actividades de mantenimiento, es posible ajustar y renovar las estrategias de manera continua. Esto permite garantizar que las operaciones de producción se realicen al menor costo posible y con el máximo rendimiento, minimizando los costos de ineficiencia y pérdida de producción (Viveros, Stegmaier, Kristjanpoller, Barbera, & Crespo, 2013). Además, esta disciplina también facilita la adecuada selección de equipos nuevos, teniendo en cuenta su ciclo de vida y el costo global de operación, lo que optimiza no solo el rendimiento sino también la seguridad y la eficiencia de los procesos.

En la fabricación moderna, el mantenimiento ha dejado de ser visto como un gasto necesario para convertirse en una función empresarial generadora de beneficios (Singh, Sachdeva, & Bhardwaj, 2012). La correcta implementación de un plan de mantenimiento no solo mejora la disponibilidad y productividad de los equipos, sino que también tiene un impacto directo en la calidad del producto final. De esta manera, el mantenimiento es considerado un factor clave de competitividad que contribuye a la reducción de costos y a la optimización de recursos, en lugar de ser percibido como una carga para la empresa (Ortiz Useche, Rodríguez Monroy, & Izquierdo, 2013).

Adicionalmente, el uso de herramientas computacionales en la gestión de mantenimiento ha demostrado ser un factor determinante en la mejora de la capacitación del personal y en el manejo eficiente de la información relacionada con los equipos. Estas herramientas permiten una mejor consulta y administración de los registros de mantenimiento, lo que se traduce en una mayor eficacia en la toma de decisiones y una optimización de las actividades de mantenimiento (Barros Leal & Martínez Espinosa, 2018).

1.3.2 Antecedentes experimentales

El diseño de un modelo de gestión de mantenimiento constituye un proceso esencial en la optimización de la productividad y la eficiencia operativa de las empresas. Diversos estudios y aplicaciones prácticas han demostrado los beneficios que conlleva la implementación de sistemas de mantenimiento bien estructurados y adaptados a las necesidades específicas de cada industria. En el contexto de la industria alimentaria, como es el caso de la empresa Embutidos Don Luis, Salquí, una gestión eficiente del mantenimiento no solo incide en la producción y la disponibilidad de los equipos, sino que resulta determinante para garantizar la inocuidad y la calidad de los productos.

En la empresa C.B. Fleet, la implementación de un plan de gestión de mantenimiento permitió una reducción del 50% en las actividades de mantenimiento reactivo y una disminución del 35% en las horas de trabajo requeridas para estas labores (eMaint, 2023). Este caso evidencia la relevancia de una planificación adecuada, que disminuye la necesidad de intervenciones no programadas y favorece el incremento de la disponibilidad operativa de los equipos.

Por su parte, un estudio sobre el Sistema de Mantenimiento Total Productivo a Corto Plazo (STTPM) reportó un aumento del 18,4% en la tasa de producción y una mejora del 11% en la disponibilidad de los equipos (Ben Hassan & Abdul-Kader, 2020). Estos resultados ilustran cómo una estrategia de mantenimiento adecuada puede incidir directamente en la eficiencia operativa, mejorando la productividad sin requerir inversiones adicionales en maquinaria o personal, como se confirmó en otra investigación realizada en una empresa del sector secundario (Arrascue Hernández & Cabrera Brusil, 2021).

Adicionalmente, un análisis identificó cómo la detección de factores secundarios inicialmente no considerados, pero que afectaban el desempeño de los equipos, permitió la elaboración de planes de mejora que redujeron los tiempos de inactividad de la planta en un 45% (Barros Leal & Martínez Espinosa, 2018). Estas mejoras no solo optimizaron la capacidad de producción, sino que también generaron nuevas oportunidades laborales y aumentaron la rentabilidad empresarial.

En el ámbito específico de la industria de embutidos, un modelo de gestión de mantenimiento basado en la metodología de la Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente (CLAPAM) resaltó por su enfoque en la recopilación de datos, la programación rigurosa y la selección adecuada de los tipos de mantenimiento según las características de cada máquina o equipo (Sarango Puma & Torres Díaz, 2010). Este enfoque resulta especialmente pertinente en las plantas de embutidos, donde la diversidad de los equipos exige una estrategia flexible, pero sistemática.

Por último, un modelo de gestión de mantenimiento orientado a eliminar deficiencias tanto técnicas como administrativas demostró ser crucial para la inocuidad alimentaria (Farfán Panamá, 2016). Este tipo de gestión no solo garantiza la eficiencia operativa, sino que además asegura el cumplimiento de los objetivos estratégicos de la empresa, mediante un control riguroso y la medición sistemática de las funciones de mantenimiento.

En el ámbito específico de la industria de embutidos, un modelo de gestión de mantenimiento basado en la metodología propuesta por la Comisión Latinoamericana de Productividad y Medio Ambiente (CLAPAM) destacó por su enfoque en la recopilación, programación y selección adecuada de tipos de mantenimiento para cada máquina o equipo (Sarango Puma & Torres Díaz, Planificación y Programación de mantenimiento la fábrica de embutidos "La Italiana", 2010). Esto es especialmente relevante en una fábrica de embutidos, donde la variabilidad en los equipos requiere un enfoque flexible pero sistemático.

Finalmente, un modelo de gestión de mantenimiento enfocado en eliminar las deficiencias tanto técnicas como administrativas demostró ser crucial en la inocuidad de los alimentos (Farfán Panamá, 2016). Este tipo de gestión garantiza no solo la eficiencia operativa, sino también el cumplimiento de los objetivos estratégicos empresariales, con un enfoque especial en el control y medición de las funciones de mantenimiento.

1.4 Planteamiento del problema

La empresa Embutidos Don Luis, Salqui, enfrenta un desafío importante en su gestión de mantenimiento. Actualmente, el enfoque en la empresa es altamente reactivo, lo que significa que gran parte del mantenimiento se realiza una vez que los equipos ya han fallado, en lugar de prevenir esas fallas. Idealmente, el mantenimiento correctivo debería representar el 20% de las actividades de mantenimiento (Duffua, 2008). Sin embargo, en Salqui, el mantenimiento correctivo representa el 42% del mantenimiento total lo que puede significar costos innecesarios.

Desde un punto de vista social, mejorar la gestión de mantenimiento es crucial para asegurar la inocuidad de los alimentos que se producen. La seguridad alimentaria es una prioridad para los consumidores, y cualquier falla en los equipos podría comprometer la calidad del producto. Al reducir los tiempos de inactividad y optimizar el uso de los recursos, se minimizan los residuos y el consumo energético, lo que va en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), como la producción y el consumo responsables.

Desde el punto de vista legal, la empresa debe respetar y obedecer con todos los reglamentos que establece el Estado, mediante el Ministerio de Salud, ya que es un deber ineludible del Estado velar por la salud de la población, evitando o reprimiendo aquellos actos u omisiones de particulares que impliquen un riesgo para la salud humana. Un reglamento que la empresa debe cumplir en su totalidad es el Reglamento técnico RTCR 411:2008 (Ministerio de Salud, 2008) que es especial para productos cárnicos embutidos. Es importante mencionar que existe una fuerte motivación financiera, ya que una gestión de mantenimiento eficiente puede reducir los costos asociados a reparaciones inesperadas y pérdida de producción. El uso de herramientas tecnológicas para mejorar la planificación, registro y ejecución de las tareas de mantenimiento también le otorga una relevancia contemporánea, ya que permite una mayor integración de la tecnología para la toma de decisiones basadas en datos.

Tabla 1.

Desviación entre debiera y realidad

		Dato suministrado	Referencias bibliográficas
Debiera	El porcentaje ideal de mantenimiento preventivo en una empresa debe ser del 80%, mientras que el mantenimiento correctivo debería representar el 20% restante. La implementación de una estructura de costos permite mejorar los objetivos de satisfacción de los servicios y proporciona herramientas para la planeación, controles y reducción de gastos.	Mantenimiento preventivo 80% y mantenimiento correctivo 20%.	(Duffua, 2008) (Moreira Cabalceta, 2018)
Desviación (Problema)	El mantenimiento preventivo representa solo el 58%, por debajo del 80% recomendado, debido a que la empresa tiene un enfoque predominantemente correctivo. Esto incrementa fallos no planificados, interrupciones productivas y costos operativos, afectando la eficiencia y sostenibilidad financiera de la empresa.		
		Dato suministrado (lugar)	Referencias lugar estudio
Realidad	La distribución porcentual exacta en Salqui del mantenimiento correctivo es del 42% y del preventivo es del 58% del total de mantenimientos. Además, se carece de una estructura de costos que permita cuantificar la gestión del mantenimiento, por lo que se desconoce su rentabilidad financiera.	El mantenimiento correctivo representa el 40% del mantenimiento total, lo cual es mayor al 20% que establece la teoría.	Gerente de Operaciones de Embutidos Don Luis, Salqui

1.5 Objetivos

1.5.1 *Objetivo general*

Desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento, basado en estándares internacionales, que permita el establecimiento de una estructura de costos y estrategias de mantenimiento en Industria Salqui Limitada de Cartago S.A.

1.5.2 *Objetivos específicos*

1. Evaluar el estado de mantenimiento para su comparativa con un estándar internacional mediante un diagnóstico que incluya gráficos y evaluaciones detalladas de la situación actual, tomando como referencia los criterios de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
2. Describir la características de un modelo de gestión de mantenimiento basado en el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) mediante la definición de funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos, acciones proactivas y análisis de criticidad para el establecimiento de estrategias que le agreguen valor al negocio.
3. Establecer las variables clave que evidencian el impacto de la gestión de mantenimiento, utilizando la metodología del Cuadro de Mando Integral para el establecimiento de los indicadores de desempeño adecuados, ayudando al alineamiento de la gestión de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa.
4. Valorar por medio de un estudio técnico-financiero la viabilidad de ejecución del modelo de gestión de mantenimiento propuesto haciendo uso de indicadores financieros como el valor actual neto y la tasa interna de retorno para que sirva como herramienta gerencial en la toma de decisiones.

1.6 Justificación

La justificación de este proyecto se fundamenta en la necesidad de implementar un modelo de gestión de mantenimiento en la empresa Industria Salqui Limitada de Cartago S.A., con el propósito de corregir las deficiencias observadas en su sistema actual de mantenimiento. Con base al hallazgo obtenido en la investigación de (Gómez Gutiérrez &

Valverde Vega, 2015) en el contexto del sector productivo del Gran Área Metropolitana de Costa Rica, el mantenimiento correctivo representa aproximadamente el 37% de las actividades totales de mantenimiento, lo cual ya constituye una oportunidad importante de mejora, dado que lo ideal es que este tipo de mantenimiento no supere el 20% del total (Duffua, 2008). Sin embargo, en el caso particular de Embutidos Don Luis, Salqui, dicho porcentaje asciende al 40%, lo que evidencia un uso excesivo del mantenimiento reactivo y refleja la ausencia de una gestión estructurada y planificada de los activos de la empresa.

El desarrollo e implementación de un modelo de gestión de mantenimiento no solo permitirá establecer un marco sistemático para el manejo de los activos, sino que también abordará la actual carencia de un registro adecuado de los costos asociados a las actividades de mantenimiento. La empresa carece, en la actualidad, de una estructura de costos bien definida, lo que limita su capacidad para evaluar el impacto económico del mantenimiento sobre los activos y dificulta la toma de decisiones estratégicas informadas (Gómez Gonzales, 2017). La introducción de este modelo permitirá generar información ordenada, confiable y pertinente, indispensable tanto para la gestión financiera como para la operación eficiente de la empresa. Por lo tanto, la propuesta de un modelo de gestión del mantenimiento brinda una solución al problema descrito como se demuestra en la obra *Organización y gestión integral de mantenimiento* de García Garrido (2003) en donde menciona que la optimización de la gestión del mantenimiento permite mejorar la disponibilidad de los equipos, prolongar su vida útil, aumentar la eficiencia operativa y reducir los costos asociados al mantenimiento correctivo.

Adicionalmente, resulta imperativo que las empresas del sector alimentario, como Industria Salqui Limitada de Cartago S.A., cumplan estrictamente con las normativas establecidas por el Ministerio de Salud de Costa Rica tales como el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes (MAG N°29588) y el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de establecimiento de sacrificio y procesadores de aves (MAG N°37548). Estas regulaciones exigen la ejecución de programas de mantenimiento adecuados para los equipos, dado que su incumplimiento puede generar riesgos sanitarios significativos, además de sanciones administrativas que afectarían la continuidad operativa de la empresa, incluyendo la suspensión o revocación de permisos sanitarios (Ministerio de

Salud, 2008). Por lo tanto, la propuesta de este proyecto también responde a la necesidad de fortalecer el cumplimiento normativo y los estándares de calidad nacionales.

En síntesis, este proyecto se justifica por la necesidad de establecer un modelo de gestión de mantenimiento en Embutidos Don Luis, Salqui, que permita superar las deficiencias existentes en el actual sistema correctivo, implementar una estructura de costos transparente, y asegurar el cumplimiento de la normativa sanitaria vigente. Este modelo no solo aportará beneficios directos a la empresa al optimizar la eficiencia y la eficacia de sus operaciones, sino que, además, podrá constituirse en una herramienta replicable para otras empresas del sector productivo costarricense, contribuyendo a la modernización y competitividad del sector industrial a nivel nacional.

1.7 Alcance

El presente proyecto tiene como objetivo desarrollar un modelo de gestión de mantenimiento para una empresa productora de embutidos ubicada en Cartago, la cual actualmente carece de un sistema de mantenimiento formalmente establecido. El estudio adopta un enfoque explicativo y descriptivo, dado que no solo se centrará en diseñar y fundamentar un modelo basado en los principios del Mantenimiento Centrado en Confiabilidad (RCM), sino también en caracterizar, definir y especificar los componentes, propiedades y procesos necesarios, detallando la forma en que estos deben interactuar de manera coordinada.

El alcance descriptivo del proyecto comprende la identificación y el análisis del estado actual del mantenimiento en la empresa, utilizando como referencia la norma COVENIN. Este diagnóstico permitirá caracterizar el sistema existente y determinar las necesidades específicas que deberán ser atendidas por el modelo propuesto. Posteriormente, se procederá al diseño del modelo de gestión, definiendo funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos y acciones proactivas correspondientes, acompañado de un análisis de criticidad para priorizar las intervenciones sobre los activos.

Adicionalmente, se elaborará un Cuadro de Mando Integral que incorpore las variables críticas que reflejen el impacto de la gestión de mantenimiento sobre el desempeño organizacional. Este enfoque permitirá establecer indicadores clave de desempeño (KPI),

alineando la gestión de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa y facilitando el monitoreo y la toma de decisiones basadas en datos objetivos.

Finalmente, se realizará un análisis técnico-financiero para evaluar la viabilidad del modelo propuesto, utilizando herramientas de evaluación económica como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). Estos indicadores permitirán estimar el impacto económico de la implementación del modelo, proporcionando a la gerencia una base sólida para la toma de decisiones estratégicas.

En síntesis, el proyecto abarca desde el diagnóstico inicial hasta el diseño, fundamentación y validación financiera del modelo de gestión de mantenimiento, integrando análisis descriptivo, desarrollo metodológico y evaluación económica para ofrecer una solución integral, aplicable y sustentable para la empresa.

1.8 Viabilidad

Para garantizar la viabilidad técnica del modelo de gestión de mantenimiento propuesto, es indispensable realizar un análisis exhaustivo del contexto organizacional y operativo de la empresa. Para ello, se efectuarán diversas visitas a la planta de producción con el fin de evaluar su situación actual y, con base en dicha información, diseñar un modelo que sea práctico, aplicable y fácilmente asimilable por el personal gerencial, administrativo y operativo.

En cuanto a la infraestructura tecnológica, la empresa cuenta con cobertura Wi-Fi en toda la planta, así como computadoras ubicadas estratégicamente en diferentes puntos del proceso productivo para el registro de datos de operación. Desde el punto de vista de software, dispone de la suite Microsoft Office y recientemente ha adquirido el sistema ERP de Softland, cuya implementación se encuentra aún en proceso de integración. Cabe señalar que, desde enero de 2024, los registros de mantenimiento se han gestionado mediante hojas de cálculo en Excel; sin embargo, no existen plantillas estandarizadas que permitan generar informes estadísticos estructurados para apoyar la toma de decisiones gerenciales.

Respecto al recurso humano, los operarios, con edades comprendidas entre los 20 y 50 años, poseen conocimientos básicos en el manejo de internet y programas de ofimática. El

personal gerencial y administrativo cuenta con formación universitaria y experiencia laboral superior a los tres años en sus respectivas áreas de competencia. Las actividades contempladas en el proyecto serán diseñadas considerando las capacidades y niveles de conocimiento del personal involucrado, lo que facilitará su ejecución y apropiación. Además, el equipo de cómputo existente posee la capacidad suficiente para operar aplicaciones como Excel, lo que permitirá gestionar de forma eficiente tanto la información contable como los datos de mantenimiento.

El desarrollo del proyecto se llevará a cabo en un plazo estimado de doce semanas, respaldado por los conocimientos adquiridos en el programa de Ingeniería en Mantenimiento Industrial, especialmente en lo referente a la gestión de mantenimiento, planeamiento estratégico y evaluación de sistemas. Desde el punto de vista financiero, la empresa ha asignado un presupuesto de cien mil colones mensuales para cubrir los gastos logísticos y materiales requeridos durante la ejecución del proyecto.

En conjunto, estos recursos técnicos, humanos, tecnológicos y financieros constituyen una base sólida que permitirá el diseño e implementación de un modelo de gestión de mantenimiento plenamente alineado con las capacidades operativas de la empresa, asegurando así su factibilidad técnica y la sostenibilidad de su aplicación en el contexto específico en el cual se desempeña.

1.9 Administración del riesgo

Para el desarrollo del proyecto es necesario identificar y gestionar anticipadamente las posibles limitaciones asociadas a los recursos humanos, financieros, de confidencialidad y de tiempo, con el propósito de asegurar la viabilidad y el cumplimiento de los objetivos propuestos.

En relación con el recurso humano, una de las limitaciones potenciales radica en la disponibilidad y el nivel de competencia del personal técnico. Aunque los colaboradores poseen conocimientos básicos en el uso de internet y herramientas informáticas, podrían enfrentar dificultades ante la incorporación de nuevas tareas y metodologías específicas del modelo de gestión de mantenimiento. Para mitigar este riesgo, se planificarán sesiones de

capacitación dirigidas y se establecerán espacios periódicos de consulta y acompañamiento, con el fin de resolver dudas oportunamente y asegurar que las cargas laborales se mantengan dentro de parámetros manejables.

En lo referente al recurso financiero, si bien la empresa ha indicado que el presupuesto asignado de cien mil colones mensuales no representa una limitación directa, es indispensable prever la posibilidad de costos adicionales imprevistos durante la ejecución del proyecto. Para ello, se realizará un análisis financiero inicial detallado, acompañado de la elaboración de un plan de contingencia que contemple mecanismos de redistribución de recursos y, de ser necesario, la solicitud de fondos adicionales para atender eventualidades no contempladas en la planificación original.

Desde el punto de vista de la confidencialidad, el manejo de información técnica y operativa representa un aspecto crítico para la empresa. A fin de garantizar la protección de dicha información, se implementarán protocolos rigurosos de seguridad de datos, limitando el acceso a personal autorizado y suscribiendo acuerdos formales de confidencialidad. Adicionalmente, se realizarán copias de respaldo periódicas en servidores seguros, con el objetivo de prevenir la pérdida de información sensible.

Por último, en cuanto al tiempo disponible, el plazo establecido de doce semanas podría resultar ajustado para completar todas las fases del proyecto, especialmente ante la posibilidad de imprevistos. Para enfrentar esta eventualidad, se diseñará un cronograma realista que priorice las actividades críticas y establezca márgenes de seguridad en la programación de tareas. En caso de que el tiempo asignado resultase insuficiente, se contemplará la posibilidad de gestionar una prórroga, considerando esta opción únicamente como una medida de último recurso.

Este enfoque preventivo e integral permitirá anticipar y abordar adecuadamente las posibles limitaciones durante el desarrollo del proyecto, asegurando su ejecución dentro del marco de tiempo, recursos y estándares de calidad definidos.

1.10 Metodología

Tabla 2.

Metodología por emplear en el desarrollo del proyecto

Objetivo específico planteado	Actividad por realizar	Fuente de información	Análisis de datos con criterios estadísticos.	Resultados esperados (Indicador de logro)
1. Evaluar el estado de mantenimiento para su comparativa con un estándar internacional mediante un diagnóstico que incluya gráficos y evaluaciones detalladas de la situación actual, tomando como referencia los criterios de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).	Conocer la organización, analizar del entorno, revisar literaria, normas existentes, trabajos realizados, organizaciones afines y llevar a cabo una auditoria en formato COVENIN.	El personal de mantenimiento, personal operativo de los equipos, información departamento financiero y de mantenimiento.	Se utilizarán formatos preestablecidos para la auditoría, en la cual se analizarán los resultados según los criterios de evaluación, y se presentarán visualmente a través de un gráfico.	Informe con el diagnóstico del estado de la gestión de mantenimiento en la empresa.
2. Describir la características de un modelo de gestión de mantenimiento basado en el mantenimiento centrado en confiabilidad (RCM) mediante la definición de funciones, fallas funcionales, modos de falla, efectos, acciones proactivas y análisis de criticidad para	Crear una tabla de criticidad, estrategia de mantenimiento por equipo, AMFE para equipos críticos, una estrategia de comunicación, estimar impacto en el negocio, generar mecanismos de validación y	Manuales de los equipos, técnicos a cargo de los equipos de producción y operarios de estos, Normativa involucrada	Se contrastará la información de los fabricantes con la experiencia de los técnicos para alcanzar un consenso sobre las mejores tácticas y técnicas de	Plan estratégico del modelo de gestión del mantenimiento basado en RCM de acuerdo con los objetivos estratégicos del negocio.

el establecimiento de estrategias que le agreguen valor al negocio.	aprobación y desarrollar propuesta de modelo de gestión de mantenimiento.	para el mantenimiento de los equipos	mantenimiento para cada equipo.	
3. Establecer las variables clave que evidencian el impacto de la gestión de mantenimiento, utilizando la metodología del Cuadro de Mando Integral para el establecimiento de los indicadores de desempeño adecuados, ayudando al alineamiento de la gestión de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la empresa.	Creación de un mapa estratégico, desarrollo de un análisis FODA para la empresa, definir los objetivos estratégicos de la empresa, establecer los indicadores y definición de metas de desempeño.	Datos del modelo de gestión de mantenimiento desarrollado, informes internos de rendimiento, personal de la empresa, registros operativos de las máquinas	Cálculo de indicadores de desempeño y descripción de la estrategia desde diversas perspectivas para evaluar su efectividad y alineación con los objetivos organizacionales.	Análisis FODA y cuadro mando integral
4. Valorar por medio de un estudio técnico-financiero la viabilidad de ejecución del modelo de gestión de mantenimiento propuesto haciendo uso de indicadores financieros como el valor actual neto y la tasa interna de retorno para que sirva como herramienta gerencial en la toma de decisiones.	Estimación de costos de la implementación del nuevo modelo, obtener los costos de mantenimiento y sus consecuencias, análisis de indicadores financieros y evaluación de viabilidad.	Datos del modelo de gestión de mantenimiento propuesto y datos históricos sobre costos de mantenimiento y tiempos de inactividad.	Se realizará un análisis de los datos históricos de mantenimiento y se comparará con los beneficios del modelo propuesto para evaluar su impacto comercial y financiero en el negocio.	Elaboración de un informe técnico-financiero integral que incluya un análisis detallado de los costos adquisitivos, el cálculo de indicadores financieros clave como el VAN y TIR

1.11 Cronograma

El cronograma propuesto para el desarrollo del proyecto se encuentra en Fig. 1.

No.	Actividad	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha
		Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16
1	Entrega del anteproyecto para su previa aprobación.	█																
2	Coordinador informa a estudiantes el profesor guía asignado y entrega cronograma de la práctica.																	
3	Coordinador informa a profesores estudiante asignado, entrega archivo con datos estudiante empresa, descripción del proyecto, formularios de evaluación y cronograma de práctica.		█															
4	Inicio de práctica.																	
5	Conocimiento de la organización, análisis del entorno, revisión literaria, normas existentes, trabajos realizados, organizaciones afines auditoria en formato COVENIN.		█	█														
6	Primera visita profesor guía.			█														
7	Tabla de criticidad, estrategia de mantenimiento por equipo, AMFE para equipos críticos.				█	█	█											
8	Segunda visita profesor guía.						█											
9	Estrategia de comunicación, estimar impacto en el negocio, mecanismos de validación y aprobación y propuesta de modelo de gestión de mantenimiento.							█										
10	Creación de un mapa estratégico, desarrollo de un análisis FODA para la empresa, definir los objetivos estratégicos de la empresa, establecer los indicadores de desempeño y definición de metas de desempeño.								█	█	█	█						
11	Tercera visita profesor guía											█						
12	Estimación de costos, viabilidad del modelo propuesto, búsqueda de solución alternativas											█	█	█				
13	Estudiante entrega el borrador del informe final digital al profesor guía y a los profesores lectores.														█			
14	Profesor guía devuelve al estudiante borrador del informe final revisado.														█	█		
15	Profesor guía debe enviar un correo al coordinador si no autoriza la exposición del estudiante, informando el motivo.															█		
17	Profesor guía envía por correo al coordinador resumen ejecutivo aprobado.																█	
18	Profesor guía entrega al coordinador la evaluación del asesor industrial.																█	
19	Estudiante somete a revisión del filólogo el informe final revisado por el profesor guía.																█	█
20	El coordinador publica el cronograma de exposiciones.																█	
21	Estudiante entrega al coordinador de trabajo final de graduación carta de entendimiento de la biblioteca, carta de recibido de la empresa y la carta del filólogo.																	█
22	Profesor guía entrega al coordinador de trabajo final de graduación su evaluación del estudiante asignado.																	█
23	Exposiciones de práctica de especialidad ante jurado																	█
24	El coordinador publica la nota final de la práctica profesional.																	█

Fig. 1. Cronograma de trabajo propuesto

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Mantenimiento

El mantenimiento es un servicio que comprende una serie de actividades diseñadas para mejorar la confiabilidad y disponibilidad de equipos, máquinas, construcciones civiles e instalaciones. Su correcta ejecución no solo optimiza el funcionamiento de estos activos, sino que también contribuye significativamente a la prevención de accidentes y lesiones en el entorno laboral. Al garantizar el buen estado de la maquinaria, herramientas y equipos, se promueve un ambiente de trabajo más seguro y eficiente (Sarango Puma & Torres Díaz, Planificación y programación de mantenimiento en la fábrica de embutidos "La Italiana", 2010).

La función del mantenimiento es fundamental dentro del ciclo de vida de los activos, ya que incide directamente en los costos operativos (OPEX), que suelen ser más representativos que el costo de adquisición (CAPEX). En muchos casos, decisiones basadas únicamente en el precio inicial pueden resultar en mayores costos a largo plazo debido a la baja confiabilidad de los equipos como se muestra en Fig. 2. Por tanto, incorporar criterios de mantenimiento y confiabilidad en las decisiones de inversión permite optimizar el costo total de propiedad y garantizar la sostenibilidad operativa del sistema productivo.

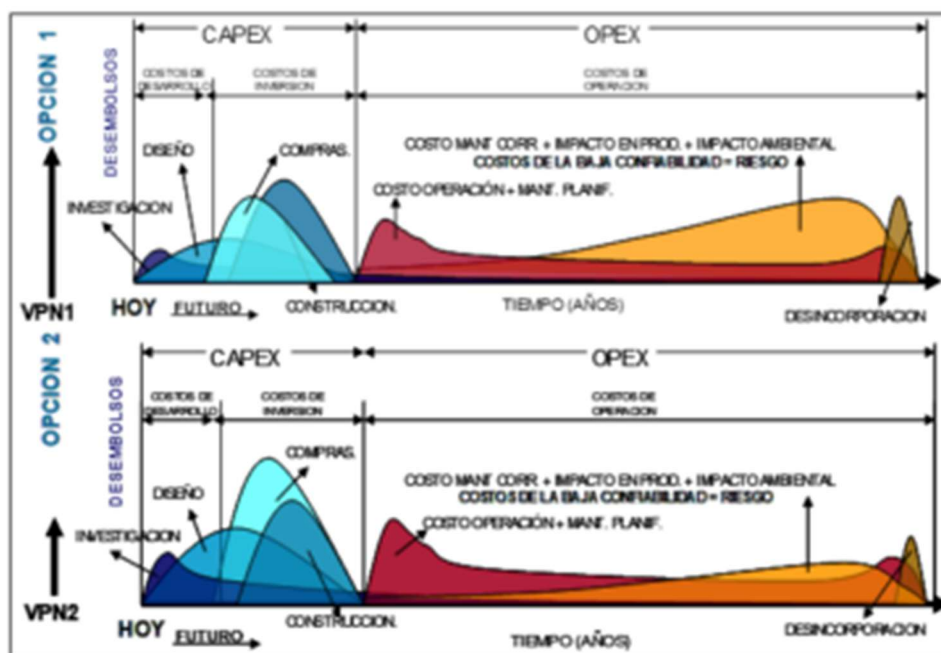


Fig. 2. Análisis financiero para el análisis de costos de ciclo de vida

Fuente: (Fuenmayor, 2020)

2.2 Modelo de gestión de mantenimiento

Un modelo de gestión de mantenimiento es un sistema integral que organiza y articula todas las actividades necesarias para establecer objetivos, definir prioridades, diseñar estrategias y asignar responsabilidades dentro del área de mantenimiento. Su implementación permite planificar, programar y controlar la ejecución de las tareas de mantenimiento de manera sistemática, con el objetivo de optimizar los recursos disponibles, mejorar continuamente los procesos y asegurar un adecuado control de los aspectos económicos relevantes para la organización.

Una gestión de mantenimiento eficiente debe considerar el ciclo de vida completo de cada activo físico y orientarse al cumplimiento de los siguientes objetivos fundamentales:

- Reducir los costos operativos globales sin afectar negativamente la productividad.
- Garantizar el correcto funcionamiento de los equipos y el cumplimiento de sus funciones esenciales.

- Minimizar los riesgos asociados a la operación, tanto para las personas como para el medio ambiente.
- Alinear los procesos y actividades de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización.

Para alcanzar estos propósitos, es indispensable disponer de información confiable y oportuna, así como garantizar el estricto cumplimiento de los procedimientos internos y externos de la empresa. Esto únicamente es posible mediante la adopción de un modelo de gestión de mantenimiento sólido, estructurado y flexible, capaz de administrar de manera eficiente una amplia diversidad de equipos —tanto estáticos, móviles como trasladables—, adaptándose a sus características técnicas específicas y a los requerimientos propios del sector industrial donde se desempeñan (Pistarelli, 2010).

Crespo Márquez (2007) propone un modelo genérico de gestión de mantenimiento aplicable a diferentes industrias, el cual ha sido desarrollado a partir de la integración de diversas metodologías utilizadas en múltiples sectores productivos. Este modelo puede visualizarse en la Figura 3.

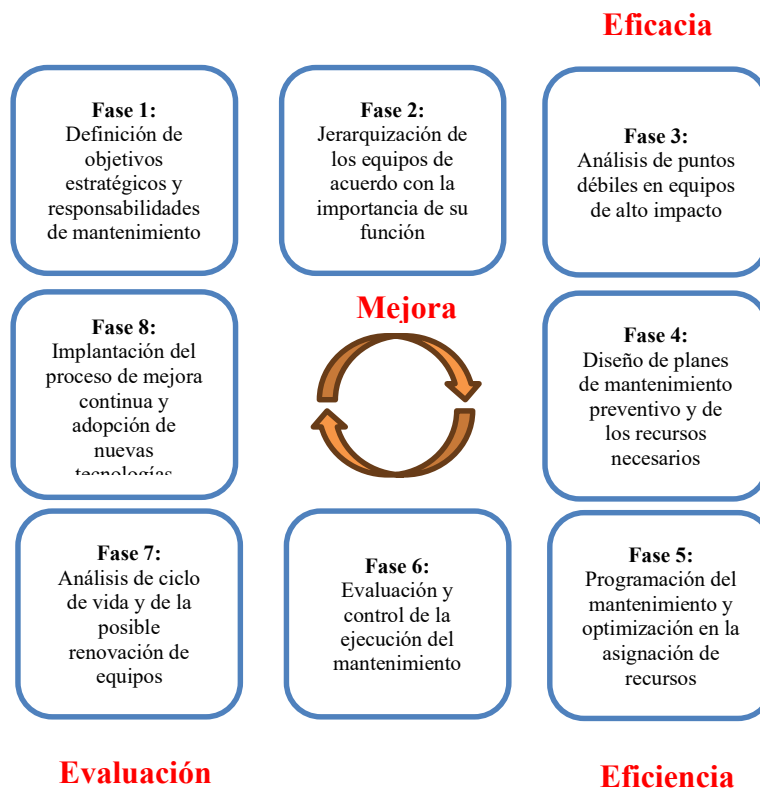


Fig. 3. Modelo del proceso de Gestión del Mantenimiento MGM

Fuente: (Crespo Márquez, 2007)

Como se observa en la figura anteriormente presentada, la fase 1 del modelo consiste en la definición de los objetivos del departamento de mantenimiento, los cuales deben estar plenamente alineados con los objetivos estratégicos generales de la organización. Este alineamiento asegura la coherencia entre las funciones operativas de mantenimiento y las metas corporativas, garantizando así su contribución efectiva al desempeño global de la empresa.

En las fases 2 y 3, se procede al análisis de las debilidades existentes en los procesos actuales de mantenimiento, así como a la priorización de los equipos tanto en las áreas de facilidades como en las líneas de producción. Esta priorización permite identificar aquellos activos cuya correcta operación resulta crítica para el cumplimiento de los objetivos organizacionales, facilitando el diseño de estrategias de mantenimiento diferenciadas según

la importancia y criticidad de cada equipo. Estas etapas resultan fundamentales para fortalecer la eficacia del modelo de gestión propuesto.

Para concluir el primer bloque, correspondiente a la definición de la estrategia de mantenimiento, en las fases 4 y 5 se establecen los pilares esenciales del diseño estratégico, junto con la elaboración de los planes de mantenimiento. Estos planes incorporan tanto acciones correctivas como preventivas, estructuradas de forma que optimicen la disponibilidad de los activos y minimicen las fallas imprevistas, contribuyendo de esta forma a la estabilidad operativa de la organización.

El segundo bloque del modelo corresponde a la implantación del sistema de gestión de mantenimiento. Este inicia con las fases 6 y 7, donde se ejecuta la evaluación de las etapas previas a través del monitoreo y control de la ejecución de las tareas asignadas. Este seguimiento sistemático permite verificar el cumplimiento de las programaciones establecidas y evaluar los resultados obtenidos, asegurando así la efectividad de la gestión implementada.

Finalmente, en la fase 8, se incorpora un enfoque de mejora continua dentro del modelo de gestión, orientado a optimizar permanentemente la eficiencia operativa, minimizar los costos asociados al mantenimiento, reducir desperdicios y, en consecuencia, fortalecer la competitividad de la organización en su sector productivo.

2.3 Cuadro de Mando Integral

El Cuadro de Mando Integral (CMI) es una herramienta de gestión empresarial desarrollada por Kaplan y Norton en 1977, la cual ha sido ampliamente adoptada en los procesos de gerencia estratégica en diversas áreas del negocio. Su implementación ha demostrado resultados sobresalientes en empresas de Asia, Europa y América, consolidándose como un método eficaz para la planificación y evaluación del desempeño organizacional.

El CMI permite integrar la estrategia con la evaluación del desempeño empresarial, facilitando la medición de la evolución de las actividades de la compañía, el cumplimiento de los objetivos estratégicos y sus resultados. Todo esto se realiza desde una perspectiva estratégica y global, asegurando un enfoque integral en la gestión.

El punto de partida del CMI es la visión y estrategia de la empresa, ya que a partir de ellas se definen los objetivos financieros necesarios para alcanzarla. Estos objetivos, a su vez, son el resultado de la implementación de mecanismos y estrategias que impactan el desempeño de los clientes del Departamento de Mantenimiento. El enfoque de los indicadores técnico-económicos se puede apreciar en Tabla 3.

Tabla 3.

Enfoque de Indicadores Técnicos-Económicos

	Estrategia	Enfoque	
Indicadores	Financiero	Costes de mantenimiento	
		Indicadores económicos	
	Cliente	Satisfacción del cliente	
		Gestión de la calidad	
		Fiabilidad humana	
	Procesos internos	Gestión efectiva	
		Planificación	
		Gestión de stock	
		Gestión de compras	
		Gestión de contratación	
	Aprendizaje y crecimiento	Mantenimiento preventivo	
		Rendimiento	
			Tecnología

Fuente: (Espinoza Alfaro , 2018)

2.3.1 Indicadores

A continuación, se muestran los diferentes indicadores que se van a emplear a lo largo del desarrollo del trabajo.

- Porcentaje de mantenimiento correctivo

Dicho indicador mide qué proporción del mantenimiento total corresponde a actividades correctivas, es decir, aquellas que se realizan después de que ocurre una falla en los equipos.

$$\%MC = \frac{\text{Total de acciones de correctivas}}{\text{Total de intervenciones en el equipo}} * 100$$

- Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado

El indicador de porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado mide qué tan bien se ejecutan las tareas de mantenimiento programado en comparación con lo que está planificado dentro de un periodo determinado.

$$\%MP = \frac{\text{Órdenes de mantenimiento ejecutadas}}{\text{Órdenes de mantenimiento planificadas}} * 100$$

- Tiempo medio entre fallos (MTBF)

Este indicador mide el tiempo promedio de funcionamiento entre fallos. Se define como la suma de los tiempos reales de operación de los equipos de producción dividido entre el número de fallos que ocurrieron durante el lapso medido.

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{n}$$

- Tiempo medio de reparación (MTTR)

Indicador que mide el promedio del tiempo requerido por el personal técnico para realizar una reparación en los equipos utilizados en producción. El conteo inicia desde el momento que sucede el fallo hasta la entrega al personal de producción una vez arreglada la avería. El cálculo se hace por medio de la división entre la suma de tiempos de reparación del equipo y la cantidad de fallos ocurridos en el lapso medido.

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{n}$$

- Disponibilidad

Este indicador se calcula dividiendo el tiempo medio entre fallas (MTBF) entre la suma del MTBF y el tiempo promedio de reparación (MTTR), y se expresa como un porcentaje.

Su propósito es reflejar la disponibilidad operativa de los equipos, indicando qué tan confiables y rápidamente recuperables son ante una falla.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

- Costo de Mantenimiento entre Ventas Totales

Indicador de desempeño que mide el impacto del costo de mantenimiento en relación con las ventas totales de un producto específico. Su objetivo es evaluar qué porcentaje de los ingresos generados por las ventas se destina al mantenimiento.

$$CMVT = \frac{\text{Costos totales de mantenimiento}}{\text{Ventas totales}}$$

- Costo de mantenimiento entre ventas totales por producto

Este indicador mide cuánto representa el gasto en mantenimiento en relación con las ventas de productos

$$CMVTP = \frac{\text{Ventas totales producto X}}{\text{Ventas totales}} * CMVT$$

- Porcentaje horas extra del personal técnico

Este indicador representa la proporción de horas extra en relación con el total de horas trabajadas por el personal técnico. Permite evaluar el grado de dependencia del área de mantenimiento respecto al uso de horas adicionales para cumplir con sus tareas.

$$\% \text{Horas extras} = \frac{\Sigma \text{Horas extra}}{\text{Total de horas trabajadas}} * 100$$

- Porcentaje de entrenamientos realizados.

Este indicador evalúa la cantidad de entrenamientos ejecutados, tanto internos como externos, en comparación con los entrenamientos planificados durante un período laboral de

un año. Su propósito es medir el nivel de cumplimiento del plan de capacitación del personal técnico.

$$\%Capacitación = \frac{Total\ de\ capacitaciones\ realizadas}{Total\ de\ capacitaciones\ planificadas} * 100$$

- Porcentaje de costo de mantenimiento correctivo

Este indicador permite evaluar la eficiencia y efectividad del mantenimiento comparando el costo del mantenimiento correctivo con el costo total del mantenimiento, con el fin de identificar la proporción de recursos destinados a acciones reactivas frente al gasto global del área.

$$\%CMC = \frac{Costo\ de\ mantenimiento\ correctivo}{Costo\ total\ de\ mantenimiento}$$

- Porcentaje de costo de mantenimiento preventivo

Este indicador mide la eficiencia y efectividad del mantenimiento al comparar el costo del mantenimiento preventivo con el costo total del mantenimiento, permitiendo evaluar el grado de enfoque preventivo en la gestión y el uso proactivo de los recursos disponibles.

$$\%CMP = \frac{Costo\ de\ mantenimiento\ preventivo}{Costo\ total\ de\ mantenimiento}$$

- Número de incapacidades por accidentes laborales

Este indicador mide la cantidad de incapacidades generadas por accidentes laborales dentro del equipo de mantenimiento en un período determinado. Su objetivo es evaluar la seguridad en el entorno de trabajo y la efectividad de las estrategias de prevención de riesgos.

$$\begin{aligned} & \text{Número de incapacidades por accidentes laborales} \\ & = \Sigma(\text{casos reportados en el período}) \end{aligned}$$

2.4 Mantenimiento basado en fiabilidad (RCM)

El Mantenimiento Centrado en Fiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés: Reliability-Centered Maintenance) es un enfoque de gestión del mantenimiento basado en el análisis detallado de los equipos, la identificación de modos de fallo y la aplicación de técnicas estadísticas combinadas con tecnología de detección. En esencia, el RCM es una filosofía de mantenimiento que aprovecha el uso de la tecnología para optimizar la disponibilidad y confiabilidad de los activos (García Garrido, 2003).

El RCM se define como un proceso estructurado de gestión del mantenimiento (ver Fig. 4), en el cual un equipo multidisciplinario trabaja para optimizar la fiabilidad operativa de un sistema dentro de condiciones de trabajo específicas. Para ello, se establecen las estrategias de mantenimiento más efectivas, considerando la criticidad de los activos y los efectos que los modos de fallo pueden generar en la seguridad, el medio ambiente y las operaciones.

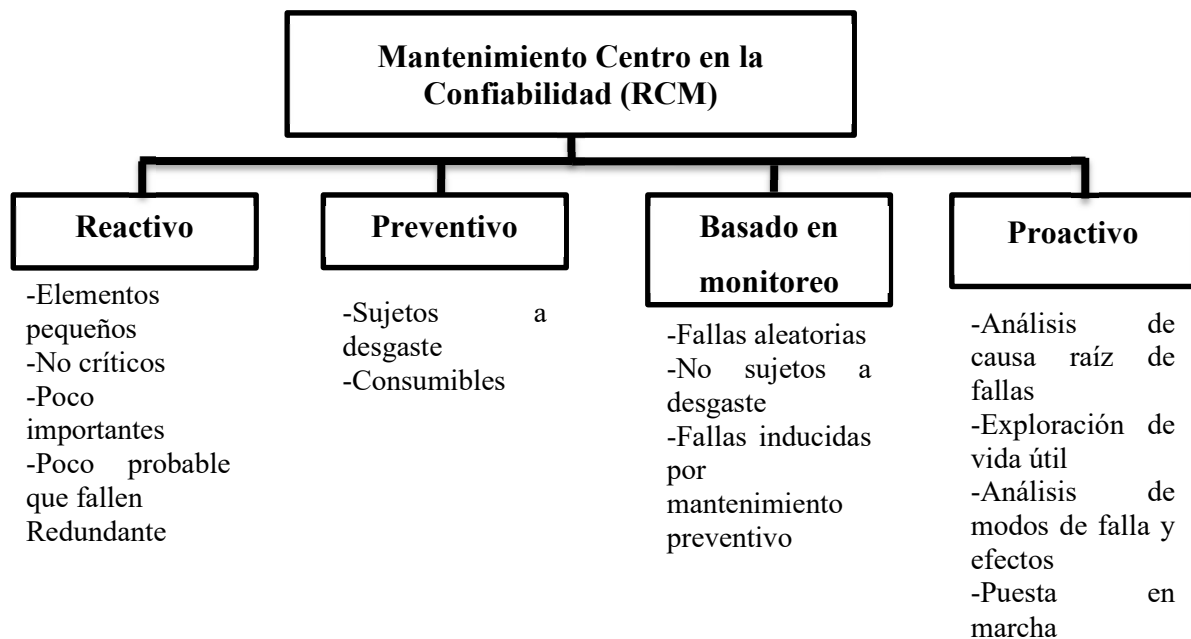


Fig. 4. Componentes de un programa de RCM

Fuente: (National Aeronautics and Space Administration (NASA), 2008)

2.5 Análisis de modos de fallas sus efectos (AMFE)

La metodología de Análisis de Modos Fallas y sus Efectos (AMFE) es una herramienta clave en la mejora de la gestión del mantenimiento. Se trata de un proceso sistemático y estructurado que permite investigar, corregir y eliminar fallas en los equipos, con un enfoque especial en aquellas de carácter crónico y repetitivo.

Un porcentaje significativo del tiempo fuera de servicio de los equipos se debe a la ocurrencia frecuente de pequeños eventos, más que a fallas de gran magnitud y baja frecuencia, las cuales suelen ser más fáciles de detectar. En sistemas complejos, un número reducido de componentes, no más de una decena, representando aproximadamente el 0,4 % del total, es responsable de más del 80 % de las interrupciones operativas.

En general, las organizaciones de mantenimiento tienden a enfocarse más en resolver fallas que en prevenirlas. Sin embargo, el uso de metodologías rigurosas como AMFE permite llevar a cabo un análisis causa-efecto detallado, identificando los componentes críticos con fallas recurrentes. Esto facilita la implementación de una gestión de mantenimiento eficiente, que no solo abarque las tareas de intervención e inspección, sino que también incorpore estrategias de mejora continua. Estas acciones están orientadas a optimizar la confiabilidad, mantenibilidad y capacidad de diagnóstico de los sistemas, reduciendo el impacto de fallas y mejorando el desempeño global de los equipos (Arata, 2005).

2.5.1 Pasos y criterios para la elaboración del AMFE

2.5.1.1 Función

Se refiere a las funciones y parámetros de operación del activo dentro de su contexto operacional actual. Para una definición completa de la función, es necesario especificar con la mayor precisión posible el nivel de desempeño esperado por el usuario.

2.5.1.2 Falla funcional

Es la forma en que un componente, subsistema o sistema puede fallar en el cumplimiento de su función prevista. Se identifica respondiendo a la pregunta: ¿Cómo podría el proceso o equipo no cumplir su función esperada?

Cada falla funcional genera un nivel de insatisfacción que varía según las repercusiones dentro del contexto operacional en el que opera el equipo. Estas fallas pueden clasificarse en dos tipos:

- Fallo Parcial: El activo sigue operando, pero no alcanza el estándar de desempeño esperado, funcionando de manera ineficiente o fuera de los límites tolerados.
- Fallo Total: El activo se detiene por completo de forma inesperada, lo que interrumpe totalmente su operatividad.

2.5.1.3 Modo de falla

Se define como la forma específica en que un componente, sistema o proceso puede fallar y no cumplir su función prevista. Es decir, es la determinación de hecho que pudieran haber causado la falla funcional. Se determinan respondiendo a las preguntas: ¿De qué puede fallar? ¿Cuál es la causa de cada falla?

2.5.1.4 Efectos de falla

Es la consecuencia o impacto que tiene un modo de falla en el sistema, proceso, usuario o producto final. Se puede ver como lo que ocurre en cada modo de falla. Se formulan preguntas relacionadas con evidencia, amenazas a la seguridad, afectación a la producción daños físicos causados por la falla y finalmente como se puede.

2.5.1.5 Consecuencias de falla

Evalúa la relevancia operacional de la falla en distintos ámbitos. Responde a la pregunta: “¿Qué impacto tiene la falla?”. Puede implicar consecuencias ocultas, ambientales, operacionales o no operacionales.

2.6 Análisis de criticidad

El análisis de criticidad es una metodología utilizada para identificar y priorizar equipos o sistemas dentro de una organización, en función del impacto que su fallo podría generar en la seguridad, la producción, el medio ambiente y los costos operativos. Este

proceso es clave para optimizar las estrategias de mantenimiento y asignar recursos de manera eficiente.

Al realizar esta diferenciación, se lleva a cabo el Análisis de Criticidad de los equipos de la planta, clasificándolos en distintos niveles según su importancia dentro de la operación (García Garrido, 2003). Su clasificación es la que se muestra a continuación:

- A. Equipos Críticos: Son aquellos cuya parada o mal funcionamiento tiene un impacto significativo en los resultados de la empresa, pudiendo comprometer la producción, la seguridad o la calidad del producto.
- B. Equipos Importantes: Su parada, avería o mal funcionamiento afecta a la empresa, pero las consecuencias son asumibles, ya sea porque existen alternativas o porque la afectación no es catastrófica.
- C. Equipos Prescindibles: Su impacto en los resultados es mínimo, y en el peor de los casos, solo generan pequeñas incomodidades, ligeros ajustes en la operación o costos adicionales menores.

Este Este análisis permite priorizar esfuerzos y recursos sobre los activos de mayor relevancia para el proceso productivo, garantizando que las actividades de mantenimiento se orienten de forma eficaz y estén alineadas con los objetivos operacionales y estratégicos de la organización.

Pistarelli (2010) proporciona una guía práctica para la estimación de criticidades, la cual permite establecer de manera cuantitativa el nivel de criticidad de falla de cada equipo. A través de este enfoque sistemático, es posible asignar prioridades objetivas en función del impacto potencial de cada falla sobre la seguridad, la producción, los costos y el medio ambiente. La metodología propuesta se presenta en la Figura 5.

MATRIZ DE CRITICIDAD					
Factor	Peso	Impacto			P x I
1. Seguridad y Medio Ambiente	10	Si hay riesgo=10		Si no hay riesgo=0	
2. Producción	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	
3. Calidad	7	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	
4. Pérdidas/ Daños	5	Alto= 10	Medio= 5	Bajo= 0	
5. Equipos Redundantes (Stand-by)	4	Si existe=0		Si no existe=10	
6. Régimen de Marcha	3	Continuo=10		No Continuo=0	
7. Frecuencia de Fallas	3	> 6 fallas/año=10	>2 fallas/año= 5	< 2 fallas/ año=0	
8. Equipos de Reserva	2	Si existe=0		Si no existe=10	
9. Tiempo Medio de Reparación (MTTR)	2	< 2 horas=1	2 a 4 horas=4	4 a 8 horas=7	>8 horas=10
CRITICIDAD= Sumatoria (Peso x Impacto)					Σ
Mayor o igual a 160=A					
De 100 a 159= B					
Hasta 99=C					

Fig. 5. Matriz de criticidad.

Fuente: (Pistarelli, 2010)

2.7 Diagrama de Pareto

El gráfico de Pareto es un tipo de diagrama de barras que permite representar los factores que inciden en un determinado efecto, organizándolos en orden descendente según su nivel de contribución al problema analizado. Este orden facilita la identificación de los factores más significativos, es decir, aquellos que tienen un mayor impacto en los resultados y que, por tanto, requieren mayor atención prioritaria. Los factores de menor relevancia, aunque pueden ser considerados, presentan una influencia secundaria sobre el efecto global (Institute for Healthcare Improvement [IHI], 2017).

El principio de Pareto fue extendido más allá del ámbito económico por Joseph M. Juran, especialista en gestión de calidad, quien lo aplicó en los contextos de control de calidad y gestión empresarial. A partir de sus investigaciones, popularizó el concepto conocido como la "Regla del 80/20", según la cual aproximadamente el 80% de los problemas son generados por el 20% de las causas (Juran, 1974). La difusión de este principio permitió su aplicación en diversos campos, incluyendo la manufactura, la administración de empresas y la gestión del mantenimiento industrial.

La utilización del gráfico de Pareto facilita la focalización de los esfuerzos de mejora hacia las variables de mayor impacto, optimizando de esta manera los procesos de toma de decisiones estratégicas. Además, proporciona un fundamento técnico para la justificación y priorización de acciones correctivas y preventivas, mediante un análisis visual y cuantitativo de las áreas que requieren mayor intervención.

En el ámbito específico de la gestión de mantenimiento, el análisis de Pareto permite rastrear la carga de mantenimiento, considerando tanto las horas-hombre invertidas como los costos asociados de mano de obra en cada equipo. Al analizar dónde, cuándo y cómo se ejecutan las actividades de mantenimiento —ya sea reactivo, preventivo o predictivo— es posible distribuir eficientemente los recursos, mejorando la gestión global del mantenimiento dentro de la organización.

Mediante el registro sistemático de las horas-hombre destinadas al mantenimiento, es posible identificar los equipos con mayor carga de intervención, así como la evolución temporal de dicha carga a lo largo de la operación de la planta. El análisis de Pareto permite, a partir de estos datos, señalar los activos que requieren acciones específicas de mejora para incrementar su confiabilidad y eficiencia (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2008).

Los siete pasos básicos para realizar un análisis de Pareto son los siguientes:

1. Elaborar una tabla que enumere las causas y su frecuencia en porcentaje.
2. Ordenar las filas en orden decreciente de importancia, colocando primero la causa más frecuente.
3. Agregar una columna de porcentaje acumulado en la tabla.
4. Graficar las causas en el eje X y el porcentaje acumulado en el eje Y.
5. Unir los puntos anteriores para formar la curva de Pareto.
6. Representar, en el mismo gráfico, un diagrama de barras con las causas en el eje X y la frecuencia porcentual en el eje Y.

- Dibujar una línea horizontal en el 80% del eje Y, y trazar una línea vertical desde el punto de intersección de la curva hasta el eje X. Este punto divide las causas más relevantes (ubicadas a la izquierda) de las menos significativas (ubicadas a la derecha).

En la Figura 6 se presenta un ejemplo ilustrativo de un diagrama de Pareto.

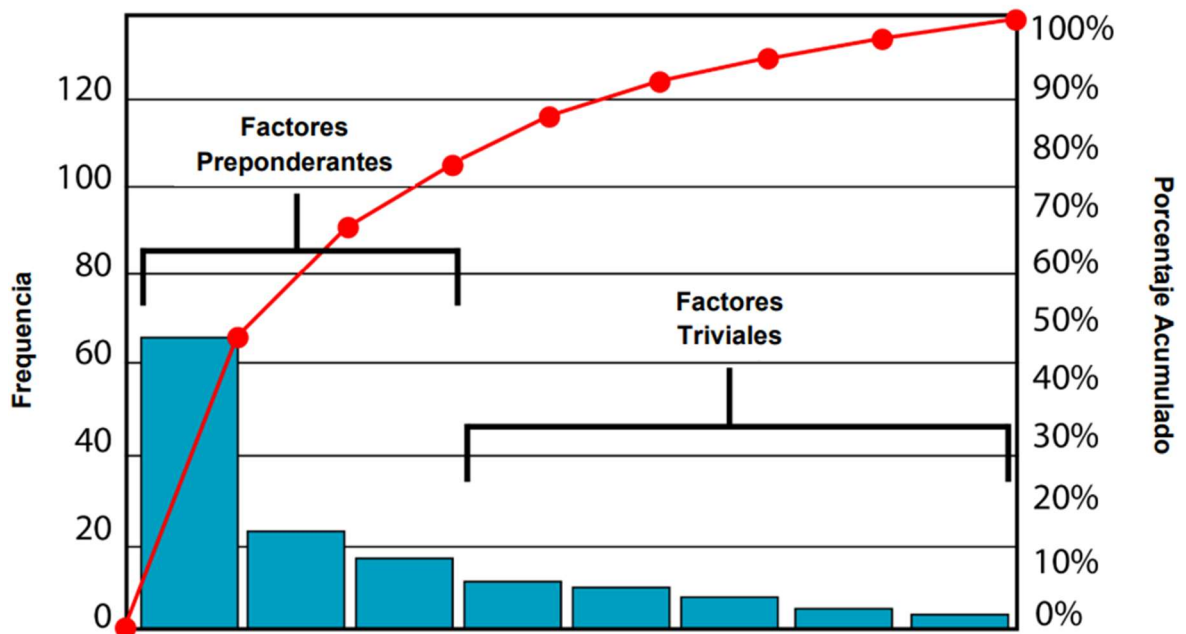


Fig. 6. Ejemplo diagrama de Pareto

Fuente: (Institute for Healthcare Improvement (IHI), 2017)

2.8 Tipos de mantenimiento

2.8.1 *Mantenimiento correctivo*

El mantenimiento reactivo comprende el conjunto de tareas orientadas a corregir los defectos que se presentan de forma imprevista en los equipos, provocando generalmente la detención total de su funcionamiento. Ante estos eventos no planificados, las empresas se ven obligadas a disponer de un inventario considerable de repuestos, con el fin de minimizar el impacto en la continuidad de la producción. Este tipo de estrategia puede resultar apropiada en organizaciones cuya carga de producción es baja o en entornos donde la probabilidad de fallas es reducida, debido a la naturaleza de los procesos operativos.

La aplicación de esta técnica de mantenimiento ocurre únicamente después de la aparición de la falla o avería, lo cual implica intervenir los equipos mediante su reparación o sustitución. No obstante, si los repuestos o componentes necesarios no se encuentran disponibles en el inventario, el equipo afectado puede permanecer fuera de servicio durante períodos prolongados, ocasionando repercusiones significativas sobre la capacidad productiva de la planta.

Cuando una organización adopta el mantenimiento reactivo como estrategia principal, es susceptible de enfrentar las siguientes limitaciones:

- Paradas inesperadas en los procesos productivos.
- Fallos catastróficos derivados de roturas críticas en los equipos.
- Costos de reparación elevados, especialmente en intervenciones de emergencia.
- Necesidad de mantener elevados inventarios de repuestos ante la incertidumbre de las fallas.
- Incremento en los riesgos de accidentes laborales derivados de fallas imprevistas.

A pesar de sus limitaciones, el mantenimiento reactivo puede considerarse una opción económicamente viable en aquellos casos donde el riesgo y el costo asociados a la ocurrencia

de una falla resultan inferiores al costo de implementar un programa de mantenimiento preventivo o predictivo (National Aeronautics and Space Administration [NASA], 2008).

2.8.2 *Mantenimiento preventivo*

El mantenimiento preventivo tiene como objetivo preservar el nivel de servicio de los equipos mediante la programación de correcciones en sus puntos vulnerables. Consiste en un plan sistemático de inspección, ajustes, limpieza, lubricación, sustitución de piezas, calibración y reparación de componentes y equipos.

La frecuencia de las intervenciones se determina, en general, con base en las recomendaciones del fabricante y en los registros históricos de operación. Puede programarse de acuerdo con un calendario de tiempo o con el tiempo de funcionamiento, con el fin de reemplazar piezas antes de que lleguen a desgastarse. Se asume que los componentes nuevos tienen una menor probabilidad de falla en comparación con los componentes envejecidos. A pesar de sus ventajas, el mantenimiento preventivo puede presentar algunos desafíos, tales como:

- Fallas imprevistas: Algunos fallos pueden ocurrir entre los intervalos de mantenimiento, lo que resulta en averías inesperadas e inconvenientes.
- Sustitución innecesaria de piezas: Durante la inspección, componentes en buen estado pueden desmontarse, inspeccionarse o reemplazarse sin necesidad. Además, errores en el reensamblaje pueden dejar la máquina en una condición peor que antes de la intervención.
- Impacto en la producción: Las revisiones generales requieren examinar múltiples elementos, lo que puede demandar tiempo considerable y generar pérdidas en la producción.

El mantenimiento preventivo es efectivo cuando se ha demostrado que un activo pierde sus propiedades o alcanza un estado de falla después de un período de tiempo predecible. Generalmente, los desgastes son más evidentes en equipos que tienen contacto directo con el producto, lo que justifica la implementación de esta estrategia (Guzmán Charrasquiél, 2013).

2.8.3 *Mantenimiento circunstancial*

(Comité Técnico de Normalización CT3: CONSTRUCCIÓN, 1993) establece que este tipo de mantenimiento combina elementos de mantenimiento rutinario, programado, por avería y correctivo, ya que abarca acciones de rutina que no tienen un punto de inicio fijo en el tiempo, debido a que los sistemas atendidos operan de manera alterna. Asimismo, se llevan a cabo tareas programadas dentro de un calendario anual, aunque sin un inicio definido por la misma razón.

Además, se intervienen averías cuando un sistema se detiene, contando con otro sistema que asuma temporalmente su función. Por otro lado, el análisis de fallas permite planificar la corrección de estas averías, eliminándolas a mediano plazo.

La gestión del mantenimiento en estos sistemas no depende exclusivamente del área de mantenimiento, sino que está influenciada por otros departamentos dentro de la organización productiva. Factores como aumentos en la capacidad de producción, cambios en los procesos, disminución de ventas, reducción de personal o ajustes en los turnos de trabajo pueden determinar la programación y ejecución de las actividades de mantenimiento.

2.8.4 *Mantenimiento predictivo*

El mantenimiento predictivo se basa en la medición, seguimiento y monitoreo continuo de parámetros y condiciones operativas de un equipo o instalación (García Garrido, 2003). Su objetivo es proporcionar información en tiempo real sobre el estado y operatividad del sistema, permitiendo detectar posibles fallas antes de que ocurran.

El análisis de estos parámetros permite conocer el estado de los componentes y su desempeño, facilitando la programación de intervenciones de mantenimiento solo cuando sean necesarias, optimizando así los recursos y reduciendo tiempos de inactividad.

2.9 Normativa COVENIN 2500-93

La Norma Venezolana COVENIN 2500-93 establece un marco para la evaluación de los sistemas de mantenimiento en empresas manufactureras, basado en el análisis y la calificación de cuatro factores fundamentales:

1. Organización de la empresa
2. Organización de la función de mantenimiento
3. Planificación, programación y control de las actividades de mantenimiento
4. Competencia del personal

Este sistema de evaluación es un método cuantitativo diseñado para medir la capacidad de gestión del mantenimiento en las empresas. Para ello, la norma examina doce áreas clave, estableciendo criterios de ponderación tanto para los principios básicos que deben cumplirse para alcanzar los objetivos del mantenimiento, como para los deméritos, que representan factores que reducen la efectividad de dichos principios (Comité Técnico de Normalización CT3: CONSTRUCCIÓN, 1993).

Los cuatro factores mencionados anteriormente se subdividen en diversas áreas, las cuales, a su vez, se desglosan en distintos principios básicos, como se muestra en la Tabla 4:

Tabla 4.***Áreas y principios básicos de la Norma COVENIN 2500-93***

Área	Principio básico
I Organización de la empresa	1. Funciones y responsabilidades
	2. Autoridad y autonomía
	3. Sistema de información
II Organización de mantenimiento	1. Funciones y responsabilidades
	2. Autoridad y autonomía
	3. Sistema de información
III Planificación de mantenimiento	1. Objetivos y metas
	2. Políticas para planificación
	3. Control y evaluación
IV Mantenimiento rutinario	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
V Mantenimiento programado	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
VI Mantenimiento circunstancial	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
VII Mantenimiento correctivo	1. Planificación
	2. Programación e implantación
	3. Control y evaluación
VIII Mantenimiento preventivo	1. Determinación de los parámetros
	2. Planificación
	3. Programación e implantación
	4. Control de evaluación
IX Mantenimiento por avería	1. Atención a las fallas
	2. Supervisión y ejecución
	3. Información sobre las averías
X Personal de mantenimiento	1. Cuantificación de las necesidades del personal
	2. Selección y formación
	3. Motivación e incentivos
XI Apoyo logístico	1. Apoyo administrativo
	2. Apoyo gerencial
	3. Apoyo general
XII Recursos	1. Equipos
	2. Herramientas
	3. Instrumentos
	4. Materiales
	5. Repuestos

Fuente: (Comité Técnico de Normalización CT3: CONSTRUCCIÓN, 1993), adaptado por el autor.

2.9.1 Escala de medición

La Norma Venezolana COVENIN 2500-93 establece una escala de medición que permite calificar el desempeño de la gestión del mantenimiento en empresas manufactureras. La evaluación se realiza sobre una escala de 0 a 100 puntos, asignando una calificación global en función de cuatro factores principales.

De acuerdo con la puntuación obtenida, la gestión del mantenimiento se clasifica en las siguientes categorías:

- **Excelencia (91-100%):** Representa una Gestión de Mantenimiento de Clase Mundial, caracterizada por la aplicación de las mejores prácticas operacionales.
- **Competencia (81-90%):** Indica una gestión con tendencia a Clase Mundial, aunque con pequeñas brechas por cerrar. Se trata de un sistema altamente eficiente con operaciones efectivas.
- **Entendimiento (71-80%):** Corresponde a una gestión básica, pero por encima del promedio, donde se implementan algunas de las mejores prácticas de mantenimiento de Clase Mundial.
- **Conciencia (51-70%):** Refiere a una gestión básica con limitaciones, en la que no se aplican las mejores prácticas de mantenimiento o no se cuenta con un conocimiento profundo de las filosofías de mantenimiento existentes. Se encuentra en un nivel medio con oportunidades de mejora.
- **Inocencia (0-50%):** Denota la ausencia de una gestión de mantenimiento estructurada, situándose por debajo del promedio y con múltiples áreas de oportunidad para optimizar el sistema.

Esta clasificación permite a las empresas identificar oportunidades de mejora y orientar sus esfuerzos hacia el fortalecimiento de su sistema de mantenimiento.

2.10 Análisis financiero

Cuando se realiza una inversión con el objetivo de obtener un rendimiento económico, es fundamental cuantificar tanto el monto invertido como los flujos de efectivo que se

generarán a lo largo del proyecto. Esta evaluación implica estimar los ingresos (o ahorros) y los egresos (costos y gastos) asociados, con el fin de medir la rentabilidad del proyecto.

Para ello, se aplican diversos indicadores de eficiencia financiera, los cuales permiten determinar qué tan eficazmente se están utilizando los recursos en el desarrollo de las actividades del proyecto y contribuyen a una toma de decisiones más informada.

2.10.1 Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) representa la diferencia entre el valor presente de los flujos netos de efectivo futuros y el valor actual de la inversión inicial, expresándose en términos monetarios. En otras palabras, se calcula como la suma de los valores presentes de los flujos netos de efectivo proyectados, descontados a una tasa mínima de rendimiento requerida, menos el monto de la inversión inicial neta. Este indicador permite evaluar la rentabilidad de un proyecto al determinar cuánto valor se genera por encima del costo de inversión. La fórmula utilizada para su cálculo es la siguiente:

$$VAN = \sum_0^n \frac{FNE}{(1+i)^n}$$

Donde:

VAN=Valor Actual Neto

FNE=Flujo Neto de Efectivo

i=Tasa de interés a la que se descuentan los flujos de efectivo

n=Corresponde al año en que se genera el flujo de efectivo que se trate.

2.10.2 Tasa Interna de Rendimiento (TIR)

Esta es la tasa de descuento a la que el valor presente neto de una inversión arroja un resultado cero o la tasa de descuento que hace que los flujos netos de efectivo igualen al monto de inversión. Esta tasa tiene que ser mayor que la tasa mínima de rendimiento exigida al proyecto de inversión. En términos generales se la interpreta como la tasa máxima de rendimiento que produce una alternativa de inversión dados los flujos de efectivo. La fórmula para el cálculo de este indicador es la siguiente:

$$TIR = ia - [(ia - ib) * \frac{VAN}{VAN_+ + VAN_-}]$$

Donde:

TIR= Tasa Interna de Rendimiento

ia = Tasa de interés alta

ib = Tasa de interés baja

VAN_+ = Valor Actual Neto Positivo

VAN_- = Valor Actual Neto Negativo

2.10.3 Beneficio-costo (RBC)

La relación beneficio-costo (RBC), también conocida como benefit-cost ratio (BCR), es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la viabilidad económica de un proyecto o inversión. Esta métrica financiera compara el valor monetario total de los beneficios generados con los costos totales incurridos, expresando el resultado como una proporción.

Una RBC mayor a 1 indica que los beneficios superan los costos, por lo que el proyecto se considera rentable. Por el contrario, una RBC menor a 1 sugiere que los costos son superiores a los beneficios, lo que puede justificar la no ejecución del proyecto.

Su simplicidad la convierte en una herramienta útil para decisiones estratégicas en áreas como mantenimiento, implementación de tecnologías, proyectos sociales o inversiones de capital. La fórmula para el cálculo de esta relación es la siguiente:

$$RBC = \frac{VAN}{\text{Valor actual de los costos}}$$

Si el resultado de la relación costo beneficio es igual a 1 quiere decir que el proyecto está en equilibrio.

2.10.4 Criterios de aceptación

Los proyectos de inversión llegan a ser aceptados cuando los indicadores muestran los siguientes resultados:

$$VAN > 0$$

$$TIR > Tasa\ de\ descuento$$

$$CB > 1$$

Un Valor Actual Neto (VAN) mayor que cero indica que los beneficios proyectados superan los costos de inversión, lo que significa que el proyecto genera valor, ya que los flujos de efectivo futuros, una vez descontados, exceden la inversión inicial. Por otro lado, una Tasa Interna de Retorno (TIR) superior a la tasa mínima de rendimiento requerida señala que el proyecto ofrece una rentabilidad mayor a la esperada, lo que lo convierte en una opción financieramente atractiva. Una RCB mayor a 1 indica que los beneficios superan los costos, por lo que el proyecto se considera rentable.

2.10.5 Criterios de rechazo

Los proyectos de inversión se deben analizar si son rechazados cuando los indicadores muestran los siguientes resultados:

$$VAN < 0$$

$$TIR < Tasa\ de\ descuento$$

$$CB < 1$$

Una Tasa Interna de Retorno (TIR) inferior a la tasa de descuento indica que el rendimiento del proyecto está por debajo del mínimo aceptable, lo cual sugiere que no es una inversión conveniente. Del mismo modo, un Valor Actual Neto (VAN) negativo revela que el proyecto no es rentable, ya que los beneficios proyectados no alcanzan a cubrir la inversión inicial, generando una pérdida económica neta. Un RBC menor a 1 sugiere que los costos son superiores a los beneficios, lo que puede justificar la no ejecución del proyecto. En consecuencia, se recomienda reconsiderar la viabilidad de implementar el proyecto en estudio.

Tal como se ilustra en la Fig. 7, la relación entre ambas variables es inversa y no lineal: a medida que aumenta la tasa de descuento, el VAN disminuye. Cuando la tasa de descuento aplicada es menor a la TIR, el VAN resulta positivo, lo que indica que el proyecto genera valor y es financieramente viable. Por el contrario, si la tasa de descuento supera la TIR, el VAN se torna negativo, lo que sugiere que el proyecto no cubrirá los costos del capital invertido.

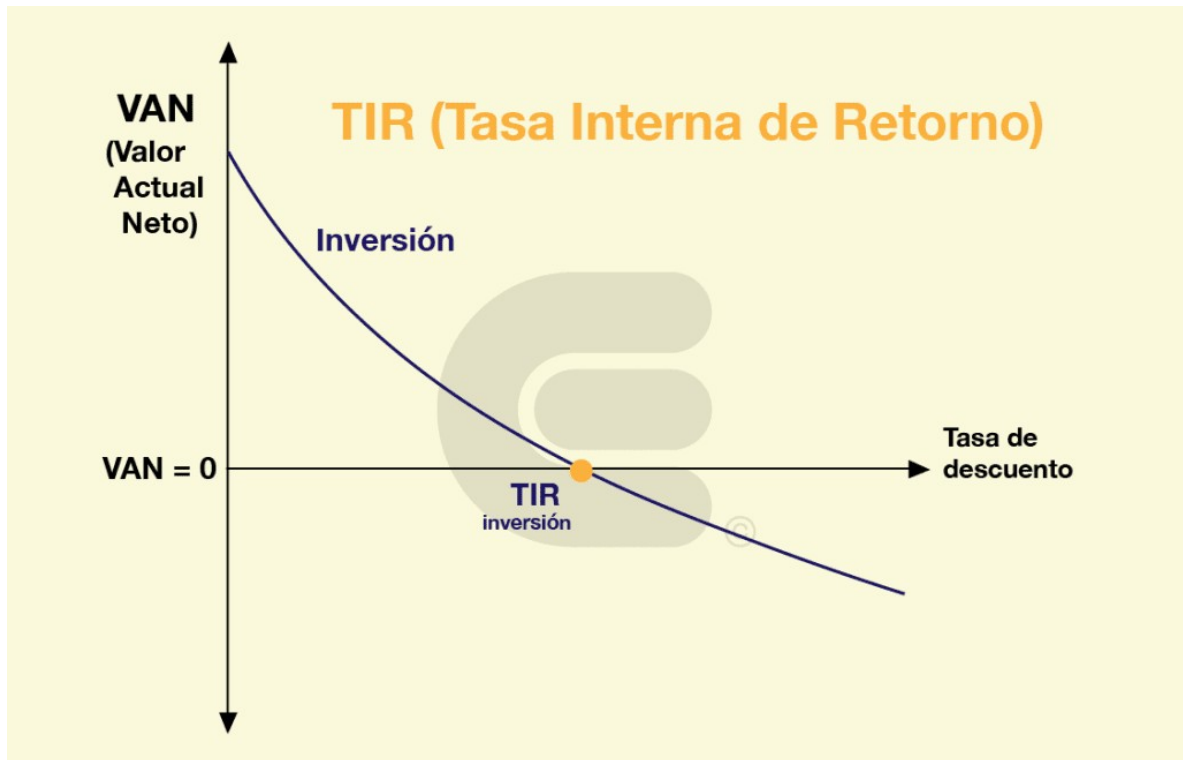


Fig. 7. Relación entre VAN y TIR

Fuente: (Jiménez Bermejo, 2020)

3 CONOCIMIENTO DE LA ORGANIZACIÓN Y DEL CONTEXTO OPERATIVO

Para comprender en profundidad el funcionamiento de Industria Salqui Limitada S.A. y su estructura organizativa, se realizaron múltiples visitas a la planta durante las primeras semanas del desarrollo del proyecto. Durante estas visitas se llevó a cabo un análisis in situ, mediante la observación directa de los procesos productivos y la interacción con el personal de la empresa. El objetivo de este reconocimiento fue obtener una visión integral del funcionamiento de la organización, su estructura jerárquica, las responsabilidades de cada área y el contexto operativo en el cual se desempeñan los equipos sujetos a mantenimiento.

La optimización de cualquier proceso requiere, como primer paso, un conocimiento detallado de su dinámica operativa. Para ello, es fundamental identificar el valor agregado que aporta cada operación y analizar dónde y cómo se genera dicho valor dentro del flujo de trabajo. En este sentido, tanto la observación directa del entorno de producción como el diálogo con el personal clave constituyeron herramientas fundamentales para recabar información objetiva sobre el estado actual de los procesos y las posibles áreas de mejora.

En lo que respecta al área de abastecimiento de materia prima, la responsabilidad recae sobre dos personas asignadas al departamento de proveeduría, quienes tienen la función de garantizar el suministro continuo de insumos, asegurando la operación ininterrumpida de la planta de producción.

El departamento de mantenimiento está conformado por seis integrantes, incluido el gerente de mantenimiento. Sin embargo, dentro de la planta de producción únicamente un técnico se encarga directamente del mantenimiento de los equipos de línea, bajo la supervisión directa del gerente de producción, quien es su única autoridad jerárquica. En los casos en que la carga de trabajo supera la capacidad de este técnico, se asigna personal de apoyo proveniente del propio departamento de mantenimiento, particularmente un técnico electromecánico. El resto del personal de mantenimiento se encarga de los denominados “equipos auxiliares”, los cuales comprenden el sistema de bombeo de agua, la planta de tratamiento, la infraestructura edilicia, las conexiones eléctricas y las labores de mantenimiento preventivo y correctivo en los sistemas eléctricos de la planta. Para los

sistemas de refrigeración, el mantenimiento es externalizado mediante contratos de servicios con la empresa Sistemas de Refrigeración B&B.

Cabe destacar que el gerente de mantenimiento posee formación académica en administración de empresas, habiendo adquirido sus conocimientos técnicos en mantenimiento de manera empírica y mediante cursos de formación complementaria.

En términos operativos, los equipos de la planta trabajan en un ambiente de alta humedad, lo que exige rigurosos estándares de limpieza y sanitización, en concordancia con las regulaciones propias de la industria alimentaria. El departamento de mantenimiento actualmente desempeña un rol predominantemente reactivo, interviniendo principalmente ante la ocurrencia de fallas en los equipos, en lugar de aplicar estrategias de mantenimiento preventivo planificado.

Entre las principales deficiencias identificadas en la gestión actual del mantenimiento se encuentran:

- Falta de estudios técnicos detallados sobre el estado de los equipos.
- Ausencia de registros estadísticos sistematizados del mantenimiento ejecutado.
- Procedimientos de mantenimiento insuficientemente documentados.
- Reportes de mantenimiento incompletos y sin datos cuantificables.
- Planificación deficiente de actividades de mantenimiento preventivo.

La actividad productiva de Industria Salqui Limitada S.A. se centra en la fabricación y comercialización de productos cárnicos, con énfasis en la elaboración de embutidos y alimentos procesados. Este proceso productivo abarca desde la selección de materias primas hasta el empaque final y la distribución, cumpliendo con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria establecidos. La producción se organiza en turnos de 8 horas para las áreas de vacío, rebanado, mezclado, embutido, bodega y despacho; mientras que el área de cocina opera en dos turnos de 8 horas cada uno, dada la naturaleza continua de sus procesos térmicos.

A pesar de contar con un departamento de mantenimiento formalmente establecido, este carece de una misión, visión y objetivos definidos, lo que refleja una falta de dirección estratégica en la gestión del mantenimiento. Durante la revisión documental del área, se identificaron múltiples problemas que afectan la eficiencia operativa:

- Deficiente planificación y programación de actividades de mantenimiento.
- Predominio de acciones correctivas sobre estrategias preventivas.
- Ausencia de datos estructurados sobre las intervenciones de mantenimiento.
- Reportes de mantenimiento sin información clave, como tiempos de parada, tiempos de reparación, insumos utilizados y descripción de soluciones implementadas.
- Falta de documentación técnica sobre los equipos.
- Carencia de estudios que identifiquen los equipos críticos dentro de la planta.
- Inexistencia de registros de fallas y costos asociados al mantenimiento.
- Ausencia de un sistema formal de órdenes de trabajo y control de actividades realizadas.

Adicionalmente, se hizo la recolección de informes de mantenimiento existentes (en este caso solo tenían los de los equipos dentro de la planta de producción), filtración de información y procesamiento de datos para con ellos obtener datos estadísticos del mantenimiento de los equipos dentro de la organización (ver sección 15.6). Los resultados obtenidos fueron que durante el año 2024 las acciones de mantenimiento fueron 58% preventivas y 42% correctivas. También, se realizaron diagramas de Pareto con la información obtenida para ordenar datos de mayor a menor relevancia; ya que este principio estadístico se conoce como la regla 80/20 debido a que establece que el 80% de las consecuencias provienen del 20% de las causas. El diagrama de Pareto se utiliza para identificar y priorizar los problemas más importantes en un proceso.

La deficiente gestión del mantenimiento ha generado altos costos operativos, reflejados en la disminución de la disponibilidad de los equipos y en la recurrencia de fallos en maquinaria clave para la producción. Entre los equipos con mayor impacto en la operación debido a problemas recurrentes, como se muestra en Fig. 8, se encuentran:

- Termoformadora
- Molino Seydelman

- Clipeadoras
- Inyectadora Henecken

Estos aspectos se evaluaron en detalle mediante la aplicación de la norma COVENIN 2500-93, cuyos resultados se presentan en la sección de DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA. Es importante destacar que a lo largo del proyecto se llamarán los equipos como la empresa los tiene listados en sus bases de datos.

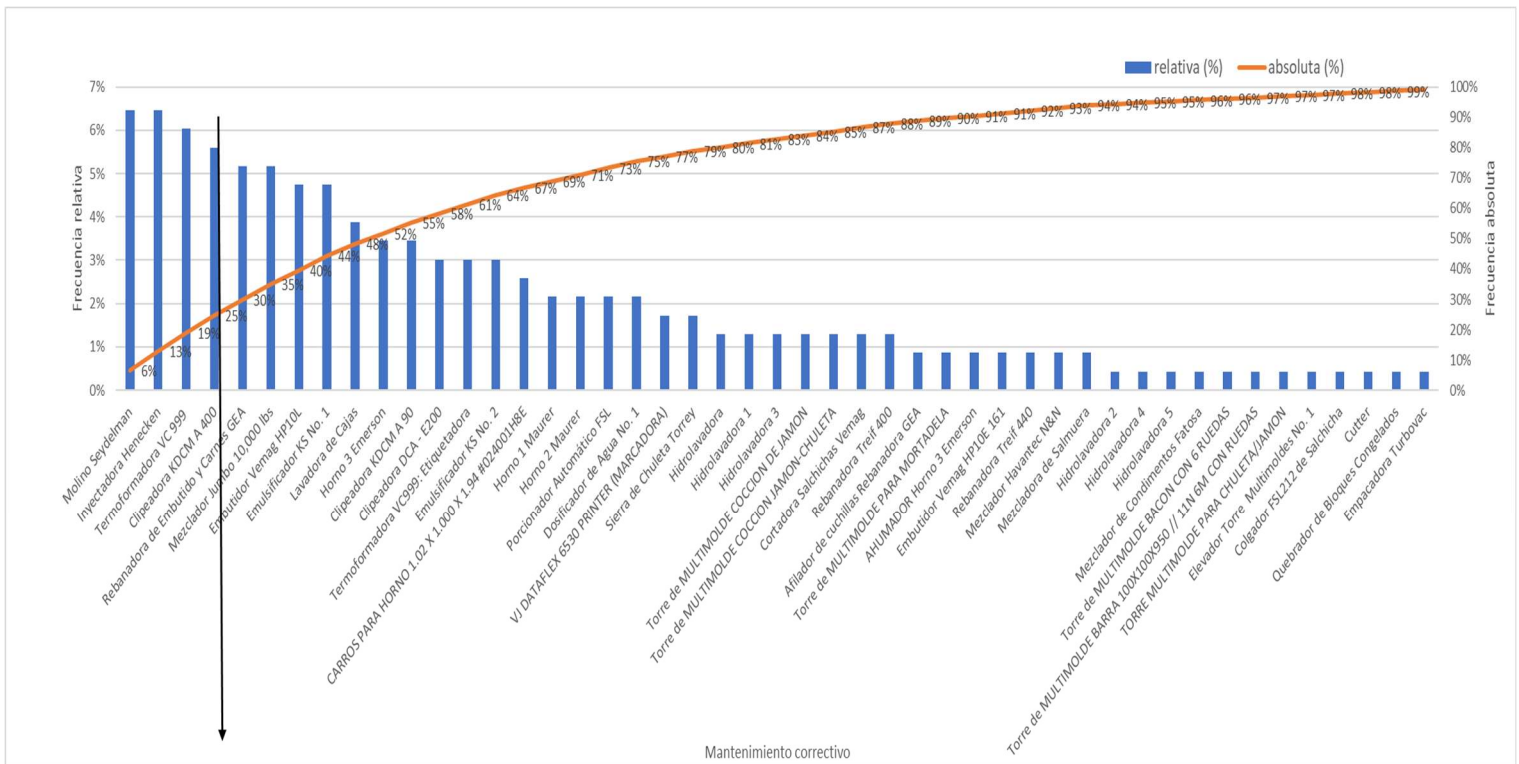


Fig. 8. Diagrama de Pareto de mantenimiento correctivo
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Con base a la Fig. 9 se puede apreciar que los equipos que más han recibido mantenimiento preventivo en el 2024 son:

- Termoformadora
- Molino Seydelman
- Embutidor Vemag HP10L
- Embutidor Vemag HP10E 161

- Mezclador Havantec
- Rebanadora Treif 440
- Mezclador Jumbo

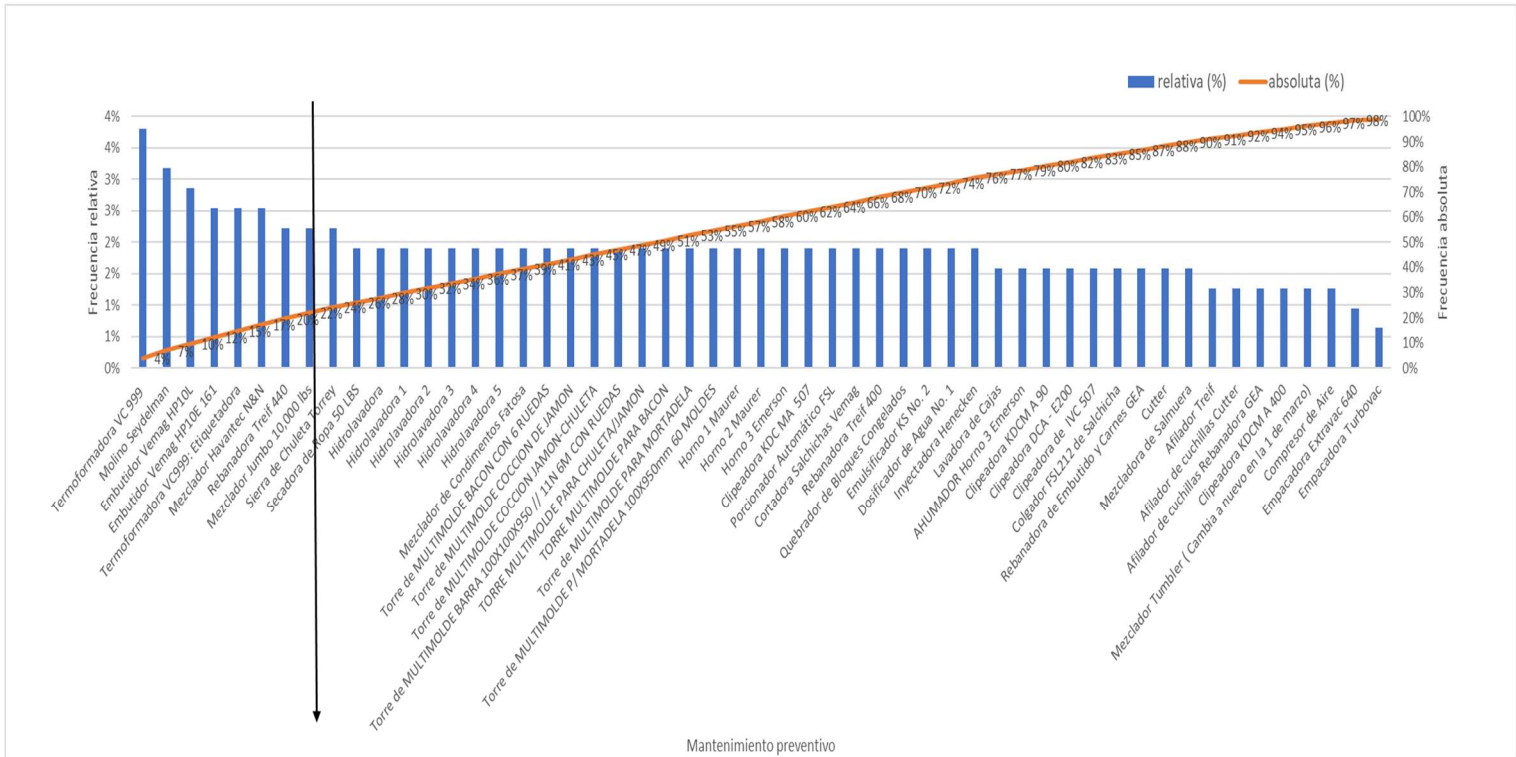


Fig. 9. Diagrama de Pareto de mantenimiento preventivo
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

4 DIAGNÓSTICO Y ANÁLISIS DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO DE LA EMPRESA

El proceso de análisis y diagnóstico tiene como propósito fundamental respaldar la gestión del departamento de mantenimiento de Industria Salqui Limitada de Cartago S.A., permitiendo una organización, planificación y control más eficiente de las actividades de mantenimiento sobre los equipos de la planta de producción. De igual forma, este análisis proporciona a la administración una visión detallada y objetiva sobre el desempeño actual de la gestión de mantenimiento, mediante su comparación frente a un modelo de referencia óptimo. Para este fin, la evaluación se desarrolló bajo los lineamientos establecidos por la Norma COVENIN 2500-93.

La aplicación de auditorías tiene como objetivo ofrecer una evaluación imparcial e independiente de los distintos aspectos que integran la administración del mantenimiento. Este proceso permite identificar oportunidades de mejora y debilidades presentes en el sistema, con el propósito de optimizar su desempeño y brindar apoyo técnico en la toma de decisiones estratégicas por parte de los responsables del área.

En lo que respecta a la metodología implementada para la auditoría de mantenimiento —basada en los criterios de la Norma COVENIN 2500-93—, se realizaron actividades de investigación, revisión documental y entrevistas estructuradas al personal directamente involucrado en los procesos de mantenimiento. Este enfoque metodológico aseguró la recopilación de información precisa, confiable y representativa del estado real de la gestión actual. El conocimiento interno de los procesos por parte del personal clave de la organización constituyó un factor determinante para la calificación objetiva de cada principio dentro de las áreas de evaluación definidas por la norma.

Una vez recopilada la información, los datos fueron procesados y sistematizados mediante hojas de cálculo en Excel, lo que permitió representar gráficamente los resultados obtenidos y asignar calificaciones cuantitativas a cada criterio evaluado dentro de la gestión de mantenimiento de la empresa.

4.1 Resultados Obtenidos de la Auditoría COVENIN

La Tabla 5 presenta los resultados globales de la evaluación realizada a la administración y gestión del mantenimiento en Industria Salqui Limitada S.A. A través de estos valores, es posible identificar las brechas existentes en cada una de las áreas evaluadas. En sección Auditoría COVENIN realizada en APÉNDICES se colocó el cuestionario con la información de la evaluación de mantenimiento.

Tabla 5.

Resumen de resultados de las áreas de evaluación

Número	Criterio	Puntuación	Porcentaje óptimo	Brecha	Criterios de madurez del mantenimiento
1	Organización empresa	39,33	100,00	60,67	Inocencia
2	Organización mantenimiento	48,00	100,00	52,00	Inocencia
3	Planificación mantenimiento	10,00	100,00	90,00	Inocencia
4	Mant. rutinario	34,80	100,00	65,20	Inocencia
5	Mant. programado	27,20	100,00	72,80	Inocencia
6	Mant. circunstancial	38,00	100,00	62,00	Inocencia
7	Mant. correctivo	25,20	100,00	74,80	Inocencia
8	Mant. Preventivo	28,00	100,00	72,00	Inocencia
9	Mant. Por avería	34,40	100,00	65,60	Inocencia
10	Personal de mantenimiento	71,00	100,00	29,00	Entendimiento
11	Apoyo logístico	70,00	100,00	30,00	Entendimiento
12	Recursos	56,67	100,00	43,33	Consciencia

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

La puntuación porcentual que se obtuvo como resultado de la auditoría realizada es de 36,7% lo que denota un criterio de madurez del mantenimiento de forma general de inocencia. La Fig. 11 permite observar de manera general los resultados obtenidos en todas las áreas abarcadas en la auditoría, en donde los puntos más fuertes destacan el apoyo logístico y el personal de mantenimiento, por otro lado, los puntos más críticos son la planificación de mantenimiento, el mantenimiento correctivo y el mantenimiento programado. Por su parte la Fig. 10 permite evidenciar de manera clara la distancia que existe entre el debería que establece la teoría y la realidad de la empresa bajo estudio y a su vez poder determinar cuáles áreas precisan de mayor trabajo para mejorar el mantenimiento y su gestión dentro de la organización.

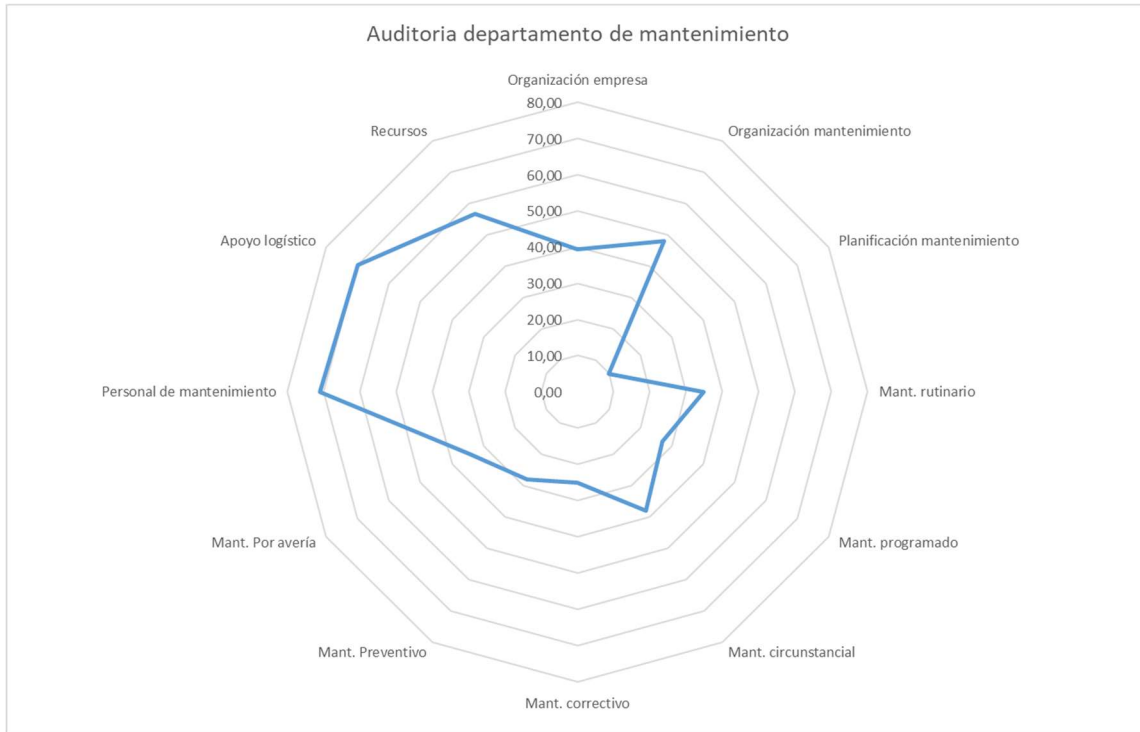


Fig. 11. Resultados de auditoría COVENIN
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

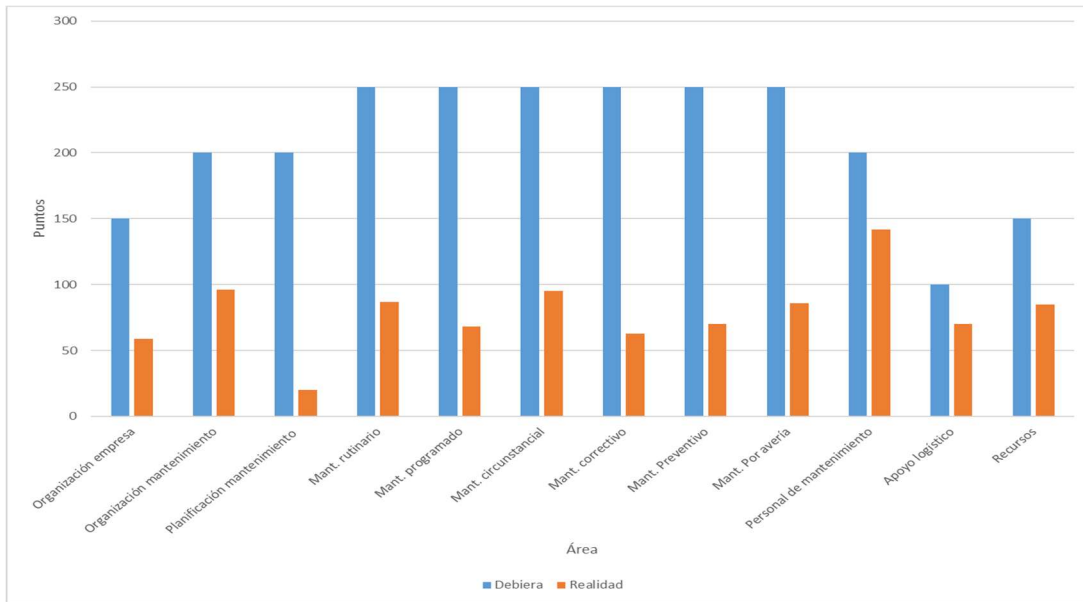


Fig. 10. Comparativa debiera vs realidad de los de auditoría COVENIN
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LA AUDITORÍA COVENIN

La auditoría realizada en la empresa ha evidenciado deficiencias estructurales y operativas que afectan la eficiencia de las actividades de mantenimiento. Se han identificado brechas significativas en áreas clave, como la planificación del mantenimiento, el mantenimiento programado y correctivo, así como en la organización general de la empresa y su enfoque hacia la gestión del mantenimiento.

El predominio de un enfoque reactivo en la ejecución del mantenimiento sugiere la ausencia de estrategias preventivas y predictivas, lo que impacta en la disponibilidad operativa de los equipos y en los costos asociados a fallos inesperados. Sin embargo, algunas áreas como la gestión del personal de mantenimiento, el apoyo logístico y la administración de recursos presentan una mejor evaluación, lo que indica que existen bases sobre las cuales se puede fortalecer la estructura del mantenimiento.

4.2.1 Análisis de Resultados por criterio

4.2.1.1 Organización de la empresa

Con una puntuación de 39.33, se evidencia que la estructura organizativa de la empresa en relación con el mantenimiento carece de un esquema sólido que permita una adecuada gestión de los recursos y actividades. La falta de una visión estratégica en este aspecto repercute directamente en la eficiencia del departamento.

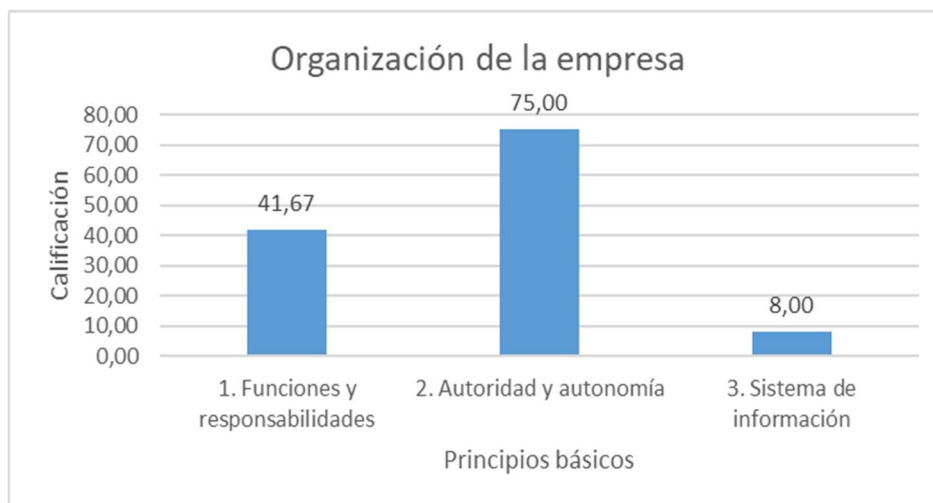


Fig. 12. Gráfico de los principios básicos de la organización de la empresa

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Según la Fig. 12, se evidencia que el sistema de información de la organización es el aspecto más débil en esta área. Actualmente, la empresa utiliza dos software distintos para el registro de información en toda la compañía; sin embargo, estos no se han adaptado a sus necesidades operativas. Además, la empresa no ha desarrollado documentos estandarizados para el registro de datos, lo que ha generado un sistema desorganizado y poco eficiente.

Como resultado, la información almacenada carece de estructura, lo que dificulta su filtrado y análisis. Esto implica que, para obtener datos relevantes para la toma de decisiones gerenciales, se requieren procesos adicionales, incrementando la carga operativa.

Por otro lado, las líneas de autoridad dentro de la empresa están bien definidas, y el personal tiene un conocimiento claro de sus funciones y responsabilidades.

4.2.1.2 Organización del Mantenimiento

La puntuación de 48.00 indican la ausencia de metodologías definidas para la gestión del mantenimiento. La carencia de normas y procedimientos claros limita la capacidad de respuesta ante fallos y afecta la optimización de los recursos disponibles.

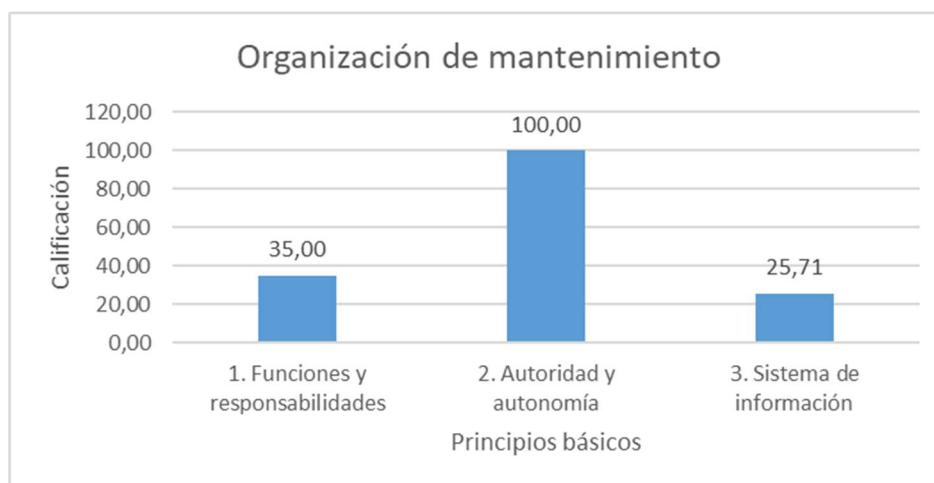


Fig. 13. Gráfico de los principios básicos de la organización de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

La Figura 13 evidencia que la organización carece de objetivos de mantenimiento claramente definidos, lo que limita la capacidad de planificación estratégica del área. Asimismo, se observa que la empresa no dispone del personal suficiente para atender de manera oportuna y efectiva todas las actividades de mantenimiento requeridas, ni para cubrir adecuadamente las demandas derivadas del sistema de producción. Como consecuencia de esta limitación en la dotación de recursos humanos, el departamento de mantenimiento se ve en la necesidad de recurrir con frecuencia al pago de horas extra con el fin de cumplir con las tareas asignadas, lo que incrementa los costos operativos y afecta la eficiencia general del sistema.

Por otro lado, el principio de autoridad y autonomía constituye el aspecto mejor consolidado dentro de esta área. Las funciones de cada integrante del equipo están claramente delimitadas, el personal cuenta con conocimiento de las líneas jerárquicas establecidas, y los funcionarios poseen el criterio técnico necesario para resolver situaciones de carácter

rutinario dentro de su ámbito de responsabilidad. No obstante, se identifican debilidades en los mecanismos de comunicación interna, dado que no existen formatos estandarizados ni procedimientos formales para la transmisión y el registro de la información, lo que dificulta su posterior procesamiento, análisis y utilización efectiva para la gestión de mantenimiento.

4.2.1.3 Planificación del Mantenimiento

Este criterio presentó la evaluación más crítica, con una puntuación de 10.00. La falta de planificación estructurada es un factor determinante en la recurrencia de averías y el impacto negativo en la operatividad de los equipos.

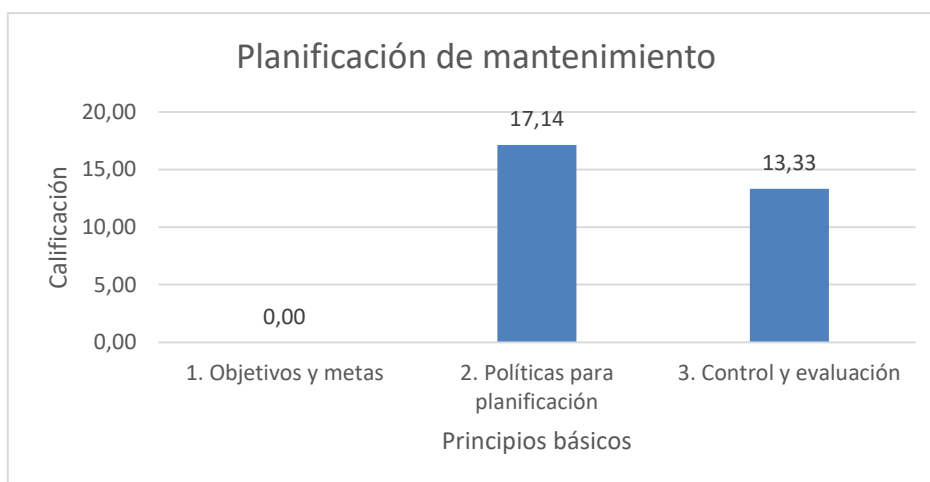


Fig. 14. Gráfico de los principios básicos de la planificación de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los resultados representados en la Figura 14 reflejan que el departamento de mantenimiento opera sin la existencia de objetivos ni metas claramente definidos, lo cual restringe su capacidad de establecer una estrategia de gestión efectiva y alineada con los objetivos generales de la organización. Asimismo, se evidencia la ausencia de un análisis de criticidad de los equipos, lo que dificulta la priorización de las acciones de mantenimiento en función del impacto operativo de cada activo.

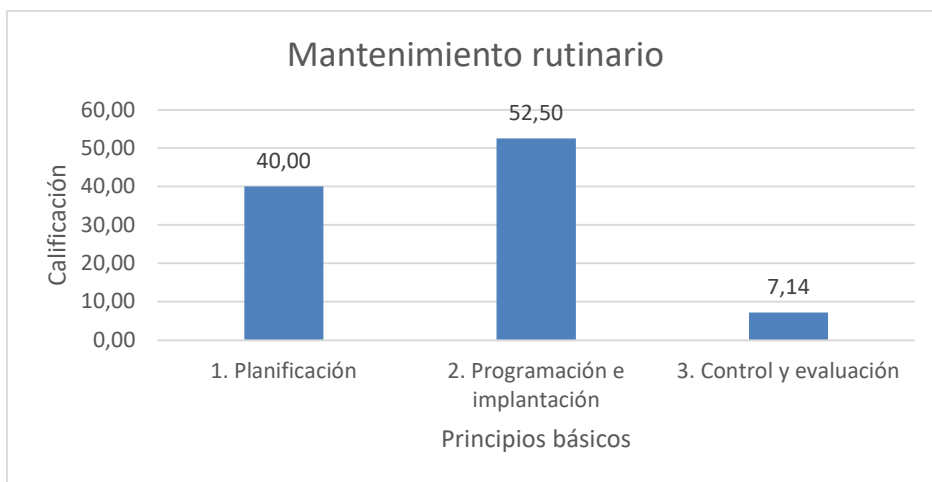
Adicionalmente, no se han desarrollado estudios que justifiquen de forma técnica las necesidades operativas actuales. Aunque la empresa dispone de software que permite el

almacenamiento de información, su utilización carece de estandarización, limitando la eficiencia en la gestión y el análisis de datos. Del mismo modo, los equipos no están codificados bajo un sistema lógico de identificación, lo cual entorpece su rápida localización y referencia dentro del sistema de mantenimiento.

Por otra parte, el departamento cuenta con la mayoría de los manuales técnicos y catálogos de piezas de los equipos, lo que representa un aspecto positivo en términos de documentación técnica disponible. Sin embargo, el registro de fallas y sus causas, aunque existe en formato escrito, presenta un alto volumen de información irrelevante, lo cual obliga a realizar un proceso de depuración y filtrado previo a su análisis. Como consecuencia, la generación de estadísticas requiere un significativo consumo de tiempo para el procesamiento y clasificación de datos, lo que provoca que una parte considerable de la información recopilada no sea finalmente analizada ni utilizada de forma sistemática en los procesos de toma de decisiones.

4.2.1.4 Mantenimiento Rutinario

Con una puntuación de 34.80 se observa que las tareas rutinarias de mantenimiento no cuentan con un seguimiento riguroso, lo que podría derivar en un deterioro progresivo de los equipos.

Fig. 15.**Gráfico de los principios básicos del mantenimiento rutinario**

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los resultados reflejados en la Fig. 15 evidencian la ausencia de documentos escritos con instrucciones formales para el mantenimiento rutinario de los sistemas. En su lugar, las acciones realizadas dependen exclusivamente del criterio de los técnicos, quienes han sido capacitados y cuentan con experiencia en el manejo de estos equipos. De esta manera, el mantenimiento rutinario es determinado por los propios técnicos, basándose en las necesidades que han identificado dentro de la empresa.

A pesar de esta informalidad, existe una buena coordinación con el área de producción para la ejecución del mantenimiento rutinario, ya que es necesario coordinar previamente con los departamentos de limpieza, calidad y producción antes de realizar cualquier intervención en la planta.

Sin embargo, se identifican diversas deficiencias en la gestión del mantenimiento rutinario:

- No hay una identificación clara de las herramientas de mayor uso.
- Se carece de fichas de control para los equipos.
- Los registros son deficientes y no siguen un formato estandarizado.
- No se realiza una evaluación ni supervisión estructurada del mantenimiento rutinario.

Estas deficiencias impactan la eficiencia del mantenimiento, dificultando la optimización de los procesos y la mejora continua en la gestión de los equipos.

4.2.1.5 *Mantenimiento Programado*

La puntuación de 27.20 refleja que la programación de mantenimiento no se está ejecutando de manera eficiente, lo que incrementa la probabilidad de fallos imprevistos y afecta la confiabilidad operativa.

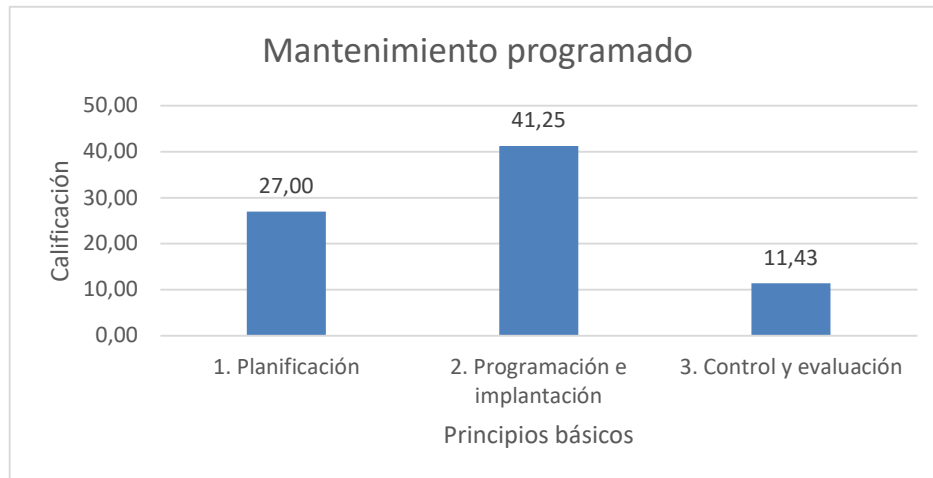


Fig. 16. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento programado

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los gráficos presentados en la Fig. 16 evidencian la ausencia de estudios previos que permitan determinar con precisión las cargas de trabajo y los ciclos de revisión del mantenimiento, lo que genera un desconocimiento real de las necesidades de la empresa. No se cuenta con análisis que ayuden a establecer un orden de prioridad para los equipos ni las acciones de mantenimiento que deben aplicarse a cada uno. En consecuencia, la programación de las actividades de mantenimiento recae en los técnicos, quienes las planifican según su criterio al inicio del año. Sin embargo, no existe un control sobre estos programas, lo que impide un adecuado seguimiento de la ejecución de las acciones planificadas.

Adicionalmente, los reportes de mantenimiento consisten en descripciones generales de las labores diarias realizadas por los técnicos, redactadas en prosa sin un formato estructurado. Estos registros carecen de información detallada sobre los insumos utilizados,

limitándose a documentar la hora de inicio y finalización de cada tarea. Como resultado, la recopilación y el procesamiento de la información son lentos e ineficientes.

Asimismo, no se cuenta con un sistema de generación de órdenes de trabajo, ni con procedimientos formalizados para la implantación de planes de mantenimiento programado, lo que dificulta la organización y optimización de los procesos dentro del departamento.

4.2.1.6 *Mantenimiento Circunstancial*

Con una puntuación de 38.00 se evidencia una dependencia excesiva del mantenimiento reactivo, lo que incrementa los costos y reduce la efectividad del sistema de mantenimiento.

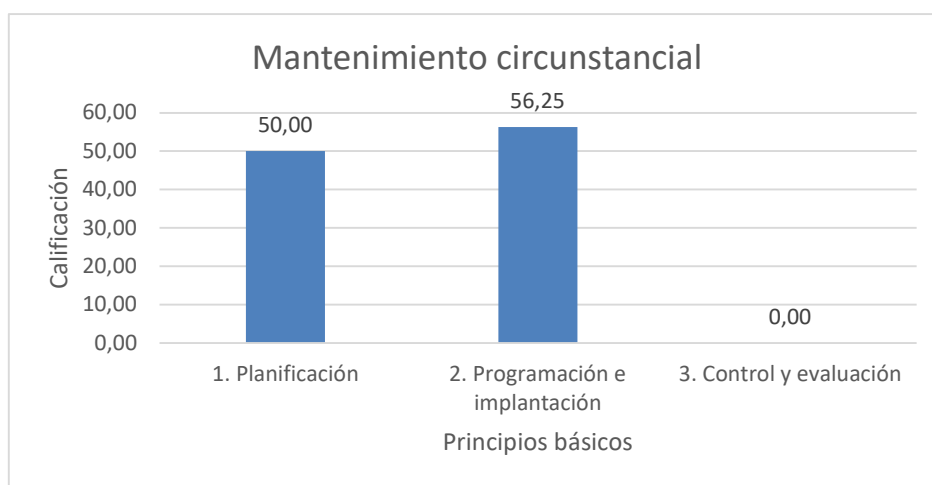


Fig. 17. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento circunstancial

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los resultados de la Fig. 17 se deben a que no se cuenta con formularios ni registros detallados que documenten las acciones de mantenimiento circunstancial necesarias para cada equipo. Sin embargo, existe una buena coordinación con el departamento de producción, ya que este es el encargado de reportar la mayoría de las incidencias cuando una máquina no opera de manera óptima.

A pesar de esta coordinación, el mantenimiento circunstancial presenta diversas deficiencias. En primer lugar, falta personal para atender la carga de trabajo de toda la planta,

y no existe una planificación clara para la ejecución de estas tareas. Además, si bien las intervenciones se realizan con base en el conocimiento técnico del departamento de mantenimiento, no hay procedimientos estandarizados para el control, ejecución y evaluación de estas actividades.

La recopilación de información es deficiente, lo que dificulta el análisis de las fallas y la toma de decisiones. Asimismo, no se ha establecido un orden de prioridades para la atención de los equipos, lo que puede generar retrasos y afectar la eficiencia operativa de la planta.

4.2.1.7 *Mantenimiento Correctivo*

Con una puntuación de 25.20, este tipo de mantenimiento sigue predominando, lo que indica la necesidad urgente de implementar estrategias que minimicen la frecuencia de fallos y maximicen la vida útil de los activos.



Fig. 18. Gráfico de los principios básicos de mantenimiento correctivo

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

La Fig. 18 se debe a la suma de factores tales como que no se cuenta con una clasificación de fallas, ni con un registro detallado de las averías ni de los métodos empleados para su solución. Además, no existe un orden de prioridades, y el análisis de las labores de mantenimiento correctivo por parte del nivel superior es superficial y poco detallado.

Los aspectos relacionados con la programación del mantenimiento son prácticamente inexistentes, y la falta de personal suficiente dificulta la atención de todas las necesidades de la planta. Asimismo, no hay mecanismos de control para supervisar el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo, lo que afecta su eficiencia y efectividad.

La información recopilada carece de procesamiento y análisis, lo que impide visualizar con claridad el uso de recursos y su impacto en el sistema. Además, en los reportes de labores generados por los técnicos, no se clasifica en el tipo de mantenimiento realizado, ni se documentan los insumos ni las técnicas empleadas en cada intervención, lo que limita la trazabilidad y optimización del mantenimiento en la empresa.

4.2.1.8 *Mantenimiento Preventivo*

La puntuación de 28.00 demuestra que la aplicación de un mantenimiento preventivo estructurado es limitada, lo que genera un impacto negativo en la continuidad operativa.

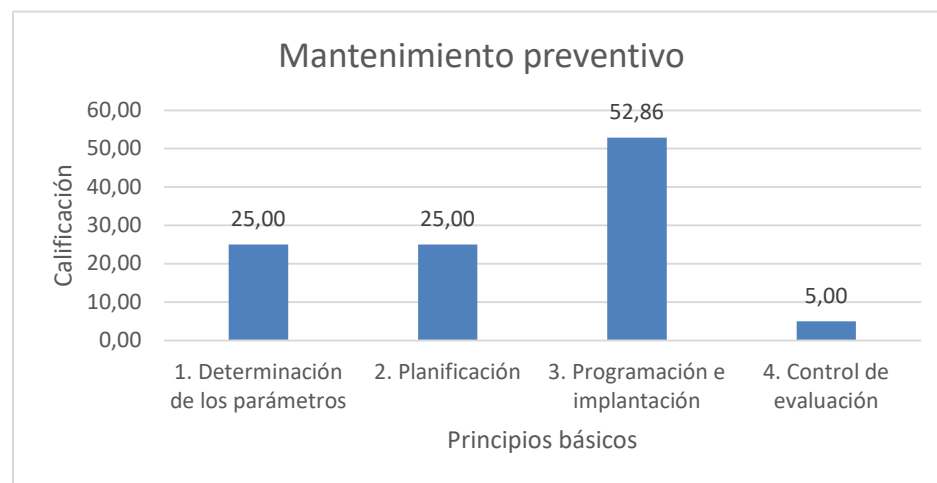


Fig. 19. Gráfico de los principios básicos del mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los valores presentes en la Fig. 19 se deben a que la organización no posee mayor estudio que permita determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento. El análisis estadístico de la información recopilada es casi nulo. El personal cuenta con la capacidad total para realizar las mediciones de tiempos de parada y entre fallas,

sin embargo, no se lleva un registro de esto. El departamento carece de fichas normalizadas que permitan la recolección de información técnica básica de cada objeto de mantenimiento intervenido. Las órdenes de trabajo son deficientes y no se comunican con suficiente antelación, se carece de un estudio de fallas, el seguimiento que se le da a las labores en las órdenes de trabajo es poco y no se mide la eficiencia de los resultados de mantenimiento. Los reportes generados por los técnicos carecen de un formato establecido, están llenos de información irrelevante lo que dificulta obtener información de interés, no se reportan los insumos empleados en cada mantenimiento y no permite obtener mucha información estadística para futuras decisiones.

4.2.1.9 *Mantenimiento por Avería*

La puntuación de 34.40 refleja que las intervenciones correctivas se realizan principalmente cuando ocurre una falla, en lugar de contar con un enfoque preventivo que reduzca la incidencia de averías.

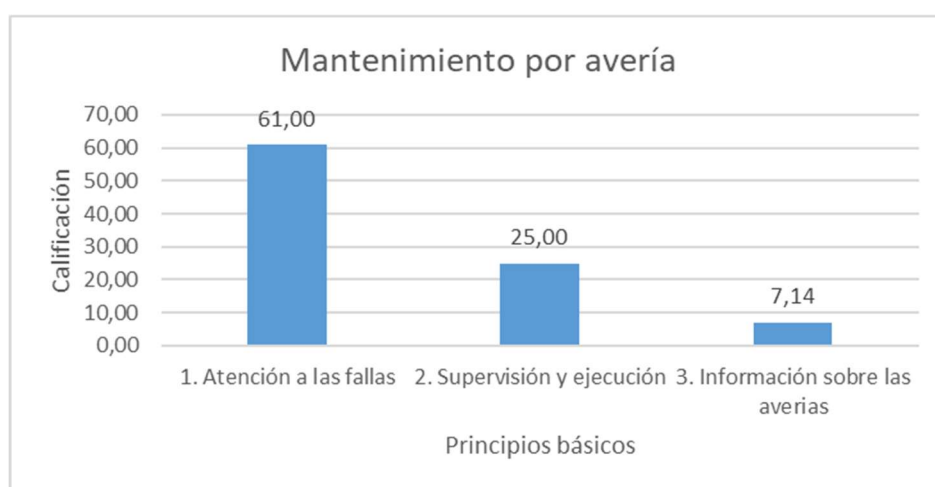


Fig. 20. Gráfico de los principios básicos de mantenimiento por avería

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

El gráfico presentado en la Fig. 20 refleja la ausencia de procedimientos escritos para la ejecución de mantenimiento, lo que impide reducir el tiempo fuera de servicio del sistema. Además, no existe un orden de prioridades ni un seguimiento efectivo de las acciones de mantenimiento por avería desde su detección hasta su ejecución.

Asimismo, no se lleva un historial de fallas de cada equipo, lo que dificulta su análisis y clasificación. La información recopilada no es evaluada por el departamento de mantenimiento, lo que genera un desconocimiento sobre el impacto real de cada falla en el sistema cuando se presentan incidentes.

Si bien los técnicos responden rápidamente ante una avería, la falta de personal puede prolongar el tiempo de solución, afectando la disponibilidad operativa de los equipos.

4.2.1.10 Personal de Mantenimiento

Con 71.00 puntos, el personal de mantenimiento cuenta con un nivel aceptable de conocimientos, pero requiere capacitaciones continuas para mejorar sus competencias y adaptarse a metodologías avanzadas.

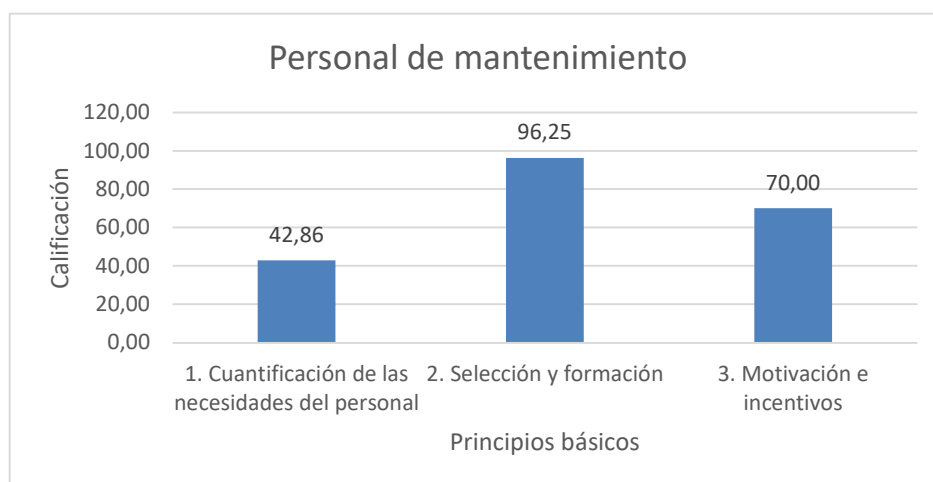


Fig. 21. Gráfico de los principios básicos del personal de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Como se observa en la Fig. 21, este aspecto representa uno de los puntos más sólidos de la organización gracias a la capacidad del personal. Sin embargo, la cuantificación del personal no es óptima ni se ajusta a la realidad operativa de la empresa.

No existen formatos estandarizados que especifiquen el tipo y número de ejecutores de mantenimiento, considerando factores como la frecuencia de las tareas, el tipo de

mantenimiento y la planificación semanal. Además, los datos generados a partir del proceso de cuantificación del personal no son utilizados para optimizar la gestión de recursos humanos en el área de mantenimiento.

Como aspectos positivos, la empresa cuenta con procedimientos establecidos para la selección de personal, dispone de períodos de adaptación para nuevos colaboradores, y los cargos dentro de la organización de mantenimiento están claramente documentados. Asimismo, la descripción de funciones de cada puesto es bien conocida por el personal, lo que contribuye a una mayor claridad en las responsabilidades de cada trabajador.

4.2.1.11 Apoyo Logístico

Con una puntuación de 70.00, se observa que, si bien la gestión de inventarios es relativamente eficiente, aún existen oportunidades de mejora para reducir tiempos de espera y optimizar el flujo de materiales.

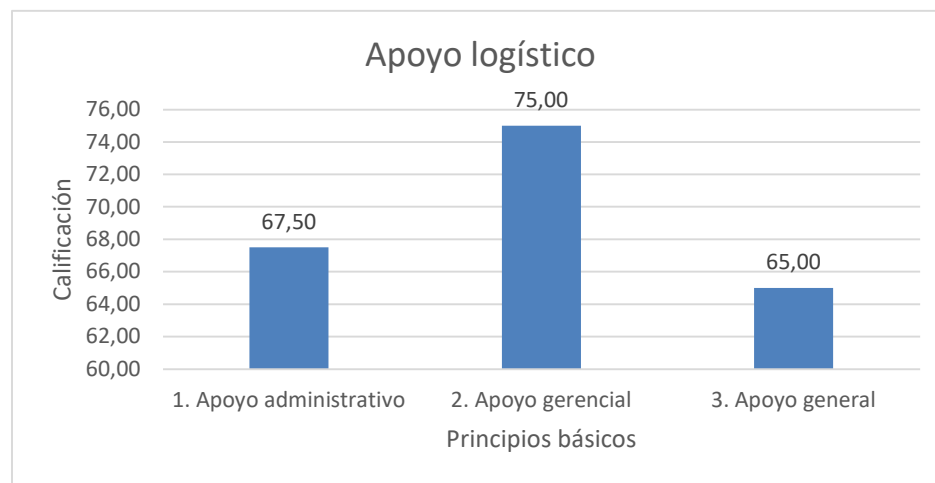


Fig. 22. Gráfico de los principios básicos del apoyo logístico

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Como aspectos positivos de este apartado, se destaca que la organización mantiene una coordinación efectiva con el departamento de mantenimiento, y la gerencia cuenta con políticas de financiamiento orientadas a la inversión y mejora de los equipos de mantenimiento.

Sin embargo, existen deficiencias en la gestión de insumos, ya que el conocimiento sobre los recursos necesarios para el mantenimiento es parcial. Aunque la gerencia comprende que el mantenimiento va más allá de la simple reparación de sistemas, la realidad operativa de la empresa no refleja esta visión. Estos factores se ven reflejados en la Fig. 22.

4.2.1.12 Recursos

El criterio de recursos presenta una puntuación de 56.67. Aunque este criterio está en una mejor posición relativa, la administración y disponibilidad de recursos aún pueden optimizarse para garantizar la continuidad del mantenimiento.

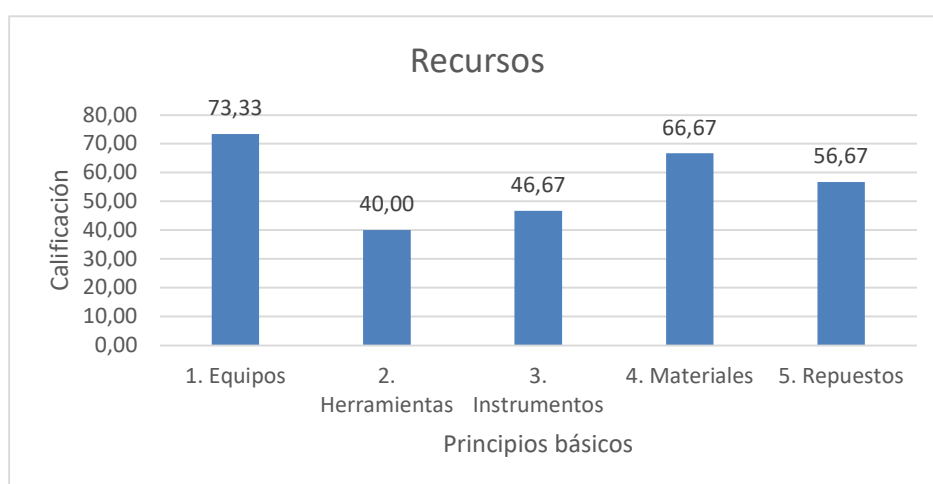


Fig. 23. Gráfico de los principios básicos de recursos

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Como aspectos positivos de esta sección, se destaca que el departamento de mantenimiento tiene acceso a todos los catálogos de los equipos, lo que facilita la consulta de especificaciones y procedimientos técnicos. Además, el almacenamiento de equipos y repuestos se realiza en un espacio adecuado, evitando su deterioro. Asimismo, existe un control establecido para la gestión de materiales desechados por mala calidad, asegurando un manejo eficiente de estos recursos.

No obstante, se identifican varias deficiencias en la gestión del almacén:

- Los materiales no están plenamente identificados, ya que no se utilizan etiquetas, sellos, rótulos o códigos de color.

- No se ha determinado el costo asociado a la falta de materiales ni el impacto financiero por la ausencia de repuestos.
- No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.
- No existen controles formales para el uso y el estado de las herramientas.

Estos aspectos reflejan las condiciones presentadas en la Fig. 23, evidenciando la necesidad de optimizar los procesos de gestión de inventario y control de recursos en el área de mantenimiento.

4.2.2 Resumen de análisis de resultados

El diagrama de Ishikawa que se muestra en Fig. 24 representa un resumen estructurado de los resultados obtenidos en la auditoría COVENIN realizada en Salqui. Esta herramienta visual permite organizar y analizar las posibles causas de los problemas identificados, proporcionando una visión clara y detallada de los factores que influyen en el desempeño del mantenimiento.

El Ishikawa se diseñó como una metodología de análisis de causa y efecto, donde se presentan tanto el problema central como sus posibles factores contribuyentes en un solo esquema. Su objetivo es facilitar la identificación de la causa raíz, ayudando a los equipos de trabajo a comprender las relaciones entre las distintas variables que afectan la gestión del mantenimiento y proporcionando una base sólida para la toma de decisiones orientadas a la mejora continua.



Fig. 24. Ishikawa de los resultados obtenidos en la auditoría COVENIN

Fuente: Elaboración propia (Miro)

5 PROPUESTA DEL MODELO DE GESTIÓN DE MANTENIMIENTO PARA SALQUI

Un modelo de gestión constituye un conjunto de procesos estructurados, concebidos para fortalecer la organización y optimizar la eficiencia del departamento de mantenimiento. Su implementación permite identificar, establecer y priorizar objetivos, convirtiéndose en la base fundamental para el desarrollo de un programa de mantenimiento eficaz.

Para la empresa Industria Salqui Limitada, se diseñó un Modelo de Gestión de Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM, por sus siglas en inglés), con el propósito de ordenar y optimizar las funciones del departamento de mantenimiento. Este enfoque procura mejorar la eficiencia operativa, alineando a la empresa con un modelo de producción más esbelto, orientado a la reducción de desperdicios y a la maximización sistemática de los recursos.

El modelo propuesto se fundamenta en las necesidades identificadas en la empresa y en los requerimientos de las partes interesadas. Su estructura contempla una fase de planificación de las actividades de mantenimiento, cuyo éxito dependerá del compromiso y la participación activa del departamento. Para garantizar su correcta implementación, el modelo se sustenta en sistemas de información, gestión de recursos humanos, administración de almacenes de repuestos y contratación de servicios de mantenimiento tercerizados, lo que permite una ejecución eficaz en cada una de sus fases.

Contar con una herramienta de planificación y supervisión del mantenimiento resulta esencial, ya que permite coordinar tanto las actividades de mantenimiento correctivo como el cumplimiento del cronograma de mantenimiento preventivo. Una adecuada planificación facilita la optimización en la ejecución de los mantenimientos, asegurando un control eficiente del tiempo de respuesta. El objetivo principal es garantizar la disponibilidad operativa de los equipos y una gestión eficiente de los trabajos programados.

Con base en la auditoría realizada y en la problemática detectada, en el presente documento, específicamente en la Fig. 25, se propone un modelo de gestión de mantenimiento estructurado en diferentes etapas, que integran los procesos de planificación, ejecución, control y mejora continua del mantenimiento en Industria Salqui Limitada.

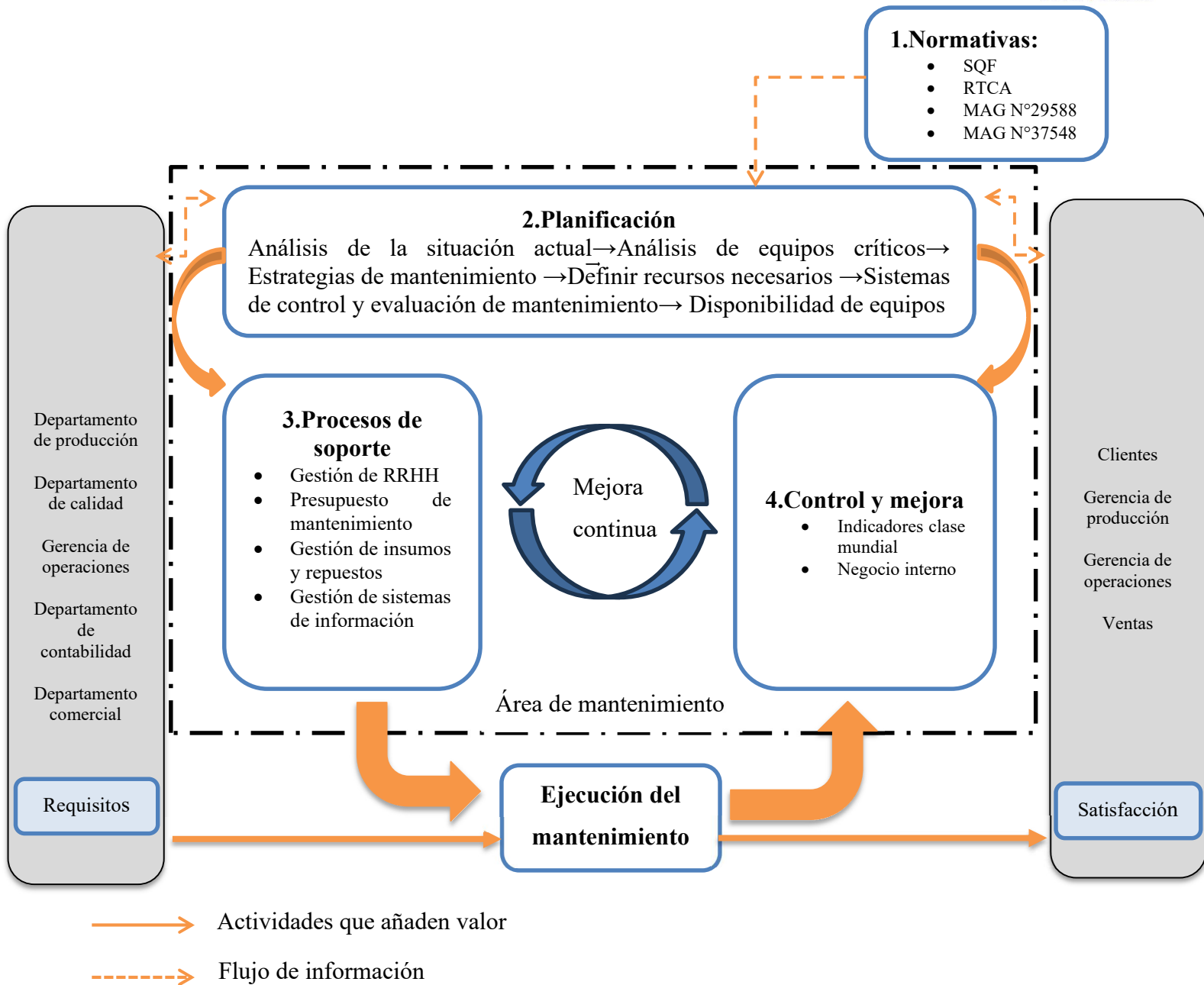


Fig. 25. Esquema de modelo de gestión de mantenimiento propuesto para Salqui.
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Word)

Para sustentar su viabilidad, este modelo se presenta como una propuesta vendible a la organización mediante el estudio técnico-financiero desarrollado en el capítulo 10, en el cual se evalúan los costos de implementación, gastos operativos anuales y los ahorros estimados, considerando distintos escenarios. Este análisis permite demostrar que, bajo condiciones normales o favorables, el modelo resulta financieramente viable y aporta beneficios tangibles a la empresa, tanto operativos como económicos.

5.1 Normativas

En la primera etapa del modelo de Gestión en Mantenimiento se plantea como base antes realizar tanto el planeamiento y ejecución, como el control y mejora del mantenimiento, las normativas asociadas al proceso productivo. Salqui al ser una empresa del sector alimenticio y dedicarse a la fabricación de embutidos es regulado por el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA), el código sobre inocuidad de los alimentos: Fabricación de alimentos del instituto SQF (esta involucra todos los aspectos asociados a la calidad del proceso productivo, buenas prácticas del proceso y los requisitos que debe cumplir el mantenimiento), el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de Mataderos, Producción y Procesamiento de Carnes (MAG N°29588) y el Reglamento Sanitario y de Inspección Veterinaria de establecimiento de sacrificio y procesadores de aves (MAG N°37548); estos dos últimos corresponden al Ministerio de Agricultura y Ganadería y establecen todos los requisitos a nivel nacional que debe cumplir la organización.

5.2 Planificación

La etapa de planificación abarca un conjunto de tareas a corto, mediano y largo plazo, orientadas a alcanzar el objetivo principal: garantizar la disponibilidad de los equipos de producción.

A corto plazo, se inicia con un análisis de la situación actual del Departamento de Mantenimiento, el cual se lleva a cabo mediante la aplicación de la Norma COVENIN sobre Gestión en Mantenimiento, propuesta por el Comité Técnico de Normalización. Los resultados de esta evaluación se presentan en el capítulo anterior.

Otra tarea fundamental en el corto plazo es la jerarquización de equipos, la cual se realiza mediante técnicas de cálculo de criticidad. Este análisis considera el riesgo asociado a la falla de cada equipo, permitiendo al Departamento de Mantenimiento identificar en cuáles equipos es prioritario enfocar mayores esfuerzos e inversiones, como se detalla en el capítulo 6.

Las tareas a mediano plazo comprenden la implementación de estrategias de mantenimiento diseñadas para mejorar la condición operativa de los equipos. Estas

estrategias se basan en el análisis del comportamiento de las intervenciones correctivas y preventivas, así como en la incorporación de métodos predictivos dentro de los planes de mantenimiento.

Además, en esta etapa es fundamental definir y gestionar los recursos necesarios para la ejecución de las estrategias establecidas. Esto implica la adecuada asignación de personal, repuestos y tiempo dedicado a las actividades de mantenimiento, garantizando una administración eficiente de los recursos disponibles.

Finalmente, la meta a largo plazo es alcanzar una mayor disponibilidad de los equipos, lo que permitirá reducir los tiempos improductivos y, con ello, mejorar la competitividad del negocio. También, se busca establecer un sistema integral que facilite el control y evaluación del impacto del mantenimiento, asegurando su eficiencia y sostenibilidad en el tiempo.

5.3 Procesos de soporte

Esta etapa se centra en los aspectos de soporte esenciales para la gestión eficiente del mantenimiento, abarcando la administración del recurso humano y su correcta asignación para la intervención en los equipos. Su propósito es garantizar el cumplimiento de los mantenimientos planificados sin afectar los tiempos de respuesta ni la ejecución de los mantenimientos correctivos, asegurando así una operación equilibrada y eficiente.

Además, se consideran otros procesos de apoyo fundamentales, entre ellos:

- Gestión de los recursos definidos en la etapa de planificación, asegurando su disponibilidad para cada intervención.
- Manejo de la documentación que respalde y registre cada mantenimiento realizado en los equipos, permitiendo un seguimiento detallado y la mejora continua del proceso.
- Recopilación y análisis de datos, con el fin de aplicar herramientas estadísticas que faciliten la toma de decisiones estratégicas y optimicen la eficiencia del mantenimiento.

Un elemento clave dentro de esta fase es la revisión del presupuesto de mantenimiento, ya que este define la disponibilidad de capital y recursos económicos necesarios para ejecutar cualquier intervención en los equipos de producción. La correcta administración del presupuesto no solo permite garantizar la continuidad de las operaciones, sino que también ayuda a priorizar las inversiones y a optimizar el uso de los recursos disponibles.

En conjunto, estos procesos de soporte aseguran que la gestión del mantenimiento se realice de manera estructurada, eficiente y sostenible, alineándose con los objetivos operativos y estratégicos de la empresa.

5.4 Ejecución de mantenimiento

Como su nombre lo indica, esta etapa se enfoca en la ejecución de las intervenciones de mantenimiento, tanto las planeadas como las correctivas, en los equipos de producción. En este punto del proceso, ya se han aplicado los procesos de soporte, garantizando que los recursos, el personal y la documentación necesaria estén debidamente gestionados para llevar a cabo las actividades de mantenimiento de manera efectiva y estructurada.

La correcta ejecución de esta fase es fundamental para minimizar tiempos de inactividad, asegurar la operatividad óptima de los equipos y cumplir con los planes de mantenimiento establecidos, contribuyendo así a la continuidad y eficiencia del sistema productivo. Como guía visual se generó la Fig. 26 que es un mapa conceptual del proceso de mantenimiento para que el personal sepa de mejor manera como se debe proseguir en cada caso.

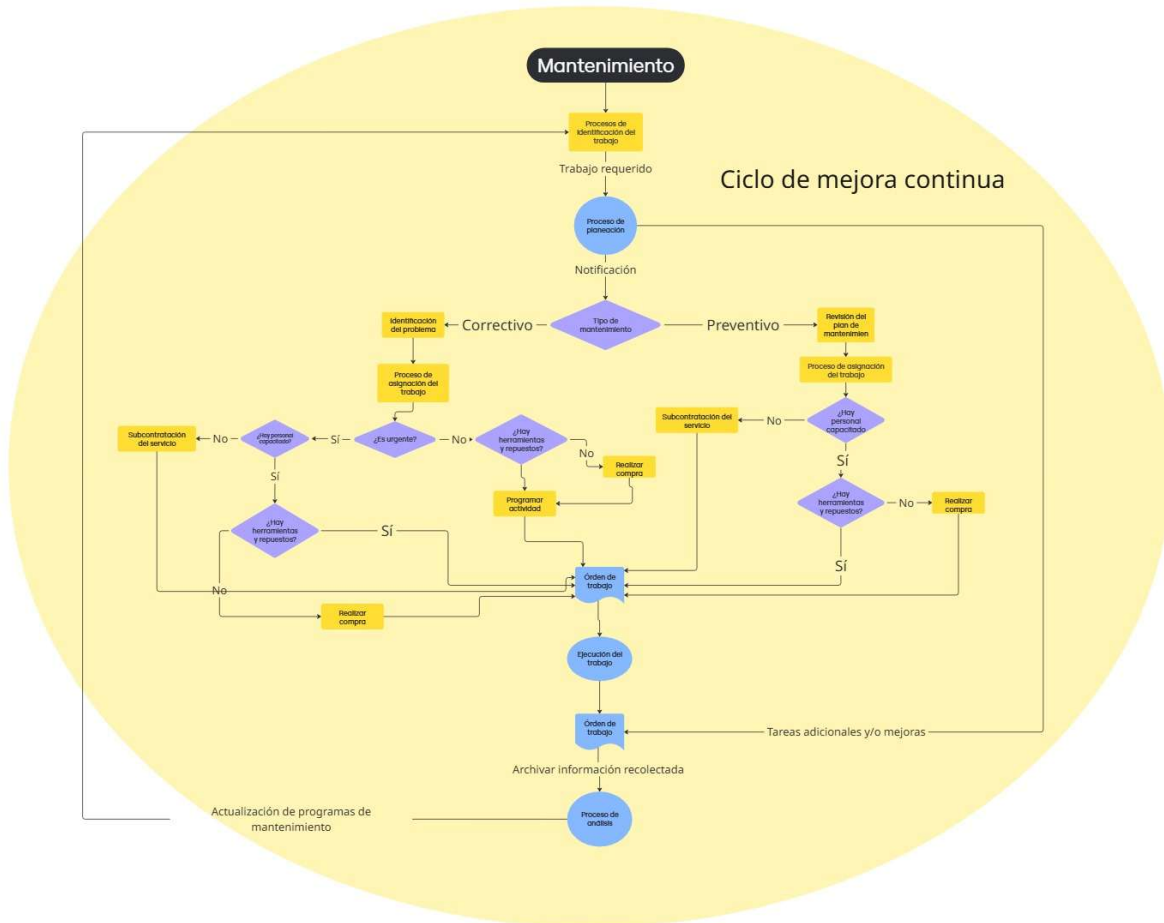


Fig. 26. Proceso de Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia (Miro)

Es fundamental que el modelo de gestión propuesto esté alineado con el plan estratégico de la empresa, ya que este define iniciativas orientadas a mejorar la rentabilidad y optimizar los costos operativos. Esta alineación otorga solidez al modelo, especialmente considerando que, si bien actualmente se realizan labores de mantenimiento en los equipos, no existe una estructura clara ni una categorización definida de las estrategias de mantenimiento que deben aplicarse a cada equipo dentro de la línea de producción.

En este sentido, el modelo tiene el potencial de contribuir significativamente a la optimización de costos, ya que mediante el desarrollo del Análisis de Modo de Falla y Efectos

(AMFE) y el análisis de criticidad, se establece una base sólida para reorientar recursos humanos y financieros de manera más eficiente.

Además, si se toma en cuenta que uno de los objetivos estratégicos de la empresa es aumentar su capacidad de producción, se hace necesario adoptar medidas que aseguren que los equipos puedan responder a ese incremento en la demanda. En este contexto, el modelo orienta sobre las estrategias de mantenimiento adecuadas para cada equipo, y propone un plan específico para los equipos críticos, identificando cuáles deben ser priorizados para garantizar su disponibilidad y rendimiento ante una mayor exigencia operativa.

Finalmente, la incorporación de herramientas tecnológicas que permitan recopilar datos sobre intervenciones de mantenimiento y volúmenes de producción tendrá un impacto directo en la gestión de inventarios, lo cual facilitará la adaptación dinámica del mantenimiento en función del comportamiento real de la planta, mejorando así la eficiencia global del sistema productivo. Todo lo mencionado anteriormente se resume en Fig. 27.

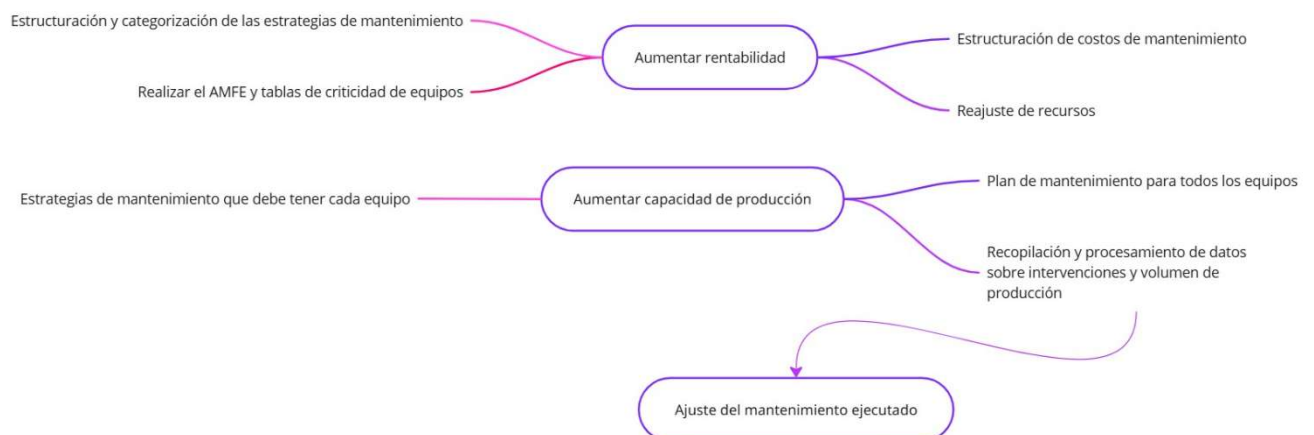


Fig. 27. Alineamiento Modelo – Plan estratégico.

Fuente: Elaboración propia (Miro)

Para la estructura organizacional propuesta se toma como base la disponibilidad del recurso humano y los planes a futuro de la empresa de contratar más colaboradores se propone la siguiente estructura organizacional de mantenimiento (Fig. 28).

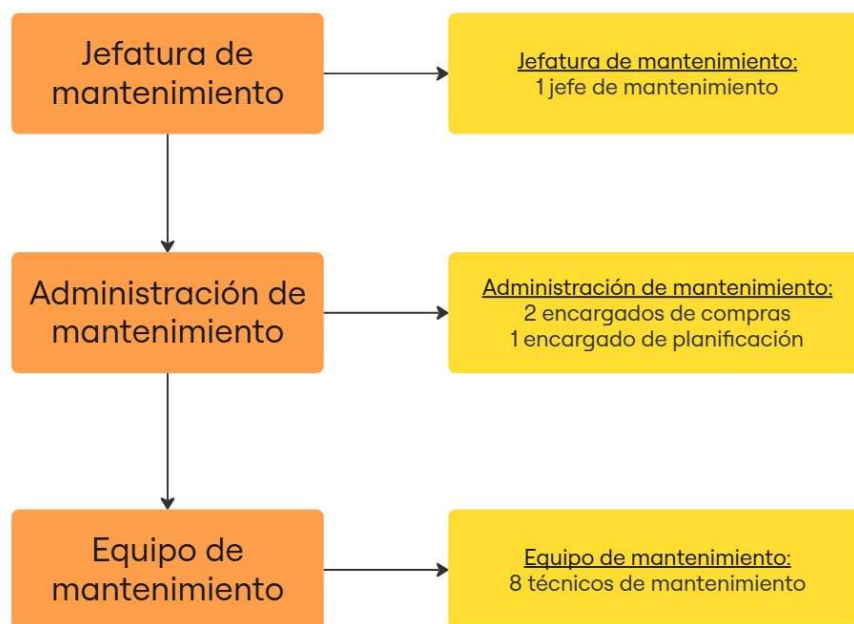


Fig. 28. Propuesta estructura Organizacional Mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia (Miro)

De acuerdo con la disponibilidad del recurso humano y en función de la estructura organizacional propuesta, se plantea la siguiente división de tareas (Fig. 29). Si bien se establece una asignación de roles y responsabilidades, es importante señalar que estas funciones no son exclusivas de una sola persona. La expectativa es que los diferentes departamentos y colaboradores trabajen de forma colaborativa, complementándose mutuamente según sea necesario, con el fin de asegurar una gestión eficiente y flexible de las actividades.

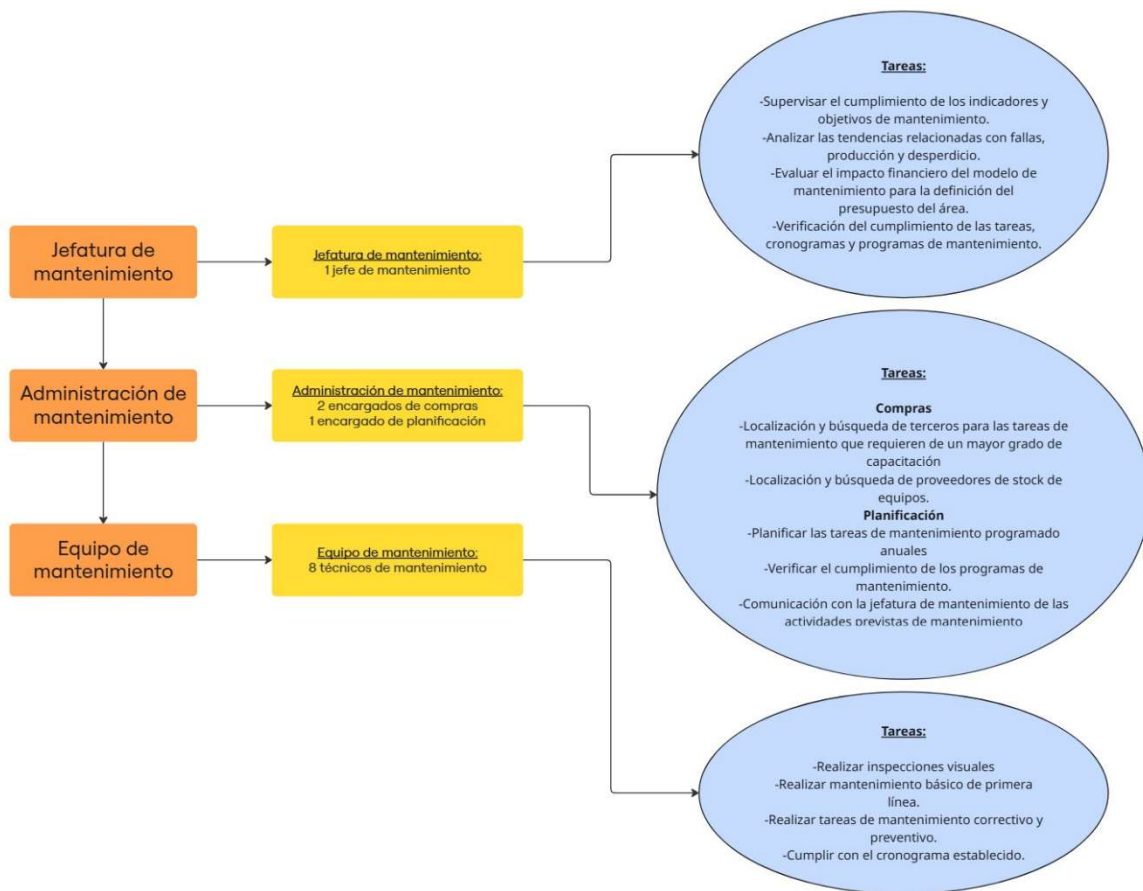


Fig. 29. División de Tareas, Roles y Responsabilidades

Fuente: Elaboración propia (Miro)

5.5 Control y mejora

La etapa de Control y Mejora se enfoca en la evaluación del desempeño del mantenimiento a través del monitoreo de indicadores de rendimiento, utilizando la metodología del Cuadro de Mando Integral. Este proceso permite al Departamento de Mantenimiento cuantificar el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos, así como analizar el aprendizaje y crecimiento organizacional derivados de la gestión del mantenimiento.

Para llevar a cabo este control, se emplea un sistema de información de mantenimiento, el cual facilita la recopilación, análisis y seguimiento de datos clave. Esto no solo permite

medir la eficiencia de las estrategias implementadas, sino también identificar oportunidades de mejora, asegurando un proceso de optimización continua dentro de la gestión de mantenimiento.

5.6 Requisitos y satisfacción

El primer paso en la aplicación del modelo consiste en la selección de estrategias de mantenimiento adecuadas para cada equipo, basándose en un análisis de criticidad. A partir de este análisis, se determina si el equipo requiere mantenimiento preventivo, programado, predictivo, correctivo o una combinación de estos enfoques. Además, el mantenimiento rutinario se considera una actividad estándar que debe integrarse en la planificación de todas las máquinas.

Una vez establecidas las estrategias, se inicia la ejecución del mantenimiento, mediante la generación, asignación y seguimiento de órdenes de trabajo. Estas órdenes no solo permiten monitorear y controlar los gastos de mantenimiento, sino que también facilitan la comparación entre costos reales y valores presupuestados, asegurando el cumplimiento de los límites financieros establecidos y optimizando el uso de los recursos en el área de mantenimiento.

5.7 Estrategia de comunicación

La comunicación efectiva del modelo de gestión de mantenimiento propuesto resulta un factor determinante para su adopción exitosa dentro de la empresa. Una correcta transmisión de los conceptos, beneficios y formas de aplicación permitirá que el personal se involucre activamente en el proceso de cambio, favoreciendo una transición ágil y sostenible. En función de ello, se plantean a continuación una serie de estrategias comunicacionales diseñadas teniendo en cuenta el perfil del personal de Salqui, en particular su nivel educativo y rango etario:

Adaptación del lenguaje técnico:

El modelo incorpora terminología propia de la ingeniería en mantenimiento industrial, por lo que se vuelve indispensable emplear un lenguaje claro, directo y sin

excesivos tecnicismos. El objetivo es facilitar la comprensión por parte de todos los colaboradores, independientemente de su formación técnica. Como recurso pedagógico, se propone el uso de ejemplos cotidianos que permitan establecer analogías comprensibles con los conceptos técnicos involucrados.

Difusión de casos de éxito:

Compartir experiencias reales de pequeñas y medianas empresas, tanto nacionales como internacionales, que han implementado modelos similares con resultados positivos, constituye una herramienta motivadora. Estas referencias permiten evidenciar los beneficios concretos del cambio, reforzar la necesidad de evolución tecnológica y fortalecer el sentido de competitividad ante un mercado en constante transformación.

Espacios de diálogo personalizados:

Se propone la realización de reuniones individuales o en pequeños grupos con el objetivo de generar espacios de confianza en los que los trabajadores puedan expresar dudas, inquietudes o sugerencias. Este tipo de instancias también permitirá identificar posibles resistencias y brindar acompañamiento personalizado para garantizar una correcta comprensión del modelo.

Uso de canales de comunicación diversos:

Reconociendo que no todas las personas procesan la información de la misma manera, se plantea la utilización de múltiples canales de comunicación. Entre ellos, se destacan las reuniones presenciales, carteles visibles en los espacios de trabajo, correos electrónicos, y plataformas internas de mensajería. La clave es garantizar el acceso permanente y sencillo a la información, promoviendo su consulta en cualquier momento necesario.

Implementación de recursos visuales:

A lo largo del desarrollo del modelo, se han generado materiales gráficos como diagramas, mapas conceptuales, tablas y figuras que facilitan su comprensión. Estas herramientas visuales permiten sintetizar procesos complejos y ofrecen una guía intuitiva para la toma de decisiones. Un ejemplo de esto es el mapa conceptual del proceso de

mantenimiento, el cual guía al usuario paso a paso para resolver situaciones concretas, a través de preguntas clave y respuestas orientadoras.

5.8 Registro de información

5.8.1 Codificación de equipos

El primer paso para implementar un enfoque de mantenimiento basado en confiabilidad es la codificación y el listado detallado de todos los equipos que forman parte del sistema productivo. Actualmente, la empresa cuenta con una codificación asignada a la mayoría de los elementos de la planta; sin embargo, esta es no significativa, ya que los números o códigos utilizados no brindan información útil adicional sobre los equipos.

Por esta razón, se decidió proponer una codificación significativa o inteligente, en la que cada código asignado aporte datos relevantes sobre el equipo, como su ubicación, tipo y consecutivo. Esta codificación debe cumplir con los requisitos de los softwares que la empresa usa para que pueda ser empleada a futuro. El principal requisito es que el código no puede tener más de ocho caracteres.

La adopción de esta nueva codificación, estructura que se muestra en Fig. 30, facilita la identificación de los equipos, lo que mejora considerablemente la gestión de los registros de mantenimiento, la generación de órdenes de trabajo y la cuantificación de costos de mantenimiento por equipo, optimizando así el control y la trazabilidad dentro del sistema.

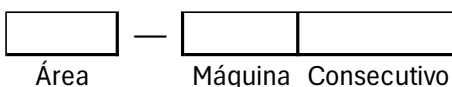


Fig. 30. Codificación propuesta

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

En Tabla 6 se muestra un breve extracto de las áreas de la empresa y las codificaciones propuestas para estas. Por su parte, en Tabla 7 se muestra la codificación vieja y la codificación propuesta para una parte de los equipos de la planta.

Tabla 6.*Extracto de áreas y codificaciones propuestas*

Área	Abreviación
AHUMADOS	AH
ALMACENAMIENTO FRESCO	AF
ANTIGUO TENDERIZADO	AT
CARNES	CA
CEDI	CD
CONGELADO	CG
Cuarto Máquinas	CM
DESPACHO	DP
ETAPA 1	ET1
ETAPA 3	ET3
PASILLO MARMITA	PM
PATIO	PT
PLANTA	PL

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)**Tabla 7.***Extracto de la codificación de equipos*

Equipo	Área	Código viejo	Código nuevo
AHUMADOR Horno 3 Emerson	Cocción	MAQ111	CC-HEA3
Elevador Torre Multimoldes No. 1	Cocción	MAQ068	CC-ET1
Elevador Torre Multimoldes No. 2	Cocción	MAQ088	CC-ET2
CARROS PARA HORNO 1.02 X 1.000 X 1.94 #024001H8E	Cocción	MAQ112	CC-CH1
Clipeadora KDCM A 400	Embutido	MAQ078	EB-C400
Clipeadora KDCM A 90	Embutido	MAQ087	EB-C90
Clipeadora DCA - E200	Embutido	MAQ115	EB-C200
Clipeadora de IVC 507	Embutido	MAQ056	EB-C507

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Ya con una codificación inteligente, se puede proceder con asignación de las órdenes de trabajo de las tareas de mantenimiento y con una futura cuantificación de los costos de mantenimiento por cada una de estas órdenes con base se vaya generando datos. La codificación de todos los equipos se encuentra en la sección 15.7.


5.8.2 Órdenes de trabajo

Para la generación de las órdenes de trabajo se proponen dos métodos alternativos. El primero consiste en la impresión y llenado manual de la tabla presentada en la Tabla 8. La segunda opción es a través del uso de una macro programada en Excel (Fig. 31), la cual permite completar digitalmente la misma tabla. Las respuestas ingresadas mediante este formulario automatizado se transfieren de forma automática a otra hoja dentro del mismo archivo, donde quedan almacenadas y listas para su procesamiento posterior.

Ambas opciones buscan facilitar el registro y organización de las actividades de mantenimiento, adaptándose a los recursos disponibles y al nivel de digitalización de la empresa.

Tabla 8.

Formato de órdenes de trabajo

Orden de trabajo		Industria Salqui de Cartago LTDA		
Número de consecutivo				
Fecha y hora de solicitud				
Solicitado por				
Require paro de:	Código	Equipo		
Área del equipo				
Tipo de mantenimiento				
Recursos necesarios				
Recurso	Descripción			
Materiales y repuestos				
Equipo necesario				
Personal	Nombre	Código	Firma	
	Técnico			
	Supervisor			
Trazabilidad del Proceso de Mantenimiento				
Fecha y hora de inicio		Descripción del trabajo a realizar		
Fecha y hora de finalización				
Tiempo de ejecución de trabajo hasta la puesta				
Tiempo total (desde fallo hasta puesta en				
Observaciones				

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)


Orden de trabajo		Industria Salqui de Cartago LTDA			
Número de consecutivo					
Fecha y hora de solicitud				Fecha y hora de solicitud	
Solicitado por					
Require paro de:	Código	No existe	Equipo		
Área del equipo		No existe			
Tipo de mantenimiento					
Recursos necesarios					
Recurso	Descripción				
Materiales y repuestos					
Equipo necesario					
Personal	Nombre	Código	Firma		
	Técnico	No existe			
	Supervisor	No existe			
Trazabilidad del Proceso de Mantenimiento					
Fecha y hora de inicio		Descripción del trabajo a realizar		Fecha y hora de inicio	
Fecha y hora de finalización				Fecha y hora de finalización	
Tiempo de ejecución de trabajo hasta la puesta en marcha (horas)	0				
Tiempo total (desde fallo hasta puesta en marcha)					
Observaciones				Guardar	
				Limpiar	

Fig. 31. Macro para generar órdenes de trabajo

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

6 ANÁLISIS DE CRITICIDAD DE LOS EQUIPOS

Para este análisis, se incluyeron todos los equipos involucrados en la producción y operación de la empresa. Se empleó el método desarrollado por (Pistarelli, 2010), previamente expuesto en el marco teórico de este documento.

Con el objetivo de considerar distintos criterios, se realizó un análisis por separado con los gerentes de producción, calidad y mantenimiento. Posteriormente, se calculó el promedio de los resultados obtenidos para asignar una clasificación a cada equipo.

Teniendo en cuenta el contexto operacional, la ponderación asignada a cada uno de los factores evaluados se presenta en Tabla 9.

Tabla 9.

Ponderación asignada para cada factor evaluado en análisis de criticidad

Factor	Peso
1. Seguridad y medio ambiente	10
2. Producción	10
3. Calidad	10
4. Pérdidas/Daños	5
5. Equipos redundantes (Stand-by)	4
6. Régimen de marcha	3
7. Frecuencia de fallas	3
8. Equipos de reserva	2
9. Tiempo medio entre reparación (MTTR)	2

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

La clasificación de la criticidad, basada en los resultados obtenidos, se estableció de la siguiente manera:

- Crítico: ≥ 300
- Importante: ≥ 200
- Prescindible: < 200

En análisis dio como resultado los equipos y familias críticos clasificados en el orden presente la Tabla 10:

Tabla 10.

Orden de criticidad de equipos

Orden de criticidad	Equipo/sistema	Promedio	Clasificación
1	Caldera	437,33	Crítico
2	Termoformadora VC 999	410,00	Crítico
3	Planta de tratamiento	403,00	Crítico
4	Paralela de refrigeración	388,33	Crítico
5	Molino Seydelman	360,33	Crítico
6	Condensadores	344,67	Crítico
7	Evaporadores	344,67	Crítico
8	Rebanadora Treif 400	342,00	Crítico
9	Rebanadora Treif 440	342,00	Crítico
10	Rebanadora de Embutido y Carnes GEA	342,00	Crítico
11	Sistema de bombeo	309,00	Crítico
12	Cutter	301,00	Crítico
13	Embutidor Vemag HP10E 161	292,00	Importante
14	Embutidor Vemag HP10L	292,00	Importante

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Las embutidoras si bien es cierto, por su puntaje entran en la categoría de equipos importantes, se establecen estos equipos como críticos debido al mantenimiento imperativo y su contexto operativo dentro de la planta, esto lo menciona (Pistarelli, 2010) en su capítulo 1. Los análisis de criticidad dependiendo del criterio de cada área y el promedio total obtenido para todos los equipos los pueden visualizar en la sección 15.3. Los condensadores y evaporadores corresponden a los sistemas de refrigeración existente en la planta de producción y se consideran como un conjunto para cada habitación. El sistema de bombeo si divide en tres etapas y 6 tanques de almacenamiento.

7 ANÁLISIS DE MODOS DE FALLAS SUS EFECTOS Y CRITICIDAD (AMFE)

De forma continua, se avanzó con el desarrollo del Análisis de Modos de Falla y sus Efectos de Criticidad (AMFE), con un enfoque específico en los equipos más críticos previamente identificados. Este análisis permitió evaluar los modos de falla potenciales, sus consecuencias operativas y su impacto en la seguridad y en la producción, priorizando aquellos activos cuya criticidad representa un riesgo significativo para la continuidad operativa de la planta.

No obstante, debido a limitaciones de tiempo, no fue posible extender el análisis AMFE al resto de los equipos que no fueron clasificados como críticos. Esta restricción impidió una evaluación integral del sistema, lo que sugiere la necesidad de ampliar este análisis en fases posteriores del proyecto, con el fin de obtener una visión más completa del estado de confiabilidad y mantenibilidad del resto de los activos.

A continuación, se presentan los AMFEs elaborados para los equipos críticos de la organización. En el caso de las embudadoras, detectores de metales, rebanadoras y sistemas de refrigeración de cámaras, dado que se trata de equipos con características técnicas similares, cuyas diferencias principales radican en sus parámetros de operación, se incluye en este documento una muestra representativa de AMFEs por cada grupo (Tabla 11 a la Tabla 21). Los demás AMFEs fueron colocados en la sección 15.4.

Es importante señalar que los AMFEs fueron desarrollados para la totalidad de los equipos clasificados como críticos, el caso de las cámaras de refrigeración para que exista una mejor noción de donde se ubica cada una se colocó en la sección 15.1 los planos de la empresa en donde se nombra cada una de las diferentes cámaras.

Tabla 11.

AMFE de la Termoformadora VC 999

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Termoformadora VC 999	Empacar los embutidos con un nivel de vacío de 0 a 10 bar, una temperatura de sellado dentro del rango de 135 a 140 °C y con un tiempo de corte de 1 segundo.	Empaques con vacío insuficiente (<10 bar)	Desgaste en empaques de la bomba de vacío	Pérdidas de vacío	Producto mal empacado, menor vida útil, riesgo de contaminación
		Fugas en el empaque plástico	Máscara de sellado desgastada	Pérdida de hermeticidad del empaque	Contaminación del producto, reclamos de clientes, incumplimiento de normas sanitarias
			Plancha de sellado mal posicionada	Fallo de sellado	Pérdida de producto, re-procesamiento, desperdicio de material
		Corte deficiente del plástico	Corte deficiente del plástico	Cuchilla desgastada o mal alineada	Paros no programados, mala presentación del producto, posible afectación al sellado
		Desplazamiento incorrecto del film plástico	Desajuste o daño en el sistema de tracción	Desalineación del empaque	Producto fuera de especificación, atascos, pérdida de productividad
		Fallas en el sistema de transporte del film o bandejas	Bandas desalineadas, rodillos sucios o desgastados	Movimiento irregular o bloqueos	Paros inesperados, reducción de velocidad de producción
		Temperatura de sellado inestable	Falla en las resistencias o en el control de temperatura	Sellado deficiente o quemado	Productos rechazados, pérdida de eficiencia, fallas en auditorías

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 12.

AMFE de la Paralela de refrigeración

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Paralela de refrigeración	suministrar y regular el flujo de refrigerante hacia los evaporadores y condensadores, manteniendo una presión de 20-50 psi en succión y 200-300 psi en alta	No se mantiene la presión adecuada en el sistema	Fugas de refrigerante	Disminución de la capacidad de refrigeración	Aumento del consumo energético y pérdida de eficiencia en el sistema
		No suministra refrigerante de manera continua	Daño en elementos eléctricos como contactores y presostato	Interrupción del suministro de refrigerante	Paro del sistema de refrigeración
		Aumento excesivo de temperatura en el sistema	Obstrucción en los condensadores por falta de limpieza	Elevación de la temperatura de condensación	Mayor desgaste de los compresores y riesgo de fallas catastróficas
		Variaciones en la distribución del refrigerante	Mal funcionamiento de válvulas de expansión	Fluctuaciones en la temperatura de los evaporadores	Ineficiencia en el proceso de enfriamiento y fallos en la producción

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 13.

AMFE Caldera Cleaver Brooks

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Caldera Cleaver Brooks	Mantener una presión de 90-95 psi y una temperatura de 175-180°C para la generación de vapor	No genera vapor	Corte de corriente	Paro total del equipo	Detención del proceso de producción, pérdida de eficiencia energética, posibles retrasos en la producción
		No responde a comandos electrónicos	Daño de microchips	Fallo en el control y automatización	Riesgo de sobrepresión o temperatura inadecuada, fallas en el sistema de seguridad
		Reducción del flujo de vapor	Incrustaciones en las tuberías	Disminución en la eficiencia térmica, aumento en el consumo de combustible	Posible obstrucción total, aumento en costos de mantenimiento, riesgo de explosión si no se atiende a

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 14.

AMFE Planta de tratamiento

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Planta de tratamiento	Operar al 53-95% de su capacidad total y mantener un nivel de detección del aerador de 29-49%	Reducción del flujo de agua tratada	Mala limpieza de trampas	Obstrucción de tuberías	trabamiento de bomba de succión
		Fallo eléctrico en el sistema	quema de componentes eléctricos	Pérdida de funcionalidad del sistema de control	Paro total del proceso, daño irreversible en equipos electrónicos, aumento de costos
		No se evacúa el agua residual	quema de bomba de desalojo	Acumulación de agua residual	Riesgo de desbordamiento, contaminación ambiental, multas por incumplimiento normativo
		Acumulación excesiva de lodos	quema de bomba de lodos	No se puede sacar el lodo	Saturación del sistema, reducción de la eficiencia del tratamiento, generación de malos

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 15.

AMFE del Embutidor Vemag HP10L

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Embutidor Vemag HP10L	Embutir jamones de 7.9-9.6 g, 200 kg en 30 min con presión de vacío de -80 a -85 lb	No opera con la presión adecuada	Fuga o fallo en bomba de vacío	Reducción de eficiencia en embutido	Producto con aire, textura inconsistente, rechazo
		Disminución en velocidad de embutido	Desgaste en componentes del sistema mecánico	Producción más lenta	Aumento de tiempos y reducción de productividad
		Mezcla no distribuida uniformemente	Mal acoplamiento del tornillo sinfín o tolva	Variabilidad en peso de porciones	Producto fuera de especificación, reprocesamiento
		Paro inesperado del equipo	Sobrecalentamiento del motor	Detención de la línea	Pérdida de producto, tiempos muertos, alto costo
		Ruidos anómalos o vibración	Desalineación del husillo o desgaste de cojinetes	Daños progresivos en el equipo	Averías mayores, necesidad de recambio de piezas
		Error de porcionado	Obstrucción o parámetros erróneos	Embutidos de tamaño irregular	Problemas de presentación, reclamos de calidad

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 16.

AMFE de la Rebanadora Treif 400

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Rebanadora Treif 400	Cortar productos con un grosor de 2-3 mm, una altura de 1,03 mm, de 8-24 rebanadas y una velocidad de 400 rpm	Pérdida de precisión en el corte	Desgaste de cuchilla	Rebanadas irregulares, defectos en el producto	Producto fuera de especificación, aumento de desperdicio, posible rechazo del lote
			Cuchilla desafilada	Distribución no uniforme del producto en la rebanadora, causando cortes irregulares o	Problemas de presentación del producto, posible desperdicio de materia prima, necesidad de
		Disminución de la presión en el sistema neumático	Falla en la bomba de aire comprimido	Reducción en la eficiencia del corte, variaciones en la calidad del rebanado	Disminución de la capacidad de producción, interrupciones no programadas, necesidad de mantenimiento correctivo
		Interrupción repentina del equipo	disparo de breaker	Detención del proceso, posible sobrecarga eléctrica	Paro inesperado en la línea de producción, riesgo de daños en componentes eléctricos, incremento en costos de

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 17.

AMFE de cámara de enfriamiento 1

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 1	Mantener la temperatura interna de la cámara entre -2 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 45 a 55 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de
		Acumulación excesiva de escarcha en el	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 18.

AMFE del sistema de bombeo etapa 1

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Sistema de bombeo etapa 1	Mantener llenos dos tanques de agua de 22,000 litros, usando dos bombas idénticas sin requerimiento de presión específica, controladas por boyas de nivel	No se llena el tanque a tiempo	Falla en una o ambas bombas	Nivel bajo de agua en los tanques	Interrupción del suministro al proceso, paro de producción por falta de agua
		Sobrellenado de los tanques	Fallo en boya de nivel máximo	Desbordamiento de agua	Desperdicio de recurso, posibles daños en el entorno o riesgos eléctricos
		Bombeo innecesario (sin control)	Fallo en sistema de control o en relé de arranque	Funcionamiento continuo de bomba sin demanda	Desgaste prematuro, consumo excesivo de energía, sobrecalentamiento del motor
		El sistema no detecta nivel bajo	Boya de nivel mínimo atascada o dañada	Bomba no entra en operación	Vaciamiento progresivo del tanque, aire en sistema, cavitación de bomba

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 19.

AMFE del Molino Seydelman

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Molino Seydelman	Procesar y mezclar 200 kg de producto cárnico en un lapso de 5 a 9 minutos dependiendo del producto y de la temperatura a la que este se encuentre	Pérdida de alineación	Desalinamiento del tornillo sin fin	Vibración, reducción en la eficiencia del mezclado, desgaste prematuro del	Producto mal procesado, daño progresivo en el sistema, paros no planificados
		Pérdida de transmisión	Desgaste de fajas	Patinaje, pérdida de velocidad de rotación, calentamiento del motor	Interrupción del proceso, bajo rendimiento, posible sobrecarga del motor
		Fijación incorrecta	Faja mal ajustada	Inestabilidad del giro, ruido, deslizamiento	Paradas frecuentes, necesidad de reajustes constantes, riesgo de daño a poleas
			Desajuste de pascones	Movimiento inadecuado del conjunto, vibraciones, desalineaciones adicionales	Fallas en el alineamiento general, mayor desgaste mecánico, aumento de mantenimientos

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 20.

AMFE de la Cutter

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cutter	Mezclar y emulsionar hasta 100 kg de producto en 7-10 minutos, garantizando una mezcla homogénea y textura uniforme	Producto no se procesa adecuadamente	Cuchillas desafiladas	Corte deficiente, mezcla heterogénea	Producto fuera de especificación, riesgo de rechazo por calidad
		Sobrecalentamiento del motor	Uso continuo prolongado o deficiencia en ventilación	Paro del equipo, posible activación del sistema de protección térmica	Interrupción de la producción, tiempos de inactividad elevados
		Vibración excesiva del equipo	Desbalanceo en el rotor o desgaste de cojinetes	Ruidos anómalos, riesgo mecánico	Daño en el eje o en el sistema de transmisión, riesgo para el operador
		Fugas de producto	Deterioro de sellos del eje	Pérdida de producto, contaminación del entorno	Riesgo higiénico, necesidad de limpieza y posible pérdida de lote
		Parada inesperada	Deterioro de sellos del eje	Detención del proceso	Paro no programado, revisión eléctrica urgente
		Fallo en la transmisión	Fallo eléctrico o de sensores de seguridad (tapa, panel)	El tazón o las cuchillas no giran	Inoperatividad del equipo, requiere mantenimiento mecánico
		Formación de espuma o emulsión inestable	Exceso de velocidad o tiempo de mezcla	Cambios en textura y color	Producto no conforme, reprocesamiento o rechazo

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tabla 21.

AMFE del detector de metales para la zona de embutidos

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Detector de metales para la zona de embutidos	Detectar y eliminar de la línea de producción de la zona de embutidos aquellos productos cárnicos de la sección de embutidos que contengan partículas metálicas superiores a los límites establecidos: 2 mm para metales ferrosos, 2,5 mm para metales no ferrosos y 4,5 mm para acero inoxidable (INOX).	No detecta metales presentes en el producto	Sensores mal calibrados, desbalance del equipo, interferencia	Partículas metálicas pasan desapercibidas	Riesgo para la salud del consumidor, incumplimiento de normativas, retiro del producto,
		No elimina productos contaminados	Falla del relé de rechazo o del sistema de expulsión	El producto contaminado sigue en la línea	Riesgo de contaminación cruzada, no conformidad en auditorías
		Alarmas o señales incorrectas	Vibraciones externas, piezas metálicas cercanas, configuración	Rechazo de productos no contaminados	Aumento en el desperdicio, ineficiencia operativa
		Paro del sistema de detección	Falla eléctrica, desconexión del sensor, error en el	Interrupción en la producción	Pérdida de productividad, retraso en entregas
		Información de registros incorrecta o no	Falla del módulo de memoria, problemas en el sistema de registro o	No se puede rastrear la trazabilidad o los incidentes detectados	Incumplimiento con requisitos de inocuidad y trazabilidad

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

8 MANTENIMIENTO BASADO EN CONFIABILIDAD (RCM)

Con base en el análisis de criticidad de los equipos, el contexto operativo de los equipos, los registros de mantenimiento procesados del año 2024 y la información contenida en las fichas técnicas de los equipos, se llevó a cabo la planificación del mantenimiento preventivo de los equipos de producción importantes y prescindibles correspondiente al año siguiente mediante la definición de su frecuencia de mantenimiento y su planificación calendarizada, como se muestra en la Fig. 32. Para esta planificación, se utilizó una simbología en la que 0 representa el mantenimiento preventivo programado, 1 indica el mantenimiento preventivo ejecutado y 2 corresponde al mantenimiento correctivo realizado en el equipo. Si se quisiera ver más a detalle esta planificación visitar la sección 15.5.

DESCRIPCIÓN DEL EQUIPO	CRITICIDAD	FRECUENCIA	Acciones
lapeadora de IVC 507	Prescindible	bimensual	- Lubricación de partes móviles- Revisión de mecanismos de cierre y apertura- Verificac
lapeadora KDC MA 507	Prescindible	bimensual	Cambio completo del aceite de lubricación en cadenas
olgador FSL212 de Salchicha	Prescindible	bimensual	- Lubricación de partes móviles- Revisión general de componentes- Limpieza externa e int
mbutidor Vemag HP10E 161	Importante	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
mbutidor Vemag HP10L	Importante	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
orcionador Automático FSL	Prescindible	bimensual	- Lubricación de partes móviles- Revisión general de componentes- Limpieza externa e int
'J DATAFLEX 6530 PRINTER (MARCADORA)	Prescindible	bimensual	Limpieza del alojamiento de impresión: Cuando sea necesarioitución del filtro de aire: C
ortadora Salchichas Vemag	Prescindible	bimensual	Lubricar la cuchilla y el árbol portacuchillas con aceite blanco inocuo desde el punto de
mpacadora Extravac 640	Importante	trimestral	Cambio de aceite de la bomba de vacío - Lubricación de partes móviles- Revisión general
'ebanadora Treif 400	Crítico	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
'ebanadora Treif 440	Crítico	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
ermoformadora VC 999	Crítico	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
ermoformadora VC999: Etiquetadora	Importante	mensual	Cambio de aceite en las bombas de vacío (si aplica), Reemplazo preventivo de componen
'ebanadora de Embutido y Carnes GEA	Crítico	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
onveyor Descargador UniSlicer	Importante	bimensual	Revisión completa del sistema neumático y de control para detectar fugas o desgast
utter	Crítico	Ver hoja	- Lubricación de partes móviles- Verificación de cuchillas y componentes de corte- Revisi
multificador KS No. 1	Importante	semestral	- Lubricación de partes móviles- Verificación de cuchillas y componentes de corte- Revisi
mezclador Havantec N&N	Importante	mensual	Lubricación: Comprobar y lubricar las partes móviles según las recomendaciones del fat
mezclador Jumbo 10,000 lbs	Importante	mensual	Lubricación: Comprobar y lubricar las partes móviles según las recomendaciones del fat
molino Seydelman	Crítico	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos
lubrador de Bloques Congelados	Importante	trimestral	Control de nivel de aceite en el reductor:Revisar y ajustar el aceite (ISO VG220) si es nece
multificador KS No. 2	Importante	semestral	- Lubricación de partes móviles- Verificación de cuchillas y componentes de corte- Revisi
osificador de Agua No. 1	Prescindible	bimensual	
ierra de Chuleta Torrey	Importante	bimensual	Lubricación de birlos y manivela de tensión: Lubricar después de cada limpieza para ala
mpacadora Turbovac	Importante	mensual	Cambio de aceite de la bomba de vacío - Lubricación de partes móviles- Revisión ger
nyectadora Henecken	Importante	mensual	Lubricación de partes móviles y cojinetes utilizando aceite técnico adecuado//Vacía
mezclador Tumbler (Cambia a nuevo en la 1 de marzo)	Prescindible	trimestral	- Lubricación de partes móviles- Verificación de conexiones eléctricas y mecánicas- Limp
mezcladora de Salmuera	Importante	bimensual	- Lubricación de partes móviles- Verificación de conexiones eléctricas y mecánicas- Limp
mpresor de Aire	Importante	anual	Cambio de aceite y revisión de separadores. - Verificación de sensores y componentes ele
etectores de metales	Crítico	Ver hoja	Ver hoja de plan de equipos críticos

Fig. 32. Extracto de planificación calendarizada del mantenimiento preventivo
Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Para los equipos más críticos se hizo un plan de mantenimiento más detallado e implicando un mayor número de órdenes de trabajo para estos. Una parte de planificación se muestra en Fig. 33.

Equipo	Actividades	Frecuencia sugerida						Responsable
		Diario	Semanal	Mensual	Trimestral	Semestral	Anual	
Termoformadora VC 339	Verificar alineación y tensión de la película: realizar inspección visual según procedimiento, comparar con el centrado esperado y ajustar guías o rodillos si hay desviaciones.	X						Operador
	Inspeccionar visualmente la estación de formado y sellado para detectar restos o contaminación: observar cuidadosamente las superficies críticas, comparar contra el estado limpio esperado y realizar limpieza si se detectan residuos.	X						Operador
	Confirmar la presión de vacío y temperaturas dentro de rango: verificar los valores en el panel de control, compararlos con los rangos definidos (manual técnico) y ajustar parámetros si están fuera de especificación.	X						Operador
	Revisar que no haya errores en sensores ni paradas de emergencia activadas: verificar indicadores de fallo en la interfaz de usuario, comparar contra estado normal (sin errores) y reiniciar o reparar según necesidad.	X						Operador
	Lubricar puntos clave indicados si hubo lavado (p. ej., punzón): aplicar grasa alimentaria según puntos de lubricación definidos, asegurarse de cobertura uniforme y reaplicar si es necesario.	X						Operador
	Limpia filtros de vacío si aplican: desmontar filtros, comparar el nivel de suciedad contra el umbral permitido y lavar o reemplazar si están obstruidos.		X					Técnico de mantenimiento
	Verificar el estado de las cuchillas de corte transversal y guillotina: inspeccionar filos y fijaciones, verificar que no haya mellas ni desgaste excesivo y afilar o cambiar cuchillas si es necesario.		X					Técnico de mantenimiento
	Comprobar el sistema neumático (presión, fugas, válvulas de retención): revisar presión de línea y estanqueidad, comparando con los valores normales de operación y reparar conexiones si hay fugas.		X					Técnico de mantenimiento
	Revisar el sistema de calefacción en la estación de sellado (ajuste de temperatura, resistencia): verificar que las resistencias calientan según parámetros de temperatura definidos y sustituir si hay fallas.		X					Técnico de mantenimiento
	Revisar el sistema de empuje de cuchillas (amortiguadores, correas, fijación): observar alineación y tensión, comparar contra condiciones ideales y ajustar o reemplazar componentes desgastados.		X					Técnico de mantenimiento
	Inspeccionar matrices por desgaste o acumulación de residuos: desmontar y revisar el contorno de matrices, comparar con tolerancias geométricas y limpiar o reemplazar si están deformadas o sucias.		X					Técnico de mantenimiento
	Alineación de sensores de seguridad (interruptores magnéticos IP67): revisar posicionamiento y activación correcta, contrastar con la lógica de seguridad del equipo y reajustar si no responde.				X			Técnico de mantenimiento
	Revisión eléctrica de contactores, panel de control, relés de seguridad: inspeccionar el estado físico y funcional de cada componente, compararlo con lecturas normales y sustituir los dañados.				X			Técnico de mantenimiento
	Limpieza profunda y engrase del punzón (si ha sido lavado antes): desmontar el componente, limpiar restos con detergente autorizado, aplicar grasas y verificar deslizamiento correcto.				X			Técnico de mantenimiento
	Verificar funcionamiento del Euro Hole, guías de película y soportes de cuchillas: ejecutar ciclo de prueba, comparar el movimiento y corte con el patrón deseado y ajustar mecanismos si fallan.				X			Técnico de mantenimiento
	Comprobación de todos los movimientos mecánicos (servomotores, engranajes, actuadores): monitorear recorridos completos, verificar fluidos contra la curva esperada y lubricar o corregir desalineaciones.				X			Técnico de mantenimiento
	Revisión de la bomba de vacío y filtros: chequear caudal y limpieza de los elementos filtrantes, compararlos con el rendimiento óptimo y reemplazar si hay pérdida de eficiencia.				X			Técnico de mantenimiento
	Calibración de presión de formación y de sellado: medir presiones de trabajo y validarlas contra valores estándar, ajustando en el PLC o válvulas reguladoras si hay discrepancias.				X			Técnico de mantenimiento
	Inspección de resistencia térmica de la estación de sellado: medir continuidad y temperatura de trabajo, compararla con especificaciones y cambiar resistencias defectuosas.				X			Técnico de mantenimiento
	Revisión del sistema de corte: cuchillas giratorias, guillotina, punzón y soporte de corte: comprobar desgaste y alineación, validar contra la geometría de corte esperada y reemplazar o ajustar si hay fallas.				X			Técnico de mantenimiento
Comprobación de condiciones IP y NEMA de gabinetes y protección contra agua/pulso: inspeccionar sellos, cierres y grado de protección, verificar integridad visual y reemplazar empaques si están dañados.				X			Técnico de mantenimiento	
Lubricar a mano los anillos deslizantes y sellos del módulo de alimentación después de cada limpieza: aplicar grasa alimentaria según manual, verificar cobertura uniforme y repetir aplicación si hay puntos secos o ruidos.	X						Operador	
Lubricar dos veces por semana el cojinete del módulo de alimentación mientras está en funcionamiento lento, hasta que calga grasa por el orificio de alivio: aplicar grasa con bombina al punto designado, asegurar caída por			X				Técnico de mantenimiento	

Fig. 33. Extracto de plan de mantenimiento para equipos críticos.

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

El proceso de planificación se realizó en colaboración con el gerente de mantenimiento, los manuales de equipos, criterios técnicos y contexto operativo de los equipos asegurando de esta manera que la planificación estuviera alineada con las necesidades operativas y los recursos disponibles del área. El plan de mantenimiento propuesto para los equipos críticos se encuentra en la sección 15.5.1

La planificación se desarrolló siguiendo los lineamientos de la metodología RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), tal como se explica en el marco teórico de este documento. Este enfoque permite priorizar intervenciones que aseguren la confiabilidad, disponibilidad y eficiencia de los equipos críticos, contribuyendo así a una gestión de mantenimiento más estratégica y proactiva.

9 CUADRO DE MANDO INTEGRAL (CMI)

Como se mencionó en el capítulo 2.3, el Cuadro de Mando Integral (CMI) es una herramienta de gestión estratégica ampliamente utilizada en diversos sectores industriales para evaluar el desempeño organizacional. Su aplicación permite integrar la visión y la estrategia de la empresa con indicadores clave de rendimiento, asegurando una supervisión efectiva de los procesos y resultados.

En el ámbito industrial, el CMI no solo posibilita la medición del desempeño, sino que también contribuye a clarificar la estrategia y a lograr consenso en su implementación. Asimismo, facilita la comunicación de los objetivos estratégicos a todos los niveles de la organización, alineando los objetivos personales y departamentales con la planificación global. Su estructura permite vincular los objetivos de largo plazo con los presupuestos anuales, particularmente en áreas críticas como el mantenimiento industrial, donde la gestión eficiente de recursos y equipos incide directamente en la productividad.

Otro aspecto relevante del CMI es su capacidad para identificar y alinear iniciativas estratégicas, asegurando que cada acción ejecutada contribuya al cumplimiento de los objetivos generales de la empresa. Además, permite la realización de revisiones periódicas y sistemáticas, proporcionando retroalimentación que favorece la mejora continua de la estrategia empresarial y su adaptación a nuevos desafíos.

Gracias a su enfoque integral, el CMI se ha consolidado como una herramienta eficaz para la gestión empresarial, al facilitar la toma de decisiones fundamentadas en datos y optimizar el desempeño organizacional en entornos industriales altamente competitivos.

9.1 Metodología para el Desarrollo del Cuadro de Mando Integral (CMI)

Para el desarrollo del Cuadro de Mando Integral en Salqui, se planteó una metodología estructurada en tres etapas:

1. Análisis de la situación actual

Se evalúa la estrategia del negocio con el fin de establecer los objetivos estratégicos a trabajar, lo planteado en el capítulo 4 es de gran ayuda para esta etapa. Para ello:

- Se realiza un análisis FODA que identifique fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas, especialmente en relación con otros departamentos.
- Se analiza los procesos internos del Departamento de Mantenimiento, determinando sus principales necesidades y desafíos.
- Se revisan los indicadores actuales y su efectividad en la medición del desempeño.

2. Definición de la estrategia y objetivos

A partir del análisis previo, se establecen los objetivos estratégicos, alineados con la visión de la empresa y las necesidades del Departamento de Mantenimiento.

- Estos objetivos se definen en conjunto con la gerencia y el área de mantenimiento, asegurando su relevancia y viabilidad.
- Se identifican los indicadores clave de desempeño (KPIs) que permitan medir el avance hacia los objetivos planteados.
- Se definen las metas específicas de cada indicador, estableciendo parámetros cuantificables que guíen la gestión.

3. Diseño del Cuadro de Mando Integral

Con base en la estrategia definida, se estructura el CMI utilizando las cuatro perspectivas:

- Financiera: Costos de mantenimiento, optimización de recursos y rentabilidad de la operación.
- Cliente: Niveles de satisfacción interna y disponibilidad de equipos críticos.
- Procesos internos: Tiempos de respuesta en mantenimiento, fallas recurrentes y eficiencia operativa.
- Aprendizaje, crecimiento y personal del departamento: Capacitación del personal técnico, adopción de nuevas tecnologías y mejora continua.

Finalmente, se consolida la propuesta del Cuadro de Mando Integral, que servirá como base para la evaluación y gestión del desempeño en Salqui.

9.2 Análisis FODA

Para desarrollar un Cuadro de Mando Integral alineado con la estrategia de Salqui, fue fundamental realizar un Análisis FODA (Fig. 34) que permitiera identificar los factores internos y externos que influyen en su desempeño. A través de esta herramienta, se determinan las fortalezas y debilidades dentro de la empresa, así como las oportunidades y amenazas del entorno. Este análisis sirve como base para la formulación de los objetivos estratégicos, asegurando que las decisiones se tomen con un enfoque estructurado y orientado a la mejora continua.



Fig. 34. Análisis FODA del departamento de mantenimiento.

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Definición de objetivos

A continuación, se presentan los objetivos definidos para el departamento de mantenimiento, establecidos con base en las necesidades identificadas en la organización y la gerencia. Su propósito es integrar estos objetivos dentro del modelo de gestión de mantenimiento propuesto, asegurando su alineación con la estrategia operativa.

Perspectiva financiera

En la Tabla 22 se colocaron los objetivos financieros para el Cuadro Mando Integral.

Tabla 22.

Objetivos financieros del CMI

Perspectiva financiera	Objetivo 1	Mantener el porcentaje de horas extra en un 10% para optimizar el control del presupuesto del Departamento de Mantenimiento.
	Objetivo 2	Estructurar los costos de las actividades de mantenimiento para evaluar la eficiencia del departamento, mediante la comparación proporcional de costos por estrategia.

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Objetivo 1: Se propone mantener el porcentaje de horas extras por debajo del 10% del total de horas hombre trabajadas, ya que un uso excesivo de estas puede generar un incremento significativo en los costos operativos del departamento de mantenimiento.

La reducción y control de las horas extra no solo contribuye a una gestión más eficiente del presupuesto, sino que también permite optimizar la distribución del personal y mejorar la planificación de las actividades de mantenimiento. Una programación adecuada

reduce la dependencia de trabajo fuera de horario, evitando impactos negativos en la productividad y garantizando una asignación de recursos más efectiva.

Objetivo 2: Se propone estructurar los costos de las actividades de mantenimiento para determinar la eficiencia operativa del departamento. Esto se logrará mediante la comparación proporcional de los costos asociados a cada estrategia de mantenimiento, permitiendo identificar oportunidades de optimización, mejorar la asignación de recursos y fortalecer la planificación financiera del área.

Una adecuada estructuración de costos facilitará el análisis detallado del impacto económico de cada enfoque de mantenimiento (preventivo y correctivo), asegurando una toma de decisiones más informada y alineada con los objetivos estratégicos de la organización. Este es uno de los objetivos más importantes para el departamento de mantenimiento ya que hay un desconocimiento casi total sus costos, por lo tanto, lo que no se puede medir no se puede evaluar.

Perspectiva para clientes

En la

Tabla 23 se colocó el objetivo de perspectiva para clientes para el Cuadro Mando Integral.

Tabla 23.

Objetivos para clientes del CMI

Perspectiva para clientes	Objetivo	Mantener los equipos de producción con una disponibilidad del 90%
----------------------------------	----------	---

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Objetivo: Este objetivo es fundamental tanto para el departamento de mantenimiento como para el modelo de gestión de mantenimiento propuesto, ya que su finalidad es incrementar

la disponibilidad de los equipos, reduciendo así los paros de producción causados por intervenciones de mantenimiento o fallas en las máquinas.

Para lograrlo, se plantea la implementación y optimización de estrategias de mantenimiento, incluyendo el mantenimiento preventivo, el mantenimiento basado en confiabilidad (RCM) y el mantenimiento predictivo. Estas metodologías permiten disminuir los tiempos muertos, mejorar la eficiencia operativa y asegurar la continuidad de la producción, alineándose con los objetivos estratégicos de la empresa.

Perspectiva de procesos internos

En la Tabla 24 se colocaron los 2 objetivos planteados para el Cuadro de Mando Integral correspondientes a la perspectiva de procesos internos.

Tabla 24.

Objetivos de procesos internos del CMI

Perspectiva de procesos internos	Objetivo 1	Mantener el porcentaje de acciones correctivas por debajo del 30%
	Objetivo 2	Garantizar el cumplimiento total (100%) de las labores de mantenimiento preventivo

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Objetivo 1: Se propone mantener el porcentaje de acciones de mantenimiento correctivo por debajo del 30%, siguiendo las recomendaciones de la literatura, en relación con el total de intervenciones realizadas en la máquina.

Este enfoque busca reducir los tiempos de inactividad, minimizando los periodos de no producción y mejorando la eficiencia operativa. Además, permite un mayor control sobre

los costos de mantenimiento asociados a reparaciones, optimizando el uso de recursos del departamento de mantenimiento y fomentando una gestión más estratégica y sostenible.

Objetivo 2: Se propone garantizar el cumplimiento total de los mantenimientos planificados, en conformidad con los requisitos establecidos por la certificación de calidad en inocuidad alimentaria del Instituto SQF, que la empresa está en proceso de obtener.

El incumplimiento de estos mantenimientos programados implica la realización de un estudio de riesgo por cada intervención no ejecutada, lo que podría afectar tanto la seguridad en la fabricación de alimentos como el cumplimiento de los estándares exigidos para la certificación. Asegurar la ejecución de estos mantenimientos es clave para mantener la operatividad de los equipos, evitar posibles riesgos sanitarios y fortalecer la conformidad con normativas internacionales.

Perspectiva de aprendizaje, Crecimiento y Personal de Mantenimiento

La Tabla 25 muestra los objetivos planteados para la perspectiva de aprendizaje, crecimiento y personal del departamento correspondientes a la Cuadro Mando Integral propuesto para Salqui.

Tabla 25.

Objetivos de aprendizaje, crecimiento y personal del departamento del CMI

Perspectiva de aprendizaje, crecimiento y personal del departamento	Objetivo 1	Asegurar el cumplimiento del 100% de los entrenamientos del personal técnico
	Objetivo 2	Disminuir a 0 las incapacidades debido a accidentes laborales en el personal de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Objetivo 1: Se propone garantizar el cumplimiento total de los entrenamientos planificados, respondiendo a dos aspectos clave.

El primer motivo radica en la necesidad de contar con personal técnico capacitado en procedimientos de Mantenimiento Correctivo y Preventivo, asegurando que el equipo posea las habilidades necesarias para ejecutar las intervenciones de manera eficiente.

Además, se prioriza la formación técnica en equipos especializados, proporcionando al personal una comprensión sólida sobre el principio de funcionamiento de los equipos asociados al proceso productivo. Esto les permite abordar directamente los modos de falla, optimizando la respuesta ante averías, reduciendo costos de mantenimiento y mejorando la gestión del recurso técnico dentro del departamento.

Adicionalmente, la capacitación continua contribuye a fortalecer el sentimiento de pertenencia del personal técnico, fomentando un equipo más comprometido y alineado con los objetivos del Departamento de Mantenimiento.

Objetivo 2: Se propone reducir a 0 las incapacidades laborales derivadas de accidentes en el personal de mantenimiento, priorizando la seguridad y bienestar de los trabajadores.

Para lograrlo, se busca fortalecer las medidas de prevención de riesgos, implementando protocolos de seguridad más estrictos, asegurando el uso adecuado de equipos de protección personal (EPP) y fomentando una cultura de seguridad dentro del departamento.

Además, se enfatiza la capacitación continua en prácticas seguras de trabajo, manejo de herramientas y equipos, así como en la identificación y mitigación de riesgos en las tareas diarias.

Disminuir los accidentes laborales no solo protege al personal, sino que también contribuye a mantener la operatividad del área de mantenimiento, evitando retrasos en las intervenciones y reduciendo costos asociados a incapacidades y bajas médicas.

9.3 Selección de indicadores del CMI

Perspectiva financiera

La Tabla 26 muestra los objetivos planteados para la perspectiva financiera correspondientes a la Cuadro Mando Integral propuesto para Salqui.

Tabla 26.

Indicadores de perspectiva financiera del CMI

Perspectiva financiera	Objetivo	Indicador
	1	% de horas extras del personal técnico
	2	% Costo de mantenimiento correctivo
		% Costo de mantenimiento preventivo
Costo de mantenimiento entre ventas totales por producto		

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Porcentaje de horas extras del personal técnico: Este indicador muestra qué tan significativa es la cantidad de horas extra trabajadas por el personal técnico en comparación con el total de horas laborales. Su análisis permite identificar si el área de mantenimiento está operando dentro de una carga de trabajo razonable o si depende en exceso de jornadas extendidas para cumplir con sus responsabilidades. Un valor elevado puede señalar problemas como falta de planificación, escasez de personal o una alta carga de trabajo que supera la capacidad operativa estándar.

$$\%Horas\ extras = \frac{\Sigma Horas\ extra}{Total\ de\ horas\ trabajadas} * 100$$

Porcentaje de costo de mantenimiento correctivo: Este indicador mide qué parte del presupuesto total de mantenimiento se destina a reparaciones correctivas, es decir, aquellas que se realizan después de que ocurre una falla. Sirve para analizar cuán eficiente y proactiva es la gestión del mantenimiento, ya que un valor elevado podría reflejar una baja efectividad del mantenimiento preventivo o predictivo. En otras palabras, permite conocer cuánto se está

invirtiendo en resolver problemas una vez que ya han impactado la operación, en lugar de evitarlos.

$$\%CMC = \frac{\text{Costo de mantenimiento correctivo}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$$

Porcentaje de costo de mantenimiento preventivo: Este indicador muestra cuánto del presupuesto total de mantenimiento se destina a actividades preventivas, es decir, aquellas que se realizan de forma planificada para evitar fallos futuros. Evaluar este porcentaje permite conocer el nivel de anticipación y planificación dentro de la gestión del mantenimiento, reflejando qué tan enfocado está el área en prevenir problemas en lugar de reaccionar ante ellos. Un mayor enfoque preventivo suele estar asociado a una mayor eficiencia operativa y una reducción de paradas no planificadas.

$$\%CMP = \frac{\text{Costo de mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$$

Costo de mantenimiento entre ventas totales por producto: Este indicador permite conocer qué proporción del ingreso generado por un producto se destina a cubrir los costos de mantenimiento. Al relacionar el gasto en mantenimiento con las ventas, se obtiene una medida de eficiencia económica que ayuda a identificar si los costos asociados al mantenimiento están impactando significativamente en la rentabilidad del producto. Un valor elevado podría indicar la necesidad de revisar estrategias de mantenimiento o mejorar la eficiencia operativa del proceso productivo. Por causa de que no se cuenta con un desglose detallado de los costos de mantenimiento por producto, se propone una estimación proporcional basada en el nivel de participación de cada producto en las ventas totales.

$$CMVTP = \frac{\text{Ventas totales producto X}}{\text{Ventas totales}} * CMVT$$

Donde CMVT que corresponde al costo de mantenimiento entre ventas totales se obtiene de la siguiente forma:

$$CMVT = \frac{\text{Costos totales de mantenimiento}}{\text{Ventas totales}}$$

Este indicador resulta fundamental dentro de la gestión de mantenimiento, ya que permite vincular directamente los costos asociados al mantenimiento con el desempeño económico de cada producto, reflejando así el valor que aporta al proceso productivo. En el caso de Salqui, donde no existe una línea de fabricación única para todos los productos, su uso cobra aún mayor relevancia. La medición permite calcular un porcentaje que ayuda a identificar qué productos requieren una atención más intensiva en términos de mantenimiento, lo cual es clave para priorizar la gestión de recursos y maximizar la eficiencia operativa.

Además, para que la empresa mantenga e incremente su competitividad en el mercado nacional de embutidos, resulta imprescindible gestionar adecuadamente los costos de mantenimiento, procurando que se mantengan lo más bajos posible sin comprometer la disponibilidad ni la confiabilidad de los equipos. La correcta implementación de este indicador contribuye a una toma de decisiones más informada, permitiendo no solo optimizar la eficiencia operativa, sino también mejorar la rentabilidad general de la empresa.

En la Fig. 35 se ilustra la importancia de analizar la relación entre el volumen de ventas y los gastos de mantenimiento. Un aumento en las ventas debería, en principio, ir acompañado de un incremento proporcional en los costos de mantenimiento, ya que los equipos estarán operando durante más tiempo. Sin embargo, en situaciones donde se presenten caídas en las ventas, es necesario ajustar también los gastos de mantenimiento, evitando incurrir en sobre mantenimiento o en la ejecución de tareas innecesarias. Este comportamiento debe tender hacia una distribución normal o curva de Gauss, lo que permitirá visualizar un equilibrio óptimo entre producción y mantenimiento en función del comportamiento de la demanda.

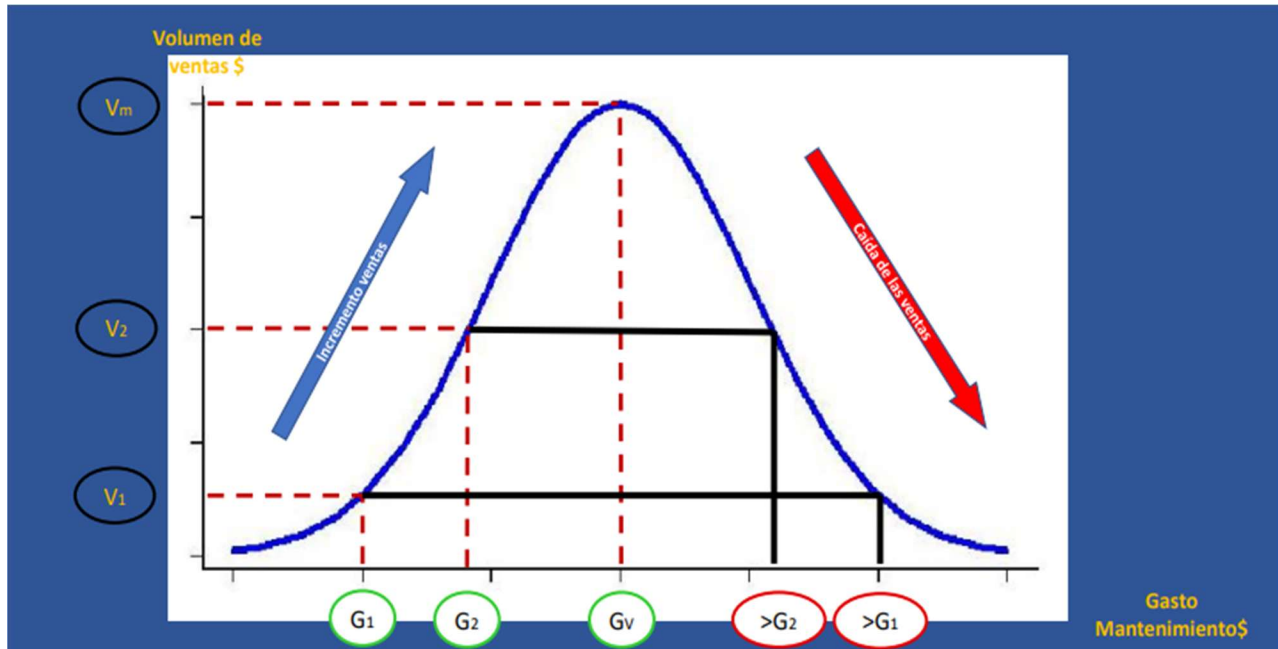


Fig. 35. Competitividad del mantenimiento

Fuente: (Piedra & Mata, 2022)

Perspectiva para clientes

La Tabla 27 Tabla 25 muestra los objetivos planteados para la perspectiva para clientes correspondientes a la Cuadro Mando Integral propuesto para Salqui.

Tabla 27.

Indicador de perspectiva para clientes del CMI

Perspectiva	Objetivo	Indicador
para clientes	1	Disponibilidad
		Tiempo medio entre fallas (MTBF)
		Tiempo medio de reparación (MTTR)

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Disponibilidad: Este indicador refleja qué tan disponibles están los equipos para operar, considerando tanto la frecuencia con la que fallan como el tiempo que tardan en ser reparados. Se calcula dividiendo el tiempo medio entre fallas (MTBF) por la suma del MTBF y el tiempo medio de reparación (MTTR), y se expresa como un porcentaje. Un valor alto indica que los equipos son confiables y pueden volver a estar en funcionamiento rápidamente

tras una falla, lo que se traduce en una mayor continuidad operativa y menor impacto en la producción.

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR} * 100$$

Tiempo medio entre fallos (MTBF): Este indicador representa el tiempo promedio que un equipo opera sin interrupciones antes de que ocurra una falla. Se calcula dividiendo el total del tiempo real de funcionamiento de los equipos entre la cantidad de fallas registradas en ese período. Es una medida clave para evaluar la confiabilidad de los equipos productivos: cuanto mayor sea el MTBF, mayor será el tiempo que pueden operar de manera continua sin presentar fallos.

$$MTBF = \frac{\Sigma TBF}{n}$$

Tiempo medio de reparación (MTTR): Este indicador muestra el tiempo promedio que necesita el equipo técnico para reparar una falla en los equipos de producción. El cálculo comienza desde que se detecta el fallo hasta que el equipo vuelve a estar operativo y es entregado nuevamente al personal de producción. Se obtiene dividiendo la suma total del tiempo invertido en reparaciones entre la cantidad de fallas ocurridas en un período determinado. Un MTTR bajo indica una respuesta ágil ante fallas, lo cual es clave para minimizar tiempos de inactividad y mantener la eficiencia del proceso productivo.

$$MTTR = \frac{\Sigma TTR}{n}$$

*Perspectiva de procesos internos***Tabla 28.***Indicadores de perspectiva de procesos internos*

Perspectiva de procesos internos	Objetivo	Indicador
	1	% de mantenimiento correctivo
	2	% de cumplimiento de mantenimiento planificado

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Porcentaje de mantenimiento correctivo: Este indicador muestra qué parte del total de actividades de mantenimiento corresponde a intervenciones correctivas, es decir, aquellas que se realizan una vez que ya se ha producido una falla en los equipos. Permite evaluar el grado de dependencia de la organización hacia acciones reactivas, en lugar de un enfoque preventivo o predictivo. Un valor elevado puede indicar falta de planificación, baja efectividad en la prevención o necesidad de mejorar la gestión del mantenimiento.

$$\%MC = \frac{\text{Total de acciones de correctivas}}{\text{Total de intervenciones en el equipo}} * 100$$

Porcentaje de cumplimiento de mantenimiento planificado: Este indicador evalúa el grado en que se llevan a cabo las tareas de mantenimiento programadas dentro de un periodo específico. Compara la cantidad de trabajos de mantenimiento efectivamente realizados con respecto a los que estaban planificados. Un alto porcentaje refleja una buena organización y ejecución del plan de mantenimiento, mientras que valores bajos pueden

indicar problemas de gestión, falta de recursos o imprevistos operativos que interfieren con la programación establecida.

$$\%MP = \frac{\text{Órdenes de mantenimiento ejecutadas}}{\text{Órdenes de mantenimiento planificadas}} * 100$$

Perspectiva de aprendizaje, Crecimiento y Personal de Mantenimiento

Tabla 29.

Indicadores de perspectiva de aprendizaje, Crecimiento y Personal de Mantenimiento del CMI

Perspectiva de aprendizaje, crecimiento y personal del departamento	Objetivo	Indicador
	1	% de entrenamientos realizados
	2	Número de incapacidades por accidentes laborales

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Porcentaje de entrenamientos realizados: Este indicador mide el grado de cumplimiento del plan anual de capacitación del personal técnico. Compara la cantidad de entrenamientos efectivamente realizados, ya sean internos o externos, con el total de capacitaciones planificadas para el año. Su propósito es verificar si se están ejecutando las acciones formativas previstas, lo que contribuye al desarrollo de competencias y a la mejora continua del equipo humano del área técnica.

$$\%Capacitación = \frac{Total\ de\ capacitaciones\ realizadas}{Total\ de\ capacitaciones\ planificadas} * 100$$

Número de incapacidades por accidentes laborales: Este indicador registra la cantidad de ausencias laborales ocasionadas por accidentes dentro del equipo de mantenimiento durante un periodo específico. Su finalidad es evaluar el nivel de seguridad en el lugar de trabajo y comprobar la efectividad de las medidas de prevención de riesgos implementadas. Un número elevado puede indicar fallas en los protocolos de seguridad, en la capacitación del personal o en el mantenimiento de condiciones seguras de operación.

$$\begin{aligned} & \text{Número de incapacidades por accidentes laborales} \\ & = \Sigma(\text{casos reportados en el período}) \end{aligned}$$

9.4 Codificación de indicadores del CMI

La codificación empleada en el CMI (

Tabla 30) para los indicadores propuestos anteriormente se muestra en

Tabla 30.

Tabla 30.***Codificación de indicadores del CMI***

Código del indicador	Significado
IR	Indicador de rendimiento
Código de perspectiva	
F	Financiera
C	Clientes
P	Procesos internos
A	Aprendizaje, crecimiento y personal de mantenimiento

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

9.5 CUADRO MANDO INTEGRAL PROPUESTO PARA SALQUI

El cuadro Mando Integral propuesto para la organización se muestra en Tabla 31.

Tabla 31.

Cuadro de Mando Integral

Perspectiva	Objetivos	Indicador	Descripción	Fuente de información	Código	Fórmula	Unidad	Frecuencia	Responsable	Meta		
										Bueno	Medio	Malo
Financiera	Mantener el porcentaje de horas extra en un 10% para optimizar el control del presupuesto del Departamento de Mantenimiento.	% de horas extras del personal técnico	Proporción de horas extra en relación con el total de horas trabajadas por el personal técnico del área de mantenimiento.	Cálculo de planilla laboral	IRF01	$\% \text{Horas extras} = \frac{\text{Horas extra}}{\text{Total de horas trabajadas}} * 100$	Porcentaje	Mensual	Supervisor de mantenimiento	%horas extras ≤ 10%	10% < Horas extras < 15%	Horas extras ≥ 15%
	Estructurar los costos de las actividades de mantenimiento para evaluar la eficiencia del departamento, mediante la comparación proporcional de costos por estrategia.	% Costo de mantenimiento correctivo	Métrica de eficiencia y efectividad del mantenimiento mediante la comparación del costo del mantenimiento correctivo con el costo total del mantenimiento.	Estructura de costos de mantenimiento planteada	IRF02	$\% \text{CMC} = \frac{\text{Costo de mantenimiento correctivo}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$	Porcentaje	Anual	Supervisor de mantenimiento	%CMC ≤ 30%	30% < %CMC < 50%	%CMC ≥ 50%
		% Costo de mantenimiento preventivo	Métrica de eficiencia y efectividad del mantenimiento mediante la comparación del costo del mantenimiento preventivo con el costo total del mantenimiento.	Estructura de costos de mantenimiento planteada	IRF03	$\% \text{CMP} = \frac{\text{Costo de mantenimiento preventivo}}{\text{Costo total de mantenimiento}}$	Porcentaje	Anual	Supervisor de mantenimiento	%CMP ≥ 70%	50% < %CMP < 70%	%CMP ≤ 50%
		Costo de mantenimiento entre ventas totales por producto	Métrica del costo total de mantenimiento en relación con los ingresos generados	Estructura de costos de mantenimiento y formulario para recopilación de ingreso por ventas.	IRF03	$\text{CMVTP} = \frac{\text{Ventas totales producto X}}{\text{Ventas totales}} * \text{CMVT}$	Porcentaje	Anual	Supervisor de mantenimiento	CMVTP ≤ 5%	5,1% < CMVTP < 25%	CMVTP ≥ 25%
Clientes	Mantener los equipos de producción con una disponibilidad del 90%	Disponibilidad	Indica el porcentaje de disponibilidad operativa de los equipos, en función del tiempo que permanecen en funcionamiento frente al tiempo total incluyendo reparaciones.	Cálculo de disponibilidad	IRC01	$D = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100$	Porcentaje	Semanal	Supervisor de mantenimiento	D ≥ 90%	75% < D < 90%	D ≤ 75%
		Tiempo medio entre fallas (MTBF)	Tiempo promedio de funcionamiento entre fallos	Cálculo de MTBF	IRC02	$\text{MTBF} = \frac{\sum \text{TF}}{n}$	Hora	Semanal	Supervisor de mantenimiento			
		Tiempo medio de reparación (MTTR)	Tiempo promedio requerido por el personal técnico para realizar una reparación en los equipos utilizados en producción	Cálculo de MTTR	IRC03	$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{TR}}{n}$	Hora	Semanal	Supervisor de mantenimiento			
Procesos internos	Mantener el porcentaje de acciones correctivas por debajo del 30% de las ordenes de trabajo de mantenimiento totales	% de mantenimiento correctivo	Porcentaje de horas invertidas en el mantenimiento correctivo sobre las horas totales de mantenimiento	Estadísticas de mantenimiento	IRP01	$\% \text{MC} = \frac{\text{Total de acciones de correctivas}}{\text{Total de intervenciones en el equipo}} * 100$	Porcentaje	Mensual	Supervisor de mantenimiento	%MC ≤ 30%	30% < %MC < 50	%MC ≥ 50%
	Garantizar el cumplimiento total (100%) de las labores de mantenimiento preventivo	% de cumplimiento de mantenimiento planificado	Evaluada la ejecución las tareas de mantenimiento programado en comparación con lo que está planificado dentro de un periodo determinado.	Estadísticas de mantenimiento	IRP02	$\% \text{MP} = \frac{\text{Órdenes de mantenimiento ejecutadas}}{\text{Órdenes de mantenimiento planificadas}} * 100$	Porcentaje	Mensual	Supervisor de mantenimiento	90% ≤ %MP	70% < %MP < 90%	%MP ≤ 70%
Aprendizaje, crecimiento y personal del departamento	Asegurar el cumplimiento del 100% de los entrenamientos del personal técnico	% de entrenamientos realizados	Busca contabilizar la cantidad porcentual de los entrenamientos cursados respecto a los planeados	Recursos humanos	IRA01	$\% \text{Capacitación} = \frac{\text{Total de capacitaciones realizadas}}{\text{Total de capacitaciones planificadas}} * 100$	Porcentaje	Anual	Supervisor de mantenimiento	Capacitación ≥ 90%	70% < Capacitación < 90	Capacitación ≤ 70%
	Disminuir a 0 las incapacidades debido a accidentes laborales en el personal de mantenimiento (incluir métrica)	Número de incapacidades por accidentes laborales	Busca medir la cantidad de incapacidades generadas por accidentes laborales dentro del equipo de mantenimiento en un período determinado.	Seguridad ocupacional	IRA02	$\text{Número de incapacidades por accidentes laborales} = \sum (\text{casos reportados en el periodo})$	Unidad	Anual	Supervisor de mantenimiento	1 ≥ Accidentes	1 < Accidentes < 3	Accidentess < 3

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Las metas de los indicadores fueron establecidas a partir de un análisis detallado del contexto actual del Departamento de Mantenimiento, procurando que resultaran realistas, alcanzables y alineadas con las capacidades operativas existentes. Para su definición, se consideraron los objetivos estratégicos previamente planteados por la organización, así como documentación técnica especializada en la materia. Además, dichas metas fueron validadas conjuntamente con el personal del departamento y la gerencia, asegurando su coherencia con la visión institucional y las necesidades prácticas del entorno operativo.

Por ejemplo, la proporción entre los costos de mantenimiento correctivo y preventivo fue definida con base al libro *Sistemas de mantenimiento: planeación y control* de Duffua (2008), quien plantea que la relación ideal debería mantenerse en un 30% para el correctivo y un 70% para el preventivo. De igual forma, se propone que el porcentaje de acciones correctivas se mantenga por debajo del 30%, como recomendación general en entornos industriales eficientes.

En cuanto al porcentaje de horas extra del personal técnico, se tomó como referencia el estudio de eMaint (2023), el cual muestra que la implementación de un plan de mantenimiento estructurado puede reducir las horas de trabajo en hasta un 35%. No obstante, dado que esta es la primera ocasión en que se ejecuta una iniciativa estructurada de este tipo en la empresa, se propone como meta inicial mantener las horas extra por debajo del 10%, en busca de una mejora progresiva.

Las metas asociadas a la perspectiva de aprendizaje, crecimiento y desarrollo del personal fueron definidas en conjunto con los departamentos de Recursos Humanos y Seguridad Ocupacional, con el fin de responder a criterios institucionales relacionados con la formación continua y el bienestar del equipo técnico.

Según estándares de clase mundial en mantenimiento, se considera que una disponibilidad superior al 90% constituye un objetivo adecuado para garantizar la eficiencia operativa de los equipos (Suazo, 2025).

Por su parte, Konomén (2002) señala que, en promedio, el costo de mantenimiento representa un 5.5% del ingreso bruto de una compañía en Finlandia, aunque este valor puede variar dentro de un rango de 0.5% a 25%, dependiendo del sector y del nivel de automatización de la empresa.

Finalmente, los valores asignados a los distintos rangos del Cuadro de Mando Integral (CMI) fueron definidos con base en las necesidades específicas del departamento y los lineamientos de la gerencia, con el propósito de impulsar un cambio cultural en la gestión del mantenimiento. Este enfoque permite fortalecer la recolección de información, habilitar el uso de herramientas estadísticas, como la confiabilidad, para la toma de decisiones técnicas, optimizar la asignación de recursos y fomentar el sentido de pertenencia del personal hacia el área de mantenimiento. Asimismo, el CMI permite monitorear y controlar el gasto en mantenimiento, mejorando la eficiencia en la distribución de los recursos disponibles.

10 ESTUDIO TÉCNICO FINANCIERO

El presente estudio técnico-financiero tiene como objetivo valorar la viabilidad económica de la implementación del modelo de gestión de mantenimiento propuesto. Para ello, se llevó a cabo un análisis detallado de los costos y gastos operativos asociados al modelo, así como una estimación de los ahorros proyectados que este generaría a través de la reducción de paros de producción, disminución de mantenimiento correctivo, optimización del uso de herramientas, reducción del consumo de insumos, entre otros beneficios.

La información fue recolectada mediante entrevistas con los departamentos involucrados, revisión de registros históricos, cotizaciones con proveedores y referencias de estudios técnicos aplicados en entornos industriales similares.

Asimismo, se construyó un modelo financiero que permitió calcular indicadores clave como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), y se desarrolló un análisis de sensibilidad con tres escenarios (pesimista, realista y optimista) para evaluar el comportamiento del proyecto ante distintas condiciones de desempeño.

10.1 Estimación de la tasa de descuento

Para calcular el Valor Actual Neto (VAN) es necesario determinar la tasa de descuento, la cual corresponde a un porcentaje que se utiliza para actualizar o traer al valor presente los flujos de dinero futuros (tanto ingresos como egresos) asociados a un proyecto o inversión. Con el objetivo de estimar esta tasa, se realizó una investigación de las tasas de interés ofrecidas por los bancos estatales en certificados de depósito a plazo, seleccionando la más alta como referencia para el proyecto.

Los resultados de esta investigación (ver Tabla 32) indican que la tasa de interés a utilizar corresponde al Banco Popular, que ofrece un 6,25% en certificados a plazo de cinco años.

Tabla 32.**Tasas de interés de bancos estatales**

Banco	Tasa de interés de certificado a plazo	Plazo (años)
Banco Nacional	6,05%	5
Banco de Costa Rica	6,02%	5
Banco Popular	6,25%	5

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Posteriormente, fue necesario estimar una prima por riesgo. Para análisis de inversión en proyectos industriales o de mejora, como el modelo propuesto en este proyecto, se considera un rango conservador típico del 6% para la prima por riesgo (García Rada , 2019). Finalmente, se incorporó la inflación estimada, proyectándose que, a partir del año 2026, esta se estabilizará en torno al 3% como se evidencia en la Fig. 36.

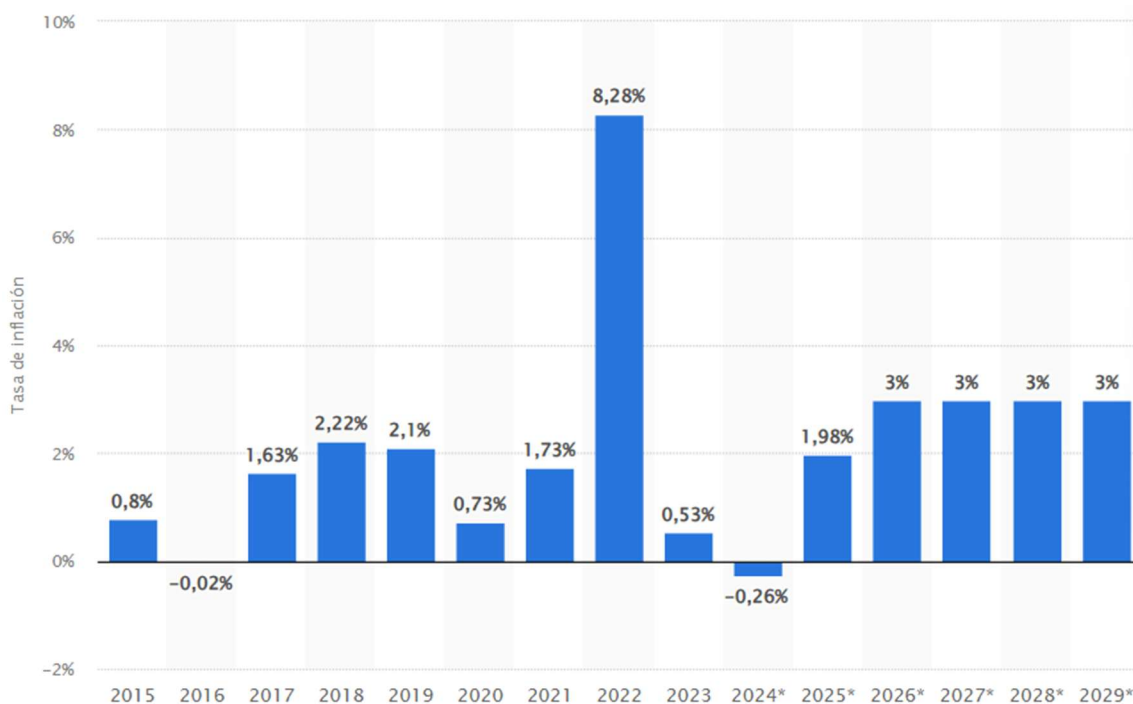


Fig. 36. Evolución anual de la tasa de inflación en Costa Rica desde 2015 hasta 2029

Fuente: (Statista Research Department, 2025)

Con base en los elementos mencionados, la tasa de descuento se calculó de la siguiente forma:

$$\text{Tasa de descuento} = \text{inflación} + \text{tasa de interés} + \text{prima por riesgo}$$

$$\text{Tasa de descuento} = 3\% + 6,25\% + 6\% = 15,25\%$$

10.2 Estimación de costos, gastos e inversión inicial del modelo

Se realizó una estimación del número de órdenes de trabajo generadas bajo el modelo de mantenimiento propuesto, con el objetivo de compararlas con el registro histórico correspondiente al año 2024. El análisis evidenció que el nuevo modelo generaría un promedio mensual de 198 órdenes, mientras que el sistema actual registró en promedio 46 órdenes mensuales a lo largo del mismo año; es importante destacar de que no todos los trabajos de mantenimiento fueron reportados en el 2024 y solo se trabajó con los datos que se tenían disponibles, por lo tanto, este número puede ser mayor. Este incremento representa una diferencia de aproximadamente cuatro veces más órdenes, lo cual refleja una mejora significativa en la frecuencia y cobertura del mantenimiento.

Este aumento se debe a que el modelo propuesto contempla un mayor número de actividades de inspección, verificación y lubricación, ajustadas a las necesidades específicas de cada equipo y no solo al criterio de los técnicos que anteriormente eran ellos mismos los que hacían la planificación con base a su experiencia en el sitio. Como consecuencia de la nueva carga operativa, se justifica la contratación de dos técnicos adicionales de mantenimiento para garantizar el cumplimiento oportuno de las tareas programadas. Hablando con el departamento de mantenimiento la contratación de más personal está dentro de sus planes en un futuro cercano por causa de que han notado que en varias ocasiones no han podido responder de la manera óptima a la carga de trabajo que exige la planta.

Además, considerando el exceso de horas extra registradas actualmente por el personal técnico, también se justifica la incorporación de personal electromecánico adicional. Según se muestra en la Tabla 33 , con la contratación de un técnico electromecánico adicional, la empresa podría lograr un ahorro mensual estimado de ₡223 000, al reducir significativamente las horas extra pagadas. Esto no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a una gestión más sostenible de los recursos humanos.

Tabla 33.***Evaluación contratación de un técnico electromecánico más***

Descripción	Valor
Promedio mensual de horas extra de mantenimiento	126,83
Salario mensual promedio de los técnicos	₡725 000,00
Salario por hora	₡3 512,60
Pago extra por horas extras	₡222 757,19

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

La inversión inicial requerida para iniciar con la implementación del modelo propuesto se presenta en la Tabla 34. La estimación se basó en cotizaciones obtenidas con proveedores para determinar precios aproximados de los elementos necesarios, así como en consultas realizadas con los departamentos involucrados: tecnología de la información, recursos humanos, proveeduría, seguridad ocupacional y mantenimiento.

Tabla 34.***Inversión inicial***

Concepto	Detalle	Monto
Inducción de nuevos técnicos	Uniformes, tiempo de supervisión, indumentaria y formación.	₡230 000,00
Compra de herramientas técnicas	Impresora y etiquetas para la identificación de herramientas	₡368 380,00
	Utensilios y herramientas de mantenimiento	₡3 772 464,61
Personal de apoyo administrativo	Apoyo por el personal del departamento de Tecnología de la información	₡111 000,00
Codificación de equipos	120 placas de aluminio de 5x3 cm de aluminio flexible	₡74.580,00
Implementación de 5S	Rotulación y orden visual de áreas, equipos y herramientas para facilitar identificación rápida y promover el orden	₡220 000,00
Equipo de seguridad industrial	Equipo de protección para el departamento de mantenimiento	₡438 584,94
Total		₡5 140 429,54

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Para el análisis técnico-financiero fue fundamental desglosar los costos y gastos asociados al modelo propuesto los cuales se muestran en Tabla 35. Esto se hizo considerando las necesidades específicas y la realidad operativa de la empresa. Los montos anuales fueron estimados a partir de conversaciones con la gerencia y el departamento financiero-contable, así como mediante la investigación de los pagos actuales que realiza la empresa por servicios indispensables para el funcionamiento del modelo, tales como almacenamiento en la nube, licencias, adquisición de equipos digitales, calibraciones y consumibles de mantenimiento.

Tabla 35.**Costos y gastos anuales del modelo propuesto**

Categoría	Concepto	Monto
Capacitación y formación	Formación continua técnica	₡800 000,00
Tecnología y sistemas	Licencia de Kahuna	₡900 000,00
	Servidor o almacenamiento en la nube	₡2 580 000,00
	Equipos digitales	₡400 000,00
Mantenimiento de herramientas e instrumentos	Calibración de instrumentos	₡240 125,00
Ingeniero para implementación	Salario de ingeniero en mantenimiento para implementación	₡11 050 000,00
Gestión de documentación	Insumos para etiquetado de activos, papelería y útiles	₡871 150,55
Contratación de personal de mantenimiento	Salario de nuevos técnicos	₡17 172 480,00
Consumible para equipo planta	Repuestos, aceite, fajas	₡3 746 171,16
Total		₡37 759 926,71

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

10.3 Determinación de ahorros que generaría el modelo

Para determinar los ahorros que generaría la implementación del modelo propuesto, fue necesario primero analizar los gastos de mantenimiento incurridos por la empresa durante el año 2024 y que pueden ser abordados directamente por el modelo. El departamento financiero-contable colaboró proporcionando el detalle de los gastos asociados tanto a la planta como al departamento de mantenimiento. A partir de esta información, se realizó un filtro para trabajar únicamente con los rubros relevantes para el análisis. El desglose de los gastos que el modelo busca reducir se presenta en la Tabla 36. El dato de los paros de producción se estimó en un lapso de 2 semanas con ayuda del jefe de producción. Para ello se hizo la investigación de que el costo de paro por hora es de ₡600 000,00 aproximadamente y en promedio se registran 3 horas de paro por semana. Para poder estimar este dato se hizo una macro que funcionara como plantilla con el fin de que los operarios de producción

pudiesen hacer un registro y de esta manera el departamento de producción comenzara a obtener indicadores claves de desempeño importantes para la organización.

Tabla 36.

Gastos de mantenimiento del 2024 de Salqui

Descripción	Monto
Pago extras por horas extras por mes	¢668 271,56
Pago extras por horas extras al año	¢8 019 258,72
Descarte de material en bodega cada 4 meses	¢3 812 012,65
Descarte de material en bodega por año	¢11 436 037,96
Incapacidades por accidentes laborales	¢992 967,79
Servicios externos	¢10 581 712,92
Mantenimiento de equipo	¢14 150 815,51
Pago a terceros para reparación de equipos	¢5 798 857,29
Mantenimiento realizado por externos	¢5 798 857,29
Paros en producción por mantenimiento	¢92 880 000,00
Total	¢44 187 825,12

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Con el fin de fortalecer la validez del análisis técnico-financiero del modelo propuesto, se considera necesario realizar un estudio de sensibilidad (ver Tabla 37) basado en tres escenarios: pesimista, realista y optimista. Esta herramienta permite evaluar el impacto que tendrían posibles variaciones en los ahorros estimados, considerando la incertidumbre inherente a cualquier proyección futura, especialmente tratándose de un modelo que aún no ha sido implementado.

Al contemplar distintos niveles de efectividad del modelo, desde un rendimiento menor al esperado hasta un desempeño sobresaliente, se obtiene una visión más completa del riesgo asociado y se facilita la toma de decisiones informadas por parte de la gerencia.

Dado que el modelo de gestión no genera ingresos por ventas directas, sus beneficios económicos se reflejan a través de los ahorros operativos obtenidos por una mejor

administración de los recursos. Por esta razón, en lugar de utilizar un estado de resultados tradicional, se optó por un análisis de flujo de caja para determinar su viabilidad financiera.

En dicho análisis solo se consideran los costos y gastos operativos adicionales o necesarios para sostener el modelo, ya que muchos de los costos actuales de mantenimiento continuarían existiendo con o sin su implementación. Tanto los ingresos (en forma de ahorros) como los egresos fueron ajustados tomando en cuenta el efecto proyectado de la inflación en Costa Rica, para garantizar una evaluación más realista del comportamiento financiero del modelo a lo largo del tiempo.

Tabla 37.

Estudio de sensibilidad de los posibles ahorros del modelo propuesto

Descripción	Escenario		Pesimista		Realista		Optimista	
	Porcentaje	Monto ahorrado	Porcentaje	Monto ahorrado	Porcentaje	Monto ahorrado	Porcentaje	Monto ahorrado
Pago por horas extras al año	20%	₡1 603 851,74	35%	₡2 806 740,55	50%	₡4 009 629,36		
Descarte de material al año (por fallas)	20%	₡2 287 207,59	25%	₡2 859 009,49	30%	₡3 430 811,39		
Incapacidades por accidentes laborales	10%	₡99 296,78	25%	₡248 241,95	40%	₡397 187,12		
Costos de mantenimiento de equipo	15%	₡2 122 622,33	20%	₡2 830 163,10	30%	₡4 245 244,65		
Mantenimiento realizado por externos	30%	₡1 739 657,19	40%	₡2 319 542,92	50%	₡2 899 428,65		
Paros en producción por mantenimiento	20%	₡18 576 000,00	30%	₡27 864 000,00	40%	₡37 152 000,00		
Ahorro horas extra por contratación de un técnico más		₡2 673 086,24		₡2 673 086,24		₡2 673 086,24		
Total		₡29 101 721,87		₡41 600 784,25		₡54 807 387,41		

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los porcentajes presentados en la tabla anterior fueron obtenidos a partir de diversos estudios y documentos que evidencian los beneficios derivados de la implementación de modelos de gestión de mantenimiento en empresas a nivel mundial.

(TechPlus, 2018) cita un estudio de Plant Performance Group en el que se destaca una reducción del inventario en bodega entre un 20% y un 30%. Por su parte, (Autexopen, 2025) reporta casos en los que la implementación de modelos de gestión ha generado reducciones

de costos de mantenimiento de entre un 20% y un 25%. (Moore, 2024) menciona que empresas como General Electric y Boeing, tras adoptar modelos de mantenimiento basados en confiabilidad, han logrado reducir sus costos de mantenimiento entre un 15% y un 30%. (Vera Osoreo, 2019), en un estudio aplicado a una empresa peruana, evidencia una reducción del 40% en el número de accidentes laborales tras la implementación de la metodología 5S, así como una disminución del 40% en la delimitación de materiales. (Gulati, 2012) también señala que la implementación de modelos de mantenimiento puede reducir los tiempos de paro de máquina (downtime) entre un 20% y un 40%.

En el caso de la empresa bajo estudio, el mantenimiento realizado por proveedores externos es principalmente de tipo correctivo, debido a la ausencia de procedimientos documentados que guíen al personal técnico en la atención de fallas. Ante la falta de conocimiento, el departamento de mantenimiento recurre directamente a empresas proveedoras, siendo Stia Comercializadora S.A. la más frecuente. Considerando lo anterior, se estima que los ahorros en este rubro serían resultado de la disminución del mantenimiento correctivo gracias a la implementación del modelo propuesto. Según las metas establecidas en el Cuadro de Mando Integral (CMI), se proyecta que esta reducción se ubique entre un 30% y un 50%.

10.4 Resultados del estudio técnico-financiero

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis técnico-financiero del modelo de gestión de mantenimiento propuesto. Esta evaluación considera los flujos de caja proyectados durante cinco años, incorporando los costos adicionales de implementación (Tabla 34), los ahorros estimados (Tabla 37) y el impacto de la inflación. Asimismo, se incluye un estudio de sensibilidad en tres escenarios (pesimista, realista y optimista), con el objetivo de valorar la viabilidad del modelo en diferentes condiciones de desempeño operativo.

10.4.1 Escenario pesimista

En el escenario pesimista, los ahorros generados por el modelo de gestión de mantenimiento son menores a lo esperado, mientras que los costos operativos se mantienen elevados o incluso incrementan ligeramente año con año por causa de la inflación. Como resultado, se observa en la Tabla 38 que, durante los cinco años evaluados, la empresa no logra generar utilidades netas positivas en ningún periodo.

Tabla 38.

Escenario pesimista del estudio técnico-financiero

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorros		¢29 974 773,53	¢30 874 016,73	¢31 800 237,23	¢32 754 244,35	¢33 736 871,68
(-) Costos		¢38 892 724,51	¢40 059 506,25	¢41 261 291,43	¢42 499 130,18	¢43 774 104,08
Utilidad Bruta		-¢8 917 950,99	-¢9 185 489,52	-¢9 461 054,20	-¢9 744 885,83	-¢10 037 232,40
Utilidad antes de impuestos		-¢8 917 950,99	-¢9 185 489,52	-¢9 461 054,20	-¢9 744 885,83	-¢10 037 232,40
Impuesto de renta (30%)						
Utilidad despues de impuestos		-¢8 917 950,99	-¢9 185 489,52	-¢9 461 054,20	-¢9 744 885,83	-¢10 037 232,40
(-) Inversion requerida	¢5 140 429,54					
Flujo neto Efectivo	-¢5 140 429,54	-¢8 917 950,99	-¢9 185 489,52	-¢9 461 054,20	-¢9 744 885,83	-¢10 037 232,40
FNE descontado	-¢31 293 641,57					
VAN (15,25%)	-¢36 434 071,11					
TIR	#¡NUM!					
B/C	-7,09					
Tasa de descuento	15,25%					

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los resultados obtenidos en este análisis muestran que todos los flujos netos de efectivo anuales son negativos, incluyendo el desembolso inicial correspondiente a la inversión requerida de ¢5.140.429,54 (desglosada en la tabla 34). Esto evidencia que el modelo no logra cubrir sus costos con los ahorros proyectados en este escenario.

Adicionalmente, se obtuvo un Valor Actual Neto (VAN) de -¢36.434.071,11 al aplicar una tasa de descuento del 15,25%, lo cual refleja una pérdida neta desde el punto de vista financiero. Por su parte, la Tasa Interna de Retorno (TIR) no pudo ser calculada, ya que la función arrojó el error #¡NUM! en Excel. Esto se debe a que los flujos de caja no presentan un cambio de signo necesario para que la TIR pueda ser determinada, lo que indica que, bajo estas condiciones, el proyecto no generaría retornos suficientes para recuperar la inversión

inicial. En cuanto a la relación Beneficio/Costo (B/C), el resultado fue de - $\text{C}\$7,09$, lo que indica que por cada colón invertido se generaría una pérdida de $\text{C}\$7,09$. Este indicador refuerza aún más la inviabilidad del modelo en este escenario.

En resumen, el análisis financiero bajo el escenario pesimista demuestra que el modelo de gestión de mantenimiento no es viable si los ahorros generados no superan los costos operativos. La imposibilidad de recuperar la inversión, los flujos de caja negativos constantes y la falta de una TIR válida indican que, en estas condiciones, el proyecto representaría una pérdida para la empresa.

10.4.2 Escenario realista

En este escenario se proyectan ahorros moderadamente crecientes a lo largo de cinco años, con una estructura de costos constante. Esto genera utilidades positivas desde el primer año, lo cual permite recuperar parte de la inversión inicial y obtener beneficios sostenidos a lo largo del tiempo.

Tabla 39.

Escenario realista del estudio técnico-financiero

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorros		¢41 600 784,25	¢42 848 807,78	¢44 134 272,01	¢45 458 300,17	¢46 822 049,18
(-) Costos		¢38 892 724,51	¢40 059 506,25	¢41 261 291,43	¢42 499 130,18	¢43 774 104,08
Utilidad Bruta		¢2 708 059,74	¢2 789 301,53	¢2 872 980,58	¢2 959 169,99	¢3 047 945,09
Utilidad antes de impuestos		¢2 708 059,74	¢2 789 301,53	¢2 872 980,58	¢2 959 169,99	¢3 047 945,09
Impuesto de renta(30%)		¢812 417,92	¢836 790,46	¢861 894,17	¢887 751,00	¢914 383,53
Utilidad despues de impuestos		¢1 895 641,82	¢1 952 511,07	¢2 011 086,40	¢2 071 418,99	¢2 133 561,56
(-) Inversion requerida	¢5 140 429,54					
Flujo neto Efectivo	-¢5 140 429,54	¢1 895 641,82	¢1 952 511,07	¢2 011 086,40	¢2 071 418,99	¢2 133 561,56
FNE descontado	¢6 651 924,37					
VAN (15,25%)	¢1 511 494,83					
TIR	26,87%					
B/C	0,29					

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los resultados obtenidos de la Tabla 39 son que luego de la inversión inicial de $\text{C}\$5.140.429,54$ (desglosada en la tabla 34) en el año 0, los flujos netos de efectivo son

positivos durante los cinco años siguientes, con montos crecientes desde ₡1.895.641,82 hasta ₡2.133.561,56. Esto indica una capacidad real de recuperación y generación de valor. Sumado a ello, el proyecto alcanza un VAN de ₡1.511.494,83 con una tasa de descuento del 15,25%, lo cual demuestra que, descontando los flujos futuros, la inversión sigue siendo rentable. Como tercer indicador la TIR calculada es del 26,87%, superior a la tasa de descuento usada, lo que confirma que el proyecto es financieramente viable en este escenario y puede generar un retorno atractivo sobre la inversión. Por último, el indicador B/C es 0,29, lo cual significa que por cada colón invertido, se obtienen ₡0,29 en beneficios. Esto indica que el proyecto no es rentable, ya que el beneficio generado es menor al costo de la inversión.

El análisis del escenario realista demuestra que el modelo de gestión de mantenimiento es financieramente viable bajo condiciones moderadas de ahorro y control de costos. El proyecto genera flujos positivos desde el primer año, con una TIR que supera la tasa de descuento y un VAN positivo, lo cual respalda su implementación como una alternativa sólida para mejorar la eficiencia operativa y económica de la empresa. Aunque el margen de beneficio no es alto, los resultados confirman que el modelo puede ser sostenible y rentable si se gestiona adecuadamente.

Es importante destacar que para controlar los costos en un modelo de gestión de mantenimiento se deben aplicar acciones como: estandarizar los procedimientos, priorizar el mantenimiento preventivo sobre el correctivo, llevar registros detallados de consumos y horas hombre, codificar los equipos para mejorar la trazabilidad, monitorear indicadores clave de desempeño, evaluar proveedores, capacitar al personal técnico y establecer presupuestos con controles periódicos. Estas medidas permiten tomar decisiones informadas, reducir desperdicios y hacer un uso más eficiente de los recursos.

10.4.3 Escenario optimista

En este escenario se proyectan ahorros significativamente mayores gracias a una implementación altamente efectiva del modelo de gestión de mantenimiento. Los costos operativos se mantienen constantes, lo que genera utilidades anuales considerablemente altas y sostenidas durante los cinco años analizados.

Tabla 40.**Escenario optimista del estudio técnico-financiero**

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorros		¢54 807 387,41	¢56 451 609,03	¢58 145 157,30	¢59 889 512,02	¢61 686 197,38
(-) Costos		¢38 892 724,51	¢40 059 506,25	¢41 261 291,43	¢42 499 130,18	¢43 774 104,08
Utilidad Bruta		¢15 914 662,89	¢16 392 102,78	¢16 883 865,86	¢17 390 381,84	¢17 912 093,29
Utilidad antes de impuestos		¢15 914 662,89	¢16 392 102,78	¢16 883 865,86	¢17 390 381,84	¢17 912 093,29
Impuesto de renta (30%)		¢4 774 398,87	¢4 917 630,83	¢5 065 159,76	¢5 217 114,55	¢5 373 627,99
Utilidad despues de impuestos		¢11 140 264,03	¢11 474 471,95	¢11 818 706,10	¢12 173 267,29	¢12 538 465,31
(-) Inversion requerida	¢5 140 429,54					
Flujo neto Efectivo	-¢5 140 429,54	¢11 140 264,03	¢11 474 471,95	¢11 818 706,10	¢12 173 267,29	¢12 538 465,31
FNE descontado	¢39 091 875,47					
VAN (15,25%)	¢33 951 445,93					
TIR	218,96%					
B/C	6,60					

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Los principales resultados obtenidos de la Tabla 40 muestran que, tras la inversión inicial de ¢5.140.429,54 (desglosada en la tabla 34) en el año 0, los flujos netos de efectivo anuales son positivos y crecen ligeramente cada año, considerando el efecto de la inflación. Estos flujos inician en ¢11.140.264,03 y alcanzan ¢12.538.465,31 en el año 5, lo cual evidencia una recuperación acelerada de la inversión y una alta capacidad de generación de valor económico.

Con una tasa de descuento del 15,25%, el proyecto alcanza un Valor Actual Neto (VAN) de ¢33.951.445,93, lo que representa un retorno aproximado de 6,6 veces sobre la inversión inicial en términos actualizados. Además, la Tasa Interna de Retorno (TIR) se sitúa en 218,96%, muy por encima de la tasa de descuento, lo que confirma una rentabilidad sobresaliente.

El indicador de relación Beneficio/Costo (B/C) es de 6,60, lo que significa que por cada colón invertido se generan ¢6,60 en beneficios, reforzando la alta rentabilidad del proyecto bajo este escenario.

En conjunto, el análisis del escenario optimista demuestra que el modelo de gestión de mantenimiento propuesto es altamente rentable y financieramente atractivo, siempre que su ejecución se lleve a cabo con un alto nivel de eficiencia. Los resultados obtenidos, flujos de efectivo elevados, un VAN significativo, una TIR muy superior a la tasa de descuento y una excelente relación beneficio/costo, evidencian el potencial del modelo como una herramienta estratégica para la generación sostenida de valor económico dentro de la empresa. Este escenario confirma que, bajo condiciones de operación óptimas, el modelo no solo es viable, sino que representa una oportunidad de inversión de alto impacto.

10.4.4 Resumen de resultados del análisis de sensibilidad

Con el objetivo de facilitar la visualización comparativa de los resultados del análisis de sensibilidad, se graficaron los valores obtenidos para los indicadores de Relación Beneficio-Costo (B/C) y Valor Actual Neto (VAN), según los tres escenarios evaluados: optimista, realista y pesimista (Fig. 37 y Fig. 38).

En la Fig. 37, se observa que la relación beneficio-costo es positiva tanto en el escenario optimista como en el realista, alcanzando un valor máximo de 6,60 en el primero. Sin embargo, en el escenario realista este valor no es mayor que 1 por lo que el beneficio es menor que el costo. Por otro lado, el escenario pesimista refleja un valor negativo (-7,09), lo que indicaría una pérdida en caso de que se presentaran condiciones desfavorables extremas.

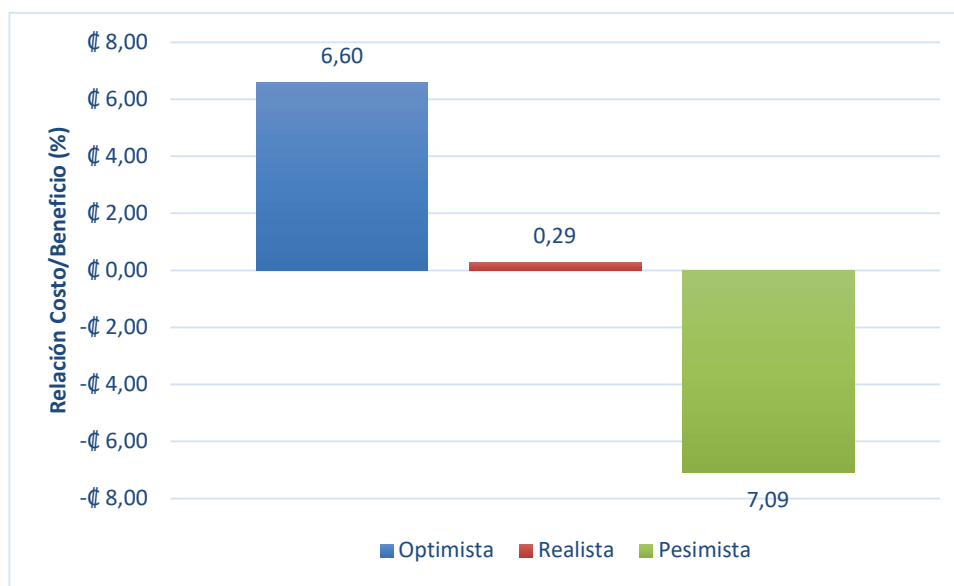


Fig. 37. Comparación del B/C según escenarios

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Este comportamiento se repite en la Fig. 38, correspondiente al VAN, donde los escenarios optimista y realista muestran valores positivos de ₡33.951.445,93 y ₡1.511.494,83 respectivamente, mientras que el escenario pesimista presenta un VAN negativo de ₡-36.434.071,11.

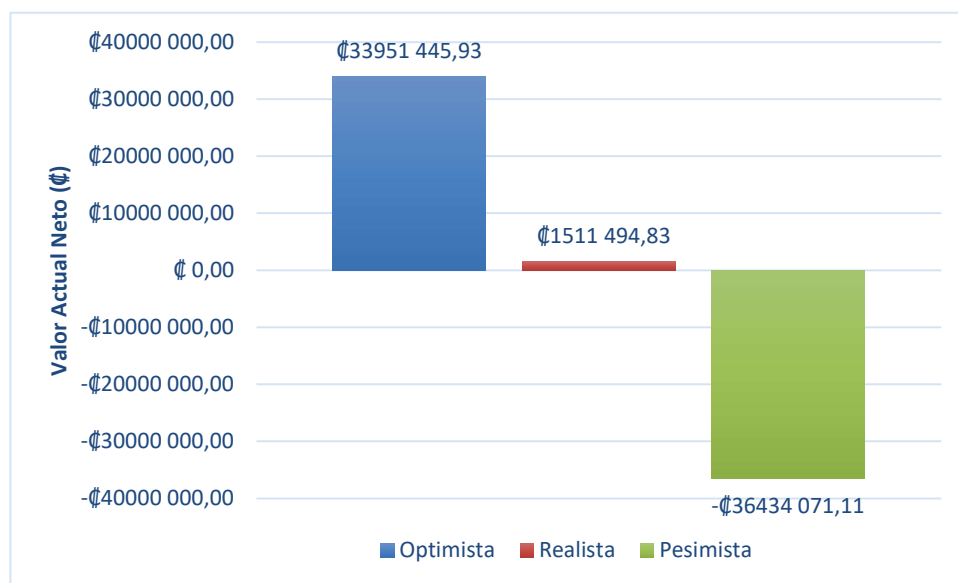


Fig. 38. Comparación del VAN según escenarios

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Estas gráficas permiten concluir que, bajo condiciones normales o favorables, el modelo propuesto resulta financieramente viable, mientras que, en un escenario adverso extremo, el proyecto dejaría de ser rentable, resaltando la importancia de una ejecución controlada y el monitoreo constante de los factores clave que afectan los costos y beneficios esperados.

11 COMPARACIÓN DE LA RELACIÓN DEL MANTENIMIENTO SOBRE LAS VENTAS TOTALES

Se realizó un análisis integral de los gastos de mantenimiento, tomando como base los registros contables proporcionados por la empresa, así como el estudio de los tiempos de paro en producción ocasionados por fallas en los equipos. A partir de esta información, se elaboró la Tabla 41.

Tabla 41.

Costos totales anuales de mantenimiento reportados

Descripción	Monto
Pago extras por horas extras al año	¢2 673 086,24
Descarte de material en bodega por año	¢11 436 037,96
Incapacidades por accidentes laborales	¢992 967,79
Servicios externos	¢10 581 712,92
Mantenimiento de equipo	¢14 150 815,51
Pago a terceros para reparación de equipos	¢5 798 857,29
Mantenimiento realizado por externos	¢5 798 857,29
Paros en producción por mantenimiento	¢92 880 000,00
Costos fijos del departamento de mantenimiento	¢346 946 096,79
Gastos en repuestos	¢113 589 507,78
Materiales en bodega	¢14 288 055,85
Total	¢619 135 995,43

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Tal como se muestra en la tabla anterior, los gastos anuales totales de mantenimiento ascienden a ¢619.135.995,43. Al compararse con el monto de las ventas totales anuales, se determina que el costo de mantenimiento representa un 10,20% de dichas ventas, como se evidencia en la Tabla 42. Esta relación se visualiza de forma más clara en la Fig. 39.

Tabla 42.

Costo de mantenimiento sobre ventas totales

Descripción	Monto
Ventas totales en un año	₡6 072 509 238,00
Costos totales de mantenimiento	₡619 135 995,43
CMVT	10,20%

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

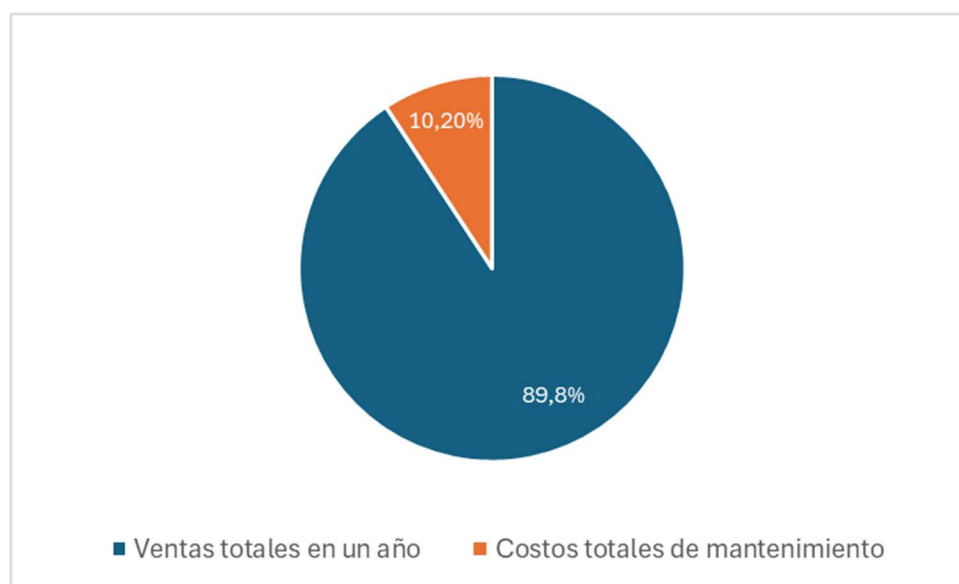


Fig. 39. Proporción de relación de costos de mantenimiento respecto a ventas totales

Fuente: Elaboración propia (Microsoft Excel)

Aunque el 10,20% de las ventas totales anuales corresponde a gastos de mantenimiento —un valor que puede considerarse dentro del rango promedio, dado que la

mayoría de los fabricantes destinan entre un 5 % y un 10 % de sus presupuestos anuales a esta área (WorkTrek, 2024)—, resulta fundamental que Salqui implemente un modelo de gestión como el propuesto para poder cumplir con los requisitos que le pide el Código sobre inocuidad alimentaria de los alimentos de la SQF. Esta herramienta permitiría mejorar la trazabilidad de los equipos, estandarizar los procedimientos de mantenimiento, recopilar datos relevantes sobre los activos y sus intervenciones, y tomar decisiones fundamentadas en información objetiva. Además, facilitaría conocer el estado y el desempeño real del departamento de mantenimiento, en línea con la premisa: “lo que no se mide, no se puede mejorar”.

Adicionalmente, el modelo propuesto ha demostrado su potencial para reducir los costos de mantenimiento en el mediano plazo, lo que implicaría un incremento en la utilidad generada a partir de las ventas de los productos, sin comprometer la disponibilidad ni la calidad operativa de los equipos.

Por otra parte, la empresa se encuentra actualmente en proceso de certificación bajo la norma de inocuidad y calidad alimentaria SQF, con el objetivo de ampliar su base de clientes y fortalecer su reputación en el mercado. Esta certificación es requerida por reconocidas cadenas de supermercados como Walmart, PriceSmart y Automercado, entre otras, como condición para la comercialización de sus productos.

La obtención de la certificación SQF representa, además, una base sólida para afrontar futuras auditorías y certificaciones internacionales. Para cumplir con sus requisitos, es indispensable contar con un sistema de mantenimiento trazable, con registros claros de cada intervención realizada y sus respectivas validaciones. Al tratarse de una norma enfocada en la calidad, exige una mínima variabilidad en los productos, lo que implica que los equipos deben operar consistentemente dentro de los parámetros definidos por la empresa, de acuerdo con sus necesidades de producción.

12 CONCLUSIONES

1. Se evaluó el estado del mantenimiento de la empresa mediante un diagnóstico basado en los criterios de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), obteniéndose una calificación de 36,7%, lo que evidencia un nivel de madurez inocente y múltiples oportunidades de mejora, respaldadas por gráficos y análisis detallados de la situación actual para su comparativa con la norma mencionada anteriormente.
2. La descripción de las características del modelo de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad —incluyendo el análisis de criticidad de equipos, la definición de funciones, fallas funcionales, modos de falla y acciones proactivas— permitió identificar los equipos que requieren atención prioritaria y definir estrategias alineadas con su criticidad. Esto facilitó el desarrollo de un plan estratégico del modelo de gestión de mantenimiento más eficiente, optimizando recursos, reduciendo tiempos de inactividad y fortaleciendo la toma de decisiones técnicas orientadas a los objetivos estratégicos del negocio.
3. Se establecieron mediante una propuesta las variables clave que evidencian el impacto de la gestión de mantenimiento por medio del desarrollo de un Cuadro de Mando Integral para el establecimiento de los indicadores de desempeño adecuados y metas concretas, colaborando al alineamiento de la gestión de mantenimiento con los objetivos estratégicos de la organización.
4. Se evaluó la viabilidad del modelo de gestión de mantenimiento mediante un estudio técnico-financiero con análisis detallado de los costos adquisitivos, cuyos resultados indicaron que, en un escenario pesimista, el modelo no es rentable, ya que presenta un VAN negativo, una relación B/C desfavorable y no permite recuperar la inversión. No obstante, en los escenarios realista y optimista, el modelo demostró ser rentable, con VAN positivos, TIR superiores al 15,25% y relaciones B/C de 0,29 y 6,60 respectivamente, lo que confirma su viabilidad siempre que se alcance al menos un nivel mínimo de eficiencia operativa.

13 RECOMENDACIONES

A partir de los resultados obtenidos durante el desarrollo del modelo de gestión de mantenimiento propuesto, se plantean las siguientes recomendaciones con el objetivo de facilitar su implementación en la empresa y asegurar su sostenibilidad en el tiempo. Estas sugerencias no solo apuntan a que el modelo funcione correctamente, sino también a que se convierta en una herramienta útil para mejorar la eficiencia operativa, tomar decisiones más informadas y fortalecer el rol estratégico del mantenimiento dentro de la organización. Las recomendaciones son las siguientes:

- Implementar el modelo de manera gradual, empezando por las áreas o equipos más críticos, de forma que se pueda validar su efectividad antes de extenderlo a toda la planta.
- Capacitar al personal técnico y de producción en los principios del modelo, en el uso de herramientas digitales, y en la importancia del mantenimiento preventivo y basado en la confiabilidad.
- Realizar auditorías internas de forma periódica para revisar el cumplimiento del modelo, detectar desviaciones y establecer acciones de mejora.
- Revisar y ajustar los planes de mantenimiento con base en el historial de fallas, el análisis de criticidad y las condiciones actuales de operación.
- Promover una cultura de orden y mejora continua en planta, aplicando herramientas como las 5S y mantenimiento autónomo.
- Valorar la posibilidad de integrar tecnologías de mantenimiento predictivo, como sensores IoT o monitoreo de vibraciones, en una segunda etapa de implementación.
- Aplicar la codificación propuesta para mejorar la trazabilidad de los activos y registrar de manera ordenada las acciones de mantenimiento realizadas.

- Dar continuidad al uso de las plantillas propuestas para la documentación y recolección sistemática de información relacionada con el mantenimiento de los equipos y los datos de producción.
- Establecer un registro de costos dentro del Departamento de Mantenimiento, con el objetivo de cuantificar los gastos asociados, facilitar la elaboración de presupuestos y disponer de una herramienta útil para analizar la viabilidad económica de los proyectos de mantenimiento, así como para visualizar de forma tangible los ahorros generados.
- Llevar a cabo la recopilación de información durante un año fiscal completo sobre los indicadores definidos en el Cuadro de Mando Integral, con el fin de evaluar el cumplimiento de los objetivos anuales y las metas planteadas para el Departamento de Mantenimiento.
- Desarrollar un AMFE para el resto de los equipos de la planta para tener documentación de los parámetros de función de los equipos con base al proceso que desempeñen y las posibles fallas funcionales con sus respectivas consecuencias y efectos.

14 BIBLIOGRAFÍA

- Barros Leal, J. A., & Martínez Espinosa, J. (2018). Modelo para detección y simulación de fallas bajo la gestión de mantenimiento y proyectos. *Informador Técnico*, 82(1), 11-25. doi:<http://doi.org/10.23850/22565035.1366>
- Arata, A. (2005). *Manual de gestión de activos y mantenimiento*. Santiago, Chile: Ril editores. Obtenido de <https://www.digitaliapublishing.com/a/39359>
- Arrascue Hernández, G., & Cabrera Brusil, J. (2021). *Modelo de Gestión de Mantenimiento para reducir los retrasos en la línea de producción de una pyme textil productora de fibra poliéster en Lima-Perú, aplicando herramientas del Lean Manufacturing, SMED y tres pilares del TPM*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Autexopen. (6 de 03 de 2025). *Mantenimiento Predictivo en la Industria: Tecnologías y Beneficios*. Obtenido de https://www.autex-open.com/sin-categorizar/mantenimiento-predictivo-en-la-industria-tecnologias-y-benefici/#Industria_Manufacturera
- Ben Hassan, A., & Abdul-Kader, W. (08 de 2020). *Short-Term TPM Implementation in SIM: A Case Study*. Ontario, Canadá: 5th North American International Conference on Industrial Engineering and Operations Management. doi:<https://doi.org/10.46254/NA05.20200192>.
- Carlson, B. (30 de 4 de 2024). *30 Years of Financial Market Returns*. Obtenido de A Wealth of Common Sense: <https://awealthofcommonsense.com/2024/04/30-years-of-financial-market-returns/>
- Carlson, W., & Chrysler, D. (2001). *Análisis de modos y efectos de fallas potenciales (AMEF, tercera edición)*. Alemania: DaimlerChrysler Corporation.
- Comité Técnico de Normalización CT3: CONSTRUCCIÓN. (1993). *Manual para evaluar los sistemas de mantenimiento en la industria*. Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN).
- Crespo Márquez, A. (2007). *The maintenance management framework. Models and methods for complex systems maintenance*. Londres, Inglaterra: Springer Verlag.
- Duffua, S. (2008). *Sistemas de mantenimiento: planeación y control*. Ciudad de México: Limusa.

- eMaint. (28 de 12 de 2023). *Optimizar y mejorar un programa de mantenimiento preventivo*.
Obtenido de <https://www.emaint.com/es/works/optimize-preventive-maintenance/>
- Espinoza Alfaro , C. A. (2018). *Diseño de un Modelo Gestión en Mantenimiento para la empresa MOOG Medical Devices Group*. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Farfán Panamá, C. F. (2016). *Diseño de un modelo de gestión de mantenimiento, basado en el TPM (Total Productive Maintenance) y alineado a la norma ISO 22000-2005, para la industria cárnica de la ciudad de Cuenca*. Riobamba, Ecuador: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/5597/1/20T00765.pdf>
- Fuenmayor, E. (2020). *Selección de un activo físico considerando sus costos en el ciclo de vida*. Machinery & Reliability Institute – MRI. Obtenido de <https://esp.reliabilityconnect.com/seleccion-de-un-activo-fisico-considerando-sus-costos-en-el-ciclo-de-vida/>
- García Garrido, S. (2003). *Organización y gestión integral de mantenimiento*. Madrid, España: Ediciones Díaz de Santos. Obtenido de <https://www.digitaliapublishing.com/a/136491>
- García Rada , F. (2019). *Evaluación de proyectos*. Colegio de Ingenieros del Perú. Obtenido de <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2019/noviembre/portal/evaluacion-de-proyectos-charla-cip-15nov-2019.pdf>
- Gómez Gonzales, J. L. (2017). *Propuesta de mejora a la gestión de mantenimiento utilizando el sistema SAP para los equipos de chancado, molienda, flotación, filtrado y relaves de planta de beneficio de una empresa minero - metalúrgica. Caso empresa minera Ares*. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/5822>
- Gómez Gutiérrez, L., & Valverde Vega, J. (2015). *Situación del mantenimiento industrial en las empresas de Costa Rica*. Instituto Tecnológico de Costa Rica. , Vicerrectoría de Investigación y Extensión (VIE). Cartago, Costa Rica: Institucional del Tecnológico de Costa Rica. Recuperado el 24 de 8 de 2024, de <https://hdl.handle.net/2238/6450>
- Gulati, R. (2012). *Maintenance Best Practices* (2^a ed.). Nueva York, Estados Unidos: Industrial Press, Inc.

- Guzmán Charrasquié, C. A. (2013). *Plan de análisis de modos/efectos de falla y plan de mantenimiento para una máquina industrial lavadora de prendas*. Santiago de Cali, Colombia: Universidad Autónoma de Occidente.
- Institute for Healthcare Improvement (IHI). (2017). *Diagrama de Pareto*. Recuperado el 13 de 03 de 2025, de QI Essentials Toolkit: https://www.ihi.org/sites/default/files/QI-Essentials_Diagrama-de-Pareto_Espa%E0%B8%84ol.pdf
- Jiménez Bermejo, D. (2020). *Comparación entre VAN y TIR*. Economipedia.
- Juran, J. (1974). *The Non-Pareto Principle; Mea Culpa*. TPOK/Juran Institute.
- Kononen, K. (2002). A Cost Model of Industrial Maintenance for Profitability Analysis and Benchmarking. 79, 15-31. doi:[https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(00\)00187-0](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(00)00187-0)
- Ministerio de Salud. (2008). *Reglamento técnico RTCR 411:2008 Productos Cárnicos Embutidos: Salchicha, Salchichón, Mortadela y Chorizo*. San José, Costa Rica: Sistema Costarricense de Información Jurídica. Obtenido de http://www.pgrweb.go.cr/scij/Busqueda/Normativa/Normas/nrm_texto_completo.aspx?param1=NRTC&nValor1=1&nValor2=64990&nValor3=75733&strTipM=TC#up
- Moore, B. (11 de 07 de 2024). *The importance of reliability and maintainability in manufacturing*. Obtenido de Reliability and Maintainability Center, University of Tennessee.: <https://rmc.utk.edu/the-importance-of-reliability-and-maintainability-in-manufacturing/>
- Moreira Cabalceta, J. A. (2018). *Propuesta de un modelo de costeo por actividades para la gestión del Departamento de Tecnología de Información de COOPECAJA R.L.* Universidad de Costa Rica. Obtenido de <https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/handle/123456789/11028>
- National Aeronautics and Space Administration (NASA). (2008). *Reliability-Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment*. Obtenido de <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2023/06/nasa-rcmguide.pdf>
- Ortiz Useche, A., Rodríguez Monroy, C., & Izquierdo, H. (2013). Gestión de mantenimiento en pymes industriales. *Revista Venezolana de Gerencia*, 18(61), 86-104. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/290/29026161004.pdf>

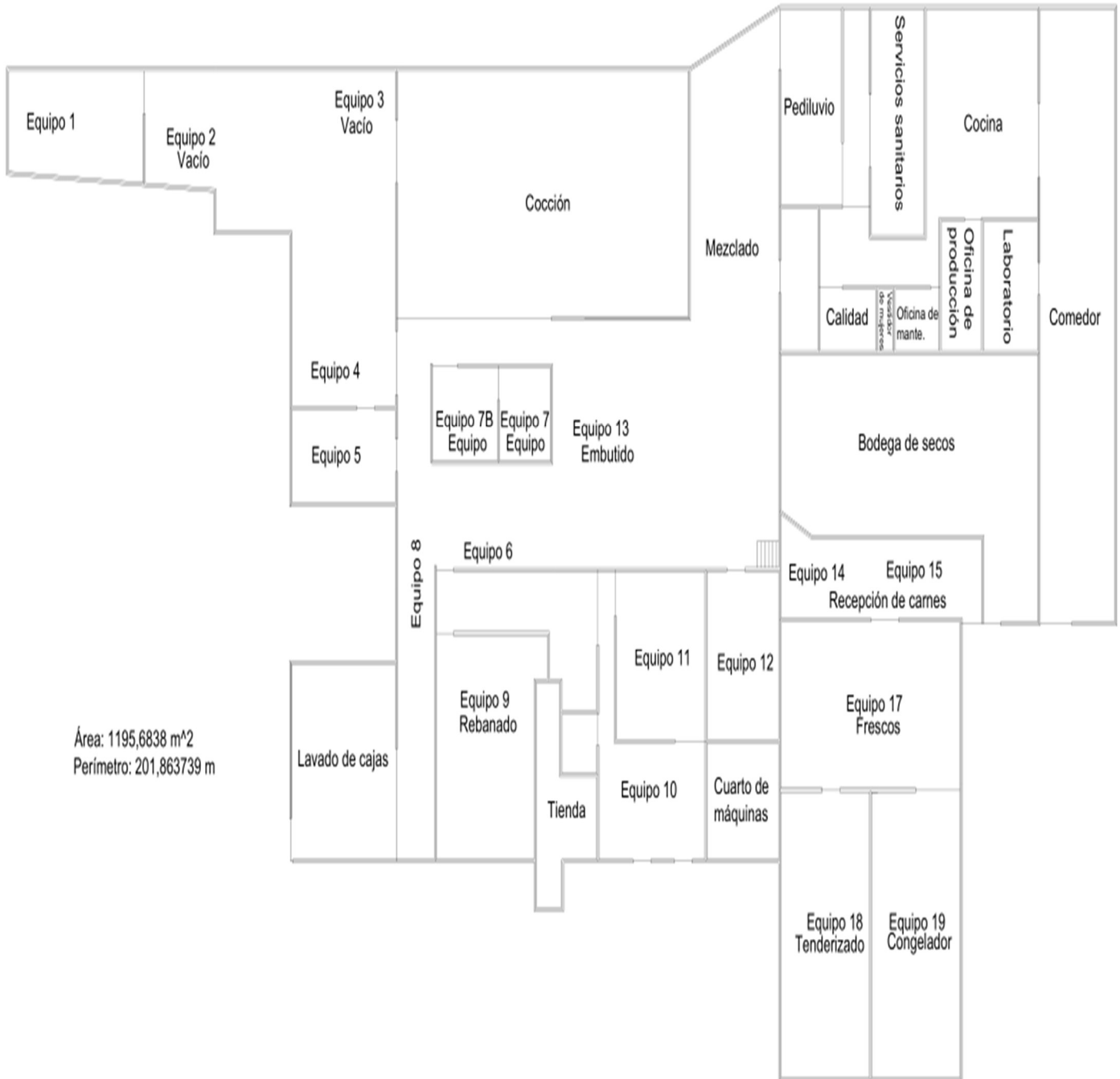
- Piedra, C., & Mata, S. (2022). *Evolución del mantenimiento predictivo*. Escuela de Ingeniería Electromecánica. Cartago, Costa Rica: Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Pistarelli, A. (2010). *Manual de Mantenimiento: ingeniería, gestión y organización*. Buenos Aires, Argentina: Talleres Gráficos R y C.
- Prasad, R., Anand, D., & Kodali, R. (2006). Development of a framework for world-class maintenance systems. *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, 5(2), 141-166.
- Sarango Puma, V. D., & Torres Díaz, J. E. (2010). *Planificación y Programación de mantenimiento la fábrica de embutidos "La Italiana"*. Cuenca, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- Sarango Puma, V. D., & Torres Díaz, J. E. (2010). *Planificación y programación de mantenimiento en la fábrica de embutidos "La Italiana"*. Cuenca: Universidad Politecnica Salesiana sede Cuenca.
- Singh, M., Sachdeva, A., & Bhardwaj, A. (2012). Measuring manufacturing performance with the implementation of TPM: an exploratory study. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 9(4), 456-. Obtenido de <https://www.inderscienceonline.com/doi/abs/10.1504/IJPQM.2012.047192>
- Statista Research Department. (4 de 11 de 2025). *Evolución anual de la tasa de inflación en Costa Rica desde 2015 hasta 2029*. Recuperado el 23 de 4 de 2025, de <https://es.statista.com/estadisticas/1190003/tasa-de-inflacion-costa-rica/>
- Suazo, L. (10 de Febrero de 2025). *8 indicadores de mantenimiento para la gestión de activos*. Recuperado el 22 de Abril de 2025, de Tractian: <https://traction.com/es/blog/8-indicadores-indispensables-para-la-gestion-del-mantenimiento>
- TechPlus. (18 de 09 de 2018). *Quais os impactos da manutenção preditiva no seu negócio?* Recuperado el 23 de 04 de 2025, de <https://www.techplus.com.br/impactos-manutencao-preditiva>
- Vera Osore, J. d. (2019). *Mejora de la productividad mediante la implementación de la metodología de las 5 S' en la empresa Ipsergen Huancayo en el año 2017*. Huancayo, Perú: Universidad Continental.
- Viveros, P., Stegmaier, R., Kristjanpoller, F., Barbera, L., & Crespo, A. (2013). Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento y sus principales herramientas de apoyo.

Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 21(1), 125-138.
doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052013000100011>

WorkTrek. (11 de octubre de 2024). 10 Compelling Statistics About Manufacturing Maintenance. Obtenido de https://worktrek.com/blog/manufacturing-maintenance-statistics/#A_Manufacturing_Facility_Allocates_Approximately_97_of_Its_Annual_Operating_Budget_to_Maintenance_Processes

15 APÉNDICES

15.1 Planos de la empresa



15.2 Auditoría COVENIN realizada

Criterios	Puntuación
AREA I: ORGANIZACIÓN DE LA EMPRESA EN GENERAL	
I.1 Funciones y Responsabilidades. Principios	
I.1.1 La Organización no posee organigramas acordes con su estructura o no están actualizados; tanto a nivel general, como a nivel de departamentos.	15
I.1.2 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están especificadas por escrito, o presentan falta de claridad.	10
I.1.3 La definición de funciones y la asignación de responsabilidades no llega hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.	10
I.2 Autoridad y Autonomía	
I.2.1 La línea de autoridad no está claramente definida	0
I.2.2 Las personas asignadas a cada puesto de trabajo no tienen pleno conocimiento de sus funciones	0
I.2.3 Existe duplicidad de funciones	5
I.2.4 La toma de decisiones para la resolución de problemas rutinarios en cada dependencia o unidad, tiene que ser efectuada previa consulta a los niveles superiores	5
I.3 Sistema de Información	
I.3.1 La Organización no cuenta con un diagrama de flujo para el sistema de información, donde estén involucrados todos los componentes estructurales partícipes en la toma de decisiones.	10
I.3.2 La Organización no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	5
I.3.3 La Organización no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	5
I.3.4 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como almacenamientos (archivo) para su cabal recuperación.	10
I.3.5 La Organización no dispone de los medios para el procesamiento de la información en base a los resultados que se deseen obtener.	10
I.3.6 La Organización no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	6
AREA II: ORGANIZACIÓN DEL MANTENIMIENTO EN LA EMPRESA	
II.1 Funciones y Responsabilidades.	
II.1.1 La empresa no tiene organigramas acordes a su estructura o no están actualizados para La Organización de mantenimiento.	15
II.1.2 La Organización de mantenimiento, no está acorde con el tamaño del SP, tipo de objetos a mantener, tipo de personal, tipo de proceso, distribución geográfica, u otro.	10
II.1.3 La unidad de mantenimiento no se presenta en el organigrama general, independiente del departamento de producción.	0
II.1.4 Las funciones y la correspondiente asignación de responsabilidades no están definidas por escrito o no están claramente definidas dentro de la unidad.	5

II.1.5 La asignación de funciones y de responsabilidades no llegan hasta el último nivel supervisorio necesario, para el logro de los objetivos deseados.	7
II.1.6 La Organización no cuenta con el personal suficiente tanto en cantidad como en calificación, para cubrir las actividades de mantenimiento.	15
II.2 Autoridad y Autonomía	
II.2.1 La unidad de mantenimiento no posee claramente definidas las líneas de autoridad.	0
II.2.2 El personal asignado a mantenimiento no tiene pleno conocimiento de sus funciones.	0
II.2.3 Se presentan solapamientos y/o duplicidad en las funciones asignadas a cada componente estructural de La Organización de mantenimiento.	0
II.2.4 Los problemas de carácter rutinario no pueden ser resueltos sin consulta a niveles superiores.	0
II.3 Sistema de Información	
II.3.1 La Organización de mantenimiento no cuenta con un flujograma para su sistema de información donde estén claramente definidos los componentes estructurales involucrados en la toma de decisiones.	0
II.3.2 La Organización de mantenimiento no dispone de los medios para el procesamiento de la información de las diferentes secciones o unidades en base a los resultados que se desean obtener.	15
II.3.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con mecanismos para evitar que se introduzca información errada o incompleta en el sistema de información.	10
II.3.4 La Organización de mantenimiento no cuenta con un archivo ordenado y jerarquizado técnicamente.	10
II.3.5 No existen procedimientos normalizados (formatos) para llevar y comunicar la información entre las diferentes secciones o unidades, así como su almacenamiento (archivo) para su cabal recuperación.	7
II.3.6 La Organización de mantenimiento no dispone de los mecanismos para que la información recopilada y procesada llegue a las personas que deben manejarla.	10
AREA III: PLANIFICACIÓN DE MANTENIMIENTO	
III.1 Objetivos y Metas	
III.1.1 No se encuentran definidos por escrito los objetivos y metas que debe cumplir La Organización de mantenimiento.	20
III.1.2 La Organización de mantenimiento no posee un plan donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos a mantener.	20
III.1.3 La organización no tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieren.	15
III.1.4 Las acciones de mantenimiento que se ejecutan no se orientan hacia el logro de los objetivos.	15
III.2 Políticas para la planificación	

III.2.1 La organización no posee un estudio donde se especifiquen detalladamente las necesidades reales y objetivas de mantenimiento para los diferentes objetos de mantenimiento.	20
III.2.2 No se tiene establecido un orden de prioridades para la ejecución de las acciones de mantenimiento de aquellos sistemas que lo requieran.	20
III.2.3 A los sistemas sólo se les realiza mantenimiento cuando fallan	8
III.2.4 El equipo gerencial no tiene coherencia en torno a las políticas de mantenimiento establecidas.	10
III.3 Control y Evaluación	
III.3.1 No existen procedimientos normalizados para recabar y comunicar información, así como su almacenamiento para su posterior uso.	6
III.3.2 No existe una codificación secuencial que permita la ubicación rápida de cada objeto dentro del proceso, así como el registro de información de cada uno de ellos.	10
III.3.3 La empresa no posee inventario de manuales de mantenimiento y operación, así como catálogos de piezas y partes de cada objeto a mantener.	6
III.3.4 No se dispone de un inventario técnico de objetos de mantenimiento que permita conocer la función de los mismos dentro del sistema al cual pertenece, recogida esta información en formatos normalizados.	10
III.3.5 No se llevan registros de fallas y causas por escrito.	5
III.3.6 No se llevan estadísticas de tiempos de parada y de tiempo de reparación.	5
III.3.7 No se tiene archivada y clasificada la información necesaria para la elaboración de los planes de mantenimiento.	5
III.3.8 La información no es procesada y analizada para la futura toma de decisiones.	5
AREA IV: MANTENIMIENTO RUTINARIO	
IV.1 Planificación	
IV.1.1 No están descritas en forma clara y precisa las instrucciones técnicas que permitan al operario o en su defecto a La Organización de mantenimiento aplicar correctamente mantenimiento rutinario a los sistemas.	20
IV.1.2 Falta de documentación sobre instrucciones de mantenimiento para la generación de acciones de mantenimiento rutinario.	20
IV.1.3 Los operarios no están bien informados sobre el mantenimiento a realizar.	10
IV.1.4 No se tiene establecida una coordinación con la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento rutinario.	0
IV.1.5 Las labores de mantenimiento rutinario no son realizadas por el personal más adecuado según la complejidad y dimensiones de la actividad a ejecutar.	5
IV.1.6 No se cuenta con un stock de materiales y herramientas de mayor uso para la ejecución de este tipo de mantenimiento.	5
IV.2 Programación e Implantación	
IV.2.1 No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento rutinario.	10

IV.2.2 La programación de mantenimiento rutinario no está definida de manera clara y detallada.	6
IV.2.3 Existe el programa de mantenimiento, pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	0
IV.2.4 Las actividades de mantenimiento rutinario están programadas durante todos los días de la semana, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	5
IV.2.5 La frecuencia de las acciones de mantenimiento rutinario (limpieza, ajuste, calibración y protección) no están asignadas a un momento específico de la semana.	0
IV.2.6 No se cuenta con el personal idóneo para la implantación del plan de mantenimiento rutinario.	7
IV.2.7 No se tienen claramente identificados a los sistemas que conformarán parte de las actividades de mantenimiento rutinario.	5
IV.2.8 La organización no tiene establecida una supervisión para el control de ejecución de las actividades de mantenimiento rutinario.	5
IV.3 Control y Evaluación	
IV.3.1 No se dispone de una ficha para llevar el control de los manuales de servicio, operación y partes.	10
IV.3.2 No existe un seguimiento desde la generación de las acciones técnicas de mantenimiento rutinario, hasta su ejecución.	15
IV.3.3 No se llevan registros de las acciones de mantenimiento rutinario realizadas.	3
IV.3.4 No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple el mantenimiento rutinario y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.	7
IV.3.5 No existen formatos que permitan recoger información en cuanto a consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento rutinario permitiendo presupuestos más reales.	5
IV.3.6 El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.	5
IV.3.7 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento rutinario basándose en los recursos utilizados y la incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20
AREA V: MANTENIMIENTO PROGRAMADO (PLANIFICACIÓN)	
V.1 Planificación	
V.1.1 No existen estudios previos que conlleven a la determinación de las cargas de trabajo y ciclos de revisión de los objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones sujetas a acciones de mantenimiento.	20
V.1.2 La empresa no posee un estudio donde especifiquen las necesidades reales y objetivas para los diferentes objetos de mantenimiento, instalaciones y edificaciones.	15
V.1.3 No se tienen planificadas las acciones de mantenimiento programado en orden de prioridad, y en el cual se especifiquen las acciones a ser ejecutadas a los objetos de mantenimiento, con frecuencias desde quincenales hasta anuales.	15

V.1.4 La información para la elaboración de instrucciones técnicas de mantenimiento programado, así como sus procedimientos de ejecución, es deficiente.	10
V.1.5 No se dispone de los manuales y catálogos de todas las máquinas.	3
V.1.6 No se ha determinado la fuerza laboral necesaria para llevar a cabo todas las actividades de mantenimiento programado	5
V.1.7 No existe una planificación conjunta entre La Organización de mantenimiento, producción, administración y otros entes de la organización, para la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.	5
V.2 Programación e implantación	
V.2.1 No existe un sistema donde se identifique el programa de mantenimiento programado.	10
V.2.2 Las actividades están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista una holgura para el ajuste de la programación.	0
V.2.3 Existe el programa de mantenimiento, pero no se cumple con la frecuencia estipulada, ejecutando las acciones de manera variable y ocasionalmente.	7
V.2.4 No existe un estudio de las condiciones reales de funcionamiento y las necesidades de mantenimiento.	10
V.2.5 No se tiene un procedimiento para la implantación de los planes de mantenimiento programado.	10
V.2.6 La organización no tiene establecida una supervisión sobre la ejecución de las acciones de mantenimiento programado.	10
V.3 Control y evaluación	
V.3.1 No se controla la ejecución de las acciones de mantenimiento programado	15
V.3.2 No se llevan las fichas de control de mantenimiento por cada objeto de mantenimiento.	10
V.3.3 No existen planillas de programación anual por semanas para las acciones de mantenimiento a ejecutarse y su posterior evaluación de ejecución.	5
V.3.4 No existen formatos de control que permitan verificar si se cumple mantenimiento programado y a su vez emitir órdenes para arreglos o reparaciones a las fallas detectadas.	5
V.3.5 No existen formatos que permitan recoger información en cuanto al consumo de ciertos insumos requeridos para ejecutar mantenimiento programado para estimar presupuestos más reales.	5
V.3.6 El personal encargado de las labores de acopio y archivo de información no está bien adiestrado para la tarea, con el fin de realizar evaluaciones periódicas para este tipo de mantenimiento.	5
V.3.7 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento programado basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	17
AREA VI: MANTENIMIENTO CIRCUNSTANCIAL	
VI.1 Planificación	

VI.1.1 Los objetos que van a ser sometidos a acciones de mantenimiento circunstancial no están claramente definidos.	10
VI.1.2 No existen formularios con datos de los objetos sujetos a acciones de mantenimiento circunstancial para cuando se tome la decisión de utilizar dichos objetos.	20
VI.1.3 No existe coordinación con el departamento de producción para la ejecución de las acciones de mantenimiento circunstancial.	0
VI.1.4 El personal no está en capacidad de absorber la carga de trabajo de mantenimiento circunstancial.	10
VI.1.5 La organización no concede dentro de la estructura general de mantenimiento, la importancia que tiene el mantenimiento circunstancial a la hora de llevar a cabo la planificación.	10
VI.2 Programación e Implantación	
VI.2.1 El mantenimiento circunstancial se realiza sin ningún tipo de basamento técnico.	0
VI.2.2 No existe información clara y detallada sobre las acciones a ejecutarse en mantenimiento circunstancial en el momento en que sea requerido.	10
VI.2.3 La organización de mantenimiento realiza las actividades de mantenimiento circunstancial sin considerar a los otros entes de la empresa.	0
VI.2.4 No se tiene previsto que sistemas sustituirán a los objetos desincorporados.	10
VI.2.5 Las actividades de mantenimiento circunstancial se realizan según el programa existente, pero no se dispone de la holgura necesaria para atender situaciones imprevistas.	15
VI.3 Control y Evaluación	
VI.3.1 La organización no cuenta con los procedimientos de control de ejecución adecuados para las actividades del mantenimiento circunstancial.	15
VI.3.2 La organización no cuenta con medios para la evaluación de las acciones de mantenimiento circunstancial, de acuerdo con los criterios tanto técnicos como económicos.	15
VI.3.3 No se cuenta con un sistema de recepción y procesamiento de información para la evaluación del mantenimiento circunstancial en el momento oportuno	10
VI.3.4 No se cuenta con mecanismos que permitan disminuir las interrupciones en la producción como consecuencia de las actividades de mantenimiento circunstancial.	10
VI.3.5 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento circunstancial basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento	20
AREA VII: MANTENIMIENTO CORRECTIVO	
VII.1 Planificación	
VII.1.1 No se llevan registros por escrito de aparición de fallas para actualizarlas y evitar su futura presencia.	15
VII.1.2 No se clasifican las fallas para determinar cuales se van a atender o a eliminar por medio de la corrección.	30

VII.1.3 No se tiene establecido un orden de prioridades, con la participación de la unidad de producción para ejecutar las labores de mantenimiento correctivo.	20
VII.1.4 La distribución de las labores de mantenimiento correctivo no son analizadas por el nivel superior, a fin de que según la complejidad y dimensiones de las actividades a ejecutar se tome la decisión de detener una actividad y emprender otra que tenga más importancia.	10
VII.2. Programación e Implantación	
VII.2.1 No se tiene establecida la programación de ejecución de las acciones de mantenimiento correctivo.	20
VII.2.2 La unidad de mantenimiento no sigue los criterios de prioridad, según el orden de importancia de las fallas, para la programación de las actividades de mantenimiento correctivo.	15
VII.2.3 No existe una buena distribución del tiempo para hacer mantenimiento correctivo.	15
VII.2.4 El Personal encargado para la ejecución del mantenimiento correctivo, no está capacitado para tal fin	0
VII.3 Control y Evaluación	
VII.3.1 No existen mecanismos de control periódicos que señalen el estado y avance de las operaciones de mantenimiento correctivo.	15
VII.3.2 No se llevan registros del tiempo de ejecución de cada operación.	7
VII.3.3 No se llevan registros de la utilización de materiales y repuestos en la ejecución de mantenimiento correctivo.	20
VII.3.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento correctivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20
AREA VIII: MANTENIMIENTO PREVENTIVO	
VIII.1 Determinación de Parámetros	
VIII.1.1 La organización no cuenta con el apoyo de los diferentes recursos de la empresa para la determinación de los parámetros de mantenimiento.	10
VIII.1.2 La organización no cuenta con estudios que permitan determinar la confiabilidad y mantenibilidad de los objetos de mantenimiento.	20
VIII.1.3 No se tienen estudios estadísticos para determinar la frecuencia de las revisiones y sustituciones de piezas claves.	20
VIII.1.4 No se llevan registros con los datos necesarios para determinar los tiempos de parada y los tiempos entre fallas.	10
VIII.1.5 El personal de La Organización de mantenimiento no está capacitado para realizar estas mediciones de tiempos de parada y entre fallas.	0
VIII.2. Planificación	
VIII.2.1 No existe una clara delimitación entre los sistemas que forman parte de los programas de mantenimiento preventivo de aquellos que permanecerán en régimen inmodificable hasta su desincorporación, sustitución o reparación correctiva.	10
VIII.2.2 La organización no cuenta con fichas o tarjetas normalizadas donde se recoja la información técnica básica de cada objeto de mantenimiento inventariado.	20

VIII.3 Programación e Implantación	
VIII.3.1 Las frecuencias de las acciones de mantenimiento preventivo no están asignadas a un día específico en los períodos de tiempo correspondientes.	10
VIII.3.2 Las ordenes de trabajo no se emiten con la suficiente antelación a fin de que los encargados de la ejecución de las acciones de mantenimiento puedan planificar sus actividades.	10
VIII.3.3 Las actividades de mantenimiento preventivo están programadas durante todas las semanas del año, impidiendo que exista holgura para el ajuste de la programación.	0
VIII.3.4 No existe apoyo hacia la organización que permita la implantación progresiva del programa de mantenimiento preventivo.	3
VIII.3.5 Los planes y políticas para la programación de mantenimiento preventivo no se ajustan a la realidad de la empresa, debido al estudio de las fallas realizado.	10
VIII.4 Control y Evaluación	
VIII.4.1 No existe un seguimiento desde la generación de la instrucciones técnicas de mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	12
VIII.4.2 No existen los mecanismos idóneos para medir la eficiencia de los resultados a obtener en el mantenimiento preventivo hasta su ejecución.	15
VIII.4.3 La organización no cuenta con fichas o tarjetas donde se recoja la información básica de cada equipo inventariado.	10
VIII.4.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento preventivo basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20
AREA IX.1 MANTENIMIENTO POR AVERÍA	
IX.1 Atención a las Fallas	
IX.1.1 Cuando se presenta una falla ésta no se ataca de inmediato provocando daños a otros sistemas interconectados y conflictos entre el personal.	0
IX.1.2 No se cuenta con instructivos de registros de fallas que permitan el análisis de las averías sucedidas para cierto período.	15
IX.1.3 La emisión de órdenes de trabajo para atacar un falla no se hace de una manera rápida.	0
IX.1.4 No existen procedimientos de ejecución que permitan disminuir el tiempo fuera de servicio del sistema.	7
IX.1.5 Lo tiempos administrativos, de espera por materiales o repuestos, y de localización de la falla están presentes en alto grado durante la atención de la falla.	5
IX.1.6 No se tiene establecido un orden de prioridades en cuanto a atención de fallas con la participación de la unidad de producción.	12
IX.2 Supervisión y Ejecución	
IX.2.1 No existe un seguimiento desde la generación de las acciones de mantenimiento por avería hasta su ejecución.	20
IX.2.2 La empresa no cuenta con el personal de supervisión adecuado para inspeccionar los equipos inmediatamente después de la aparición de la falla.	7

IX.2.3 La supervisión es escasa o nula en el transcurso de la reparación y puesta en marcha del sistema averiado.	10
IX.2.4 El retardo de la ejecución de las actividades de mantenimiento por avería ocasiona paradas prolongadas en el proceso productivo.	5
IX.2.5 No se llevan registros para analizar las fallas y determinar la corrección definitiva o la prevención de estas.	5
IX.2.6 No se llevan registros sobre el consumo, de materiales o repuestos utilizados en la atención de las averías.	5
IX.2.7 No se cuenta con las herramientas, equipos e instrumentos necesarios para la atención de averías.	3
IX.2.8 No existe personal capacitado para la atención de cualquier tipo de falla.	5
IX.3 Información sobre las averías	
IX.3.1 No existen procedimientos que permitan recopilar la información sobre las fallas ocurridas en los sistemas en un tiempo determinado.	20
IX.3.2 La organización no cuenta con el personal capacitado para el análisis y procesamiento de la información sobre fallas.	10
IX.3.3 No existe un historial de fallas de cada objeto de mantenimiento, con el fin de someterlo a análisis y clasificación de las fallas; con el objeto, de aplicar mantenimiento preventivo o correctivo.	15
IX.3.4 La recopilación de información no permite la evaluación del mantenimiento por avería basándose en los recursos utilizados y su incidencia en el sistema, así como la comparación con los demás tipos de mantenimiento.	20
AREA X: PERSONAL DE MANTENIMIENTO	
X.1 Cuantificación de las necesidades del personal	
X.1.1 No se hace uso de los datos que proporciona el proceso de cuantificación de personal.	10
X.1.2 La cuantificación de personal no es óptima y en ningún caso ajustada a la realidad de la empresa.	10
X.1.3 La Organización de mantenimiento no cuenta con formatos donde se especifique, el tipo y número de ejecutores de mantenimiento por tipo de frecuencia, tipo de mantenimiento y para cada semana de programación.	20
X.2 Selección y Formación	
X.2.1 La selección no se realiza de acuerdo a las características del trabajo a realizar: educación, experiencia, conocimiento, habilidades, destrezas y actitudes personales en los candidatos.	0
X.2.2 No se tienen procedimientos para la selección de personal	0
X.2.3 No se tienen establecidos períodos de adaptación del personal.	0
X.2.4 No se cuenta con programas permanentes de formación del personal que permitan mejorar sus capacidades, conocimientos y la difusión de nuevas técnicas.	3
X.2.5 Los cargos en La Organización de mantenimiento no se tienen por escrito.	0
X.2.6 La descripción del cargo no es conocida plenamente por el personal.	0
X.2.7 La ocupación de cargos vacantes no se da con promoción interna.	0

X.2.8 Para la escogencia de cargos no se toman en cuenta las necesidades derivadas de la cuantificación del personal.	0
X.3 Motivación e Incentivos	
X.3.1 El personal no da la suficiente importancia a los efectos positivos con que incide el mantenimiento para el logro de las metas de calidad y producción.	5
X.3.2 No existe evaluación periódica del trabajo para fines de ascensos o aumentos salariales.	2
X.3.3 La empresa no otorga incentivos o estímulos basados en la puntualidad, en la asistencia al trabajo, calidad de trabajo, iniciativa, sugerencias para mejorar el desarrollo de la actividad de mantenimiento.	5
X.3.4 No se estimula al personal con cursos que aumenten su capacidad y por ende su situación dentro del sistema.	3
AREA XI: APOYO LOGISTICO	
XI.1 Apoyo Administrativo	
XI.1.1 Los recursos asignados a La Organización de mantenimiento no son suficientes.	5
XI.1.2 La administración no tiene políticas bien definidas, en cuanto al apoyo que se debe prestar a La Organización de mantenimiento.	5
XI.1.3 La administración no funciona en coordinación con La Organización de mantenimiento.	0
XI.1.4 Se tienen que desarrollar muchos trámites dentro de la empresa, para que se le otorguen los recursos necesarios a mantenimiento.	2
XI.1.5 La gerencia no posee políticas de financiamiento referidas a inversiones, mejoramiento de objetos de mantenimiento u otros.	1
XI.2 Apoyo Gerencial	
XI.2.1 La Organización de mantenimiento no tiene el nivel jerárquico adecuado dentro de la organización en general.	2
XI.2.2 Para la gerencia, mantenimiento es sólo la reparación de los sistemas.	5
XI.2.3 La gerencia considera que no es primordial la existencia de una organización de mantenimiento, que permita prevenir las paradas innecesarias de los sistemas; por lo tanto, no le da el apoyo requerido para que se cumplan los objetivos establecidos.	0
XI.2.4 La gerencia no delega autoridad en la toma de decisiones.	1
XI.2.5 La gerencia general no demuestra confianza en las decisiones tomadas por La Organización de mantenimiento.	2
XI.3 Apoyo General	
XI.3.1 No se cuenta con apoyo general de la organización, para llevar a cabo todas las acciones de mantenimiento en forma eficiente.	2
XI.3.2 No se aceptan sugerencias por parte de ningún ente de la organización que no esté relacionado con mantenimiento.	5
AREA XII: RECURSOS	
XII.1 Equipos	
XII.1.1 No se cuenta con los equipos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.	3

XII.1.2 Se tienen los equipos necesarios, pero no se le da el uso adecuado.	1
XII.1.3 El ente de mantenimiento no conoce o no tiene acceso a información (catálogos, revistas u otros), sobre las diferentes alternativas económicas para la adquisición de equipos.	0
XII.1.4 Los parámetros de operación, mantenimiento y capacidad de los equipos no son plenamente conocidos o la información es eficiente.	0
XII.1.5 No se lleva registro de entrada y salida de equipos	2
XII.1.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los equipos.	2
XII.2 Herramientas	
XII.2.1 No se cuenta con las herramientas necesarias para que el ente de mantenimiento opere eficientemente.	5
XII.2.2 No se dispone de un sitio para la localización de las herramientas, donde se facilite y agilice su obtención.	2
XII.2.3 Las herramientas existentes no son las adecuadas para ejecutar las tareas de mantenimiento.	2
XII.2.4 No se llevan registros de entrada y salida de herramientas.	4
XII.2.5 No se cuenta con controles de uso y estado de las herramientas.	5
XII.3 Instrumentos	
XII.3.1 No se cuenta con los instrumentos necesarios para que el ente de mantenimiento opere con efectividad.	3
XII.3.2 No se toma en cuenta para la selección de los instrumentos, la efectividad y exactitud de estos.	0
XII.3.3 El ente de mantenimiento no tiene acceso a la información (catálogos, revistas u otros), sobre diferentes alternativas tecnológicas de los instrumentos.	0
XII.3.4 Se tienen los instrumentos necesarios para operar con eficiencia, pero no se conoce o no se les el uso adecuado.	3
XII.3.5 No se llevan registros de entrada y salida de instrumentos.	5
XII.3.6 No se cuenta con controles de uso y estado de los instrumentos.	5
XII.4 Materiales	
XII.4.1 No se cuenta con los materiales que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	1
XII.4.2 El material se daña con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.	0
XII.4.3 Los materiales no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	3
XII.4.4 No se ha determinado el costo por falta de material.	3
XII.4.5 No se ha establecido cuáles materiales tener en stock y cuales comprar de acuerdo con pedidos.	0
XII.4.6 No se poseen formatos de control de entradas y salidas de materiales de circulación permanente.	1
XII.4.7 No se lleva el control (formatos) de los materiales desechados por mala calidad.	0
XII.4.8 No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada material.	0
XII.4.9 No se conocen los plazos de entrega de los materiales por los proveedores.	0

XII.4.10 No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de material.	2
XII.5 Repuestos	
XII.5.1 No se cuenta con los repuestos que se requieren para ejecutar las tareas de mantenimiento.	1
XII.5.2 Los repuestos se dañan con frecuencia por no disponer de un área adecuada de almacenamiento.	0
XII.5.3 Los repuestos no están identificados plenamente en el almacén (etiquetas, sellos, rótulos, colores u otros).	2
XII.5.4 No se ha determinado el costo por falta de repuestos.	3
XII.5.5 No se ha establecido cuáles repuestos tener en stock y cuales comprar de acuerdo con pedidos.	1
XII.5.6 No se poseen formatos de control de entradas y salidas de repuestos de circulación permanente.	2
XII.5.7 No se lleva el control (formatos) de los repuestos desechados por mala calidad.	1
XII.5.8 No se tiene información precisa de los diferentes proveedores de cada repuesto.	0
XII.5.9 No se conocen los plazos de entrega de los repuestos por los proveedores.	1
XII.5.10 No se conocen los mínimos y máximos para cada tipo de repuesto.	2

15.3 Análisis de criticidad equipos en Salqui

15.3.1 Análisis de criticidad promedio de equipos en Salqui

Equipo	Área	Código viejo	Código	Nota según producción	Nota según calidad	Nota según mantenimiento	Promedio	Clasificación
Lavadora de Cajas	Lavado Canastas		LC-LC1	182	357	207	248,67	Importante
Secadora de Ropa 50 LBS	Lavandería	MAQ081	LV-SR1	72	317	292	227,00	Importante
Hidrolavadora	Emp. Vacío	MAQ095	EV-LV1	102	127	117	115,33	Prescindible
Hidrolavadora 1	Embutido		EB-HL1	102	127	117	115,33	Prescindible
Hidrolavadora 2	Lavado Canastas		LC-HL2	102	127	117	115,33	Prescindible
Hidrolavadora 3	Mezclado	MAQ073	MC-HL3	102	127	117	115,33	Prescindible
Hidrolavadora 4	Cocción	MAQ069	CC-HL4	102	127	117	115,33	Prescindible
Hidrolavadora 5	Lavado Canastas		LC-HL5	102	127	117	115,33	Prescindible
Afilador Treif	Taller Mantenimiento		TM-AT1	292	372	112	258,67	Importante
Afilador de cuchillas Cutter	Taller Mantenimiento		TM-ACC1	292	372	112	258,67	Importante
Afilador de cuchillas Rebanadora GEA	Taller Mantenimiento	MAQU00001	TM-ACR1	292	372	42	235,33	Importante
Mezclador de Condimentos Fatosa	Bodega Seca		BS-MC1	132	203	162	165,67	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE BACON CON 6 RUEDAS	Cocción	MAQU00001	CC-TMB1	102	357	132	197,00	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE COCCION DE JAMON	Cocción	MAQU00001	CC-TMJ1	102	357	132	197,00	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE COCCION JAMON-CHULETA	Cocción	MAQ066	CC-TMJ2	102	357	132	197,00	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE BARRA 100X100X950 // 11N 6M CON RUEDAS	Cocción	MAQ067	CC-TMB1	102	357	132	197,00	Prescindible
TORRE MULTIMOLDE PARA CHULETA/JAMON	Cocción	MAQU00000	CC-TMJ3	102	357	132	197,00	Prescindible
TORRE MULTIMOLDE PARA BACON	Cocción	MAQ090	CC-TMB2	102	357	132	197,00	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE PARA MORTADELA	Cocción	MAQ089	CC-TMM1	102	357	132	197,00	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE P/ MORTADELA 100X950mm 60 MOLDES	Cocción	MAQ103	CC-TMM2	102	357	132	197,00	Prescindible
Horno 1 Maurer	Cocción	MAQ110	CC-HM1	257	382	247	295,33	Importante
Horno 2 Maurer	Cocción	MAQ058	CC-HM2	257	382	247	295,33	Importante
Horno 3 Emerson	Cocción		CC-HE1	257	382	247	295,33	Importante
AHUMADOR Horno 3 Emerson	Cocción	MAQ111	CC-HEA3	2	2	2	2,00	Prescindible
Elevador Torre Multimoldes No. 1	Cocción	MAQ068	CC-ET2	182	357	97	212,00	Importante
Elevador Torre Multimoldes No. 2	Cocción	MAQ088	CC-ET2	182	357	97	212,00	Importante
CARROS PARA HORNO 1.02 X 1.000 X 1.94 #024001H8E	Cocción	MAQ112	CC-CH1	2	357	97	152,00	Prescindible
Clipeadora KDCM A 400	Embutido	MAQ078	EB-C400	202	237	112	183,67	Prescindible
Clipeadora KDCM A 90	Embutido	MAQ087	EB-C90	202	237	112	183,67	Prescindible
Clipeadora DCA - E200	Embutido	MAQ115	EB-C200	202	237	112	183,67	Prescindible
Clipeadora de IVC 507	Embutido	MAQ056	EB-C507	202	237	112	183,67	Prescindible
Clipeadora KDC MA 507	Embutido		EB-C507	202	237	112	183,67	Prescindible
Colgador FSL212 de Salchicha	Embutido		EB-CS1	52	127	102	93,67	Prescindible
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutido	MAQU00000	EB-EVE1	257	372	247	292,00	Importante
Embutidor Vemag HP10L	Embutido	MAQU00001	EB-EVL1	257	372	247	292,00	Importante
Porcionador Automático FSL	Embutido		EB-PAF1	52	267	52	123,67	Prescindible
VJ DATAFLEX 6530 PRINTER (MARCADORA)	Emp. Vacío	MAQU00001	EV-VDP1	172	127	232	177,00	Prescindible
Cortadora Salchichas Vemag	Emp. Vacío	MAQ109	EV-CSV1	77	202	142	140,33	Prescindible
Empacadora Extravac 640	Emp. Vacío	MAQ055	EV-EE1	267	302	232	267,00	Importante
Rebanadora Treif 400	Emp. Vacío		EV-RT1	382	397	247	342,00	Crítico
Rebanadora Treif 440	Emp. Vacío	MAQ063	EV-RT2	382	397	247	342,00	Crítico
Termoformadora VC 999	Emp. Vacío	MAQU00000	EV-TMF1	458	464	308	410,00	Crítico
Termoformadora VC999: Etiquetadora	Emp. Vacío		EV-ETQ1	458	127	308	297,67	Importante
Rebanadora de Embutido y Carnes GEA	Emp. Vacío		EV-RG1	382	397	247	342,00	Crítico
Conveyor Descargador UniSlicer	Emp. Vacío		EV-CDU1	382	127	232	247,00	Importante
Cutter	Mezclado	MAQ077	MC-CT1	382	324	197	301,00	Crítico
Emulsificador KS No. 1	Mezclado		MC-EKS1	152	272	247	223,67	Importante
Mezclador Havantec N&N	Mezclado	MAQ104	MC-MH1	232	317	287	278,67	Importante
Mezclador Jumbo 10,000 lbs	Mezclado		MC-MJ1	232	317	287	278,67	Importante
Molino Seydelman	Mezclado	MAQ085	MC-MSE1	332	447	302	360,33	Crítico
Quebrador de Bloques Congelados	Mezclado	MAQ075	MC-QBC1	332	207	232	257,00	Importante
Emulsificador KS No. 2	Mezclado	MAQU00000	MC-EKS2	152	272	247	223,67	Importante
Dosificador de Agua No. 1	Mezclado	MAQ106	MC-DA1	82	257	232	190,33	Prescindible
Sierra de Chuleta Torrey	Pasillos Producción	MAQU00000	PP-SCT1	252	372	42	222,00	Importante
Empacadora Turbowac	Pasillos Producción	MAQ101	PP-ETC1	267	302	142	237,00	Importante
Inyectora Henecken	Tenderizado	MAQ093	TD-IHN1	287	412	142	280,33	Importante
Mezclador Tumbler (Havantec Junior)	Tenderizado		TD-MT1	102	2	2	35,33	Prescindible
Mezcladora de Salmuera	Tenderizado	MAQ094	TD-MS1	287	412	142	280,33	Importante
Compresor de Aire	Cuarto Máquinas	MAQ116	CM-CA1	327	337	132	265,33	Importante
Detector de metales				322	448	352	374,00	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 1	PATIO	MT000029	PT-SBE1	382	313	232	309,00	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 2	PATIO	MT000030	PT-SBE2	382	313	232	309,00	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 3	PATIO	MT000031	PT-SBE3	382	313	232	309,00	Crítico
PLANTA TRATAMIENTO	PATIO	MT000038	PT-PT1	448	448	313	403,00	Crítico
TANQUES DE AGUA #1	PATIO	MT000037	PT-TA1	382	313	232	309,00	Crítico
TANQUE GAS (CADA 60 MESES)	PATIO		PT-TGS1	454	442	342	412,67	Crítico
CALDERA	PATIO	MT000036	PT-CAL1	448	442	422	437,33	Crítico
SECADOR DE MANOS 1	PLANTA	MT000086	PL-SM1	127	2	208	112,33	Prescindible
SECADOR DE MANOS 2	PLANTA	MT000087	PL-SM2	127	2	208	112,33	Prescindible
SECADOR DE MANOS 3	PLANTA	MT000088	PL-SM3	127	2	208	112,33	Prescindible
SECADOR DE MANOS 4	PLANTA	MT000089	PL-SM4	127	2	208	112,33	Prescindible
CONDENSADOR CAMARA 1	VACIO	MT-000068	VC-CAV1	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 10	DESPACHO	MT-000075	DP-CD10	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 11	DESPACHO	MT-000076	DP-CA11	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 12	PROCESO Y MEZCLADO	MT-000077	PS-CQ12	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 13	PROCESO Y MEZCLADO	MT-000069	PM-CS13	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 14	CARNES	MT-000070	CA-CR14	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	MT-000078	CA-CR15	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 17	ALMACENAMIENTO FRESCO	MT-000079	AF-CA17	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 18	TENDERIZADO	MT-000080	TD-CT18	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 19	CONGELADO	MT-000081	CG-CC19	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 2	VACIO	MT-000071	VC-CSP2	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 3	VACIO	MT-000071	VC-CAR3	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 4	VACIO	MT-000065	VC-CSP4	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 5	AHUMADOS	MT-000064	AH-CAH5	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 6	PASILLO MARMITA	MT-000066	PM-CPC6	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7 B	COCCION Y ENFRIAMIENTO		CE-CE7B	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7	COCCION Y ENFRIAMIENTO	MT-000067	CE-CE7	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 8	DESPACHO	MT-000073	DP-CTD8	288	332	414	344,67	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 9	DESPACHO	MT-000074	DP-CR9	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 1 ALMACENAMIENTO PT VACIO BALANZA	VACIO		VC-EVB1	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 2 SALA VACIO	VACIO		VC-EV2	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 10 DESPACHO	DESPACHO		DP-ED10	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 11 DESPACHO	DESPACHO		PM-ED11	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 12 PASTAS	PASTAS		PS-E12	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 13A SALA DE PROCESO Y MEZCLADO	PROCESO Y MEZCLADO		PM-EP13A	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 14 RECIBO DE CARNES	MEZCLADO		PM-ER14	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 15 RECIBO DE CARNES	CARNES		CA-ER15	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 17 ALMACENAMIENTO DE FRESCO	ALMACENAMIENTO FRESCO		AF-EAF17	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 18 TENDERIZADO	TENDERIZADO		TD-ET18	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 19 CONGELADO	CONGELADO		CG-EC19	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 3 ALMACENAMIENTO DE PT PARA REBANADO	VACIO		VC-EAR3	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 4A SALA PROCESO VACIO	VACIO		VC-ESP4A	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 5 AHUMADOS	AHUMADOS		AH-EA5	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 6 PROCESO CODIFICADO PT	PASILLO MARMITA		PM-EPC6	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 7 ENFRIAMIENTO POST COCCION	ENFRIAMIENTO		CE-EP7	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 7B PRE CAMARA ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO		CE-EP7B	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 8 TRANSITO PT DESPACHO	DESPACHO		DP-ETD8	288	332	414	344,67	Crítico
EVAPORADOR 9 REBANADO	REBANADO		RB-ER9	288	332	414	344,67	Crítico
PARALELA	PARALELA	MT000136	PAR-PAR1	288	463	414	388,33	Crítico
PARALELA	PARALELA	MT000137	PAR-PAR2	288	463	414	388,33	Crítico

15.3.2 Análisis de criticidad de equipos en Salqui según criterio del departamento de mantenimiento

Equipo	Área	Código	1. Seguridad y medio ambiente	2. Producción	3. Calidad	4. Pérdidas/Daños	5. Equipos redundantes (Stand-by)	6. Régimen de marcha	7. Frecuencia de fallas	8. Equipos de reserva	9. Tiempo medio entre reparación (MTTR)	Σ(P x I)	Clasificación
Lavadora de Cajas	Lavado Canastas	LC-LC1	0	5	5	0	10	10	5	10	1	207	Importante
Secadora de Ropa 50 LBS	Lavandería	LV-SR1	0	10	10	0	10	10	0	10	1	292	Crítico
Hidrolavadora	Emp. Vacío	EV-LV1	0	5	5	0	0	0	5	0	1	117	Prescindible
Hidrolavadora 1	Embutido	EB-HL1	0	5	5	0	0	0	5	0	1	117	Prescindible
Hidrolavadora 2	Lavado Canastas	LC-HL2	0	5	5	0	0	0	5	0	1	117	Prescindible
Hidrolavadora 3	Mezclado	MC-HL3	0	5	5	0	0	0	5	0	1	117	Prescindible
Hidrolavadora 4	Cocción	CC-HL4	0	5	5	0	0	0	5	0	1	117	Prescindible
Hidrolavadora 5	Lavado Canastas	LC-HL5	0	5	5	0	0	0	5	0	1	117	Prescindible
Afilador Treif	Taller Mantenimiento	TM-AT1	0	5	0	0	10	0	0	10	1	112	Prescindible
Afilador de cuchillas Cutter	Taller Mantenimiento	TM-ACC1	0	5	0	0	10	0	0	10	1	112	Prescindible
Afilador de cuchillas Rebanadora GEA	Taller Mantenimiento	TM-ACR1	0	0	0	0	10	0	0	0	1	42	Prescindible
Mezclador de Condimentos Fatosa	Bodega Seca	BS-MC1	0	5	5	0	10	0	0	10	1	162	Importante
Torre de MULTIMOLDE BACON CON 6 RUEDAS	Cocción	CC-TMB1	0	5	5	0	10	0	0	0	1	132	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE COCCION DE JAMON	Cocción	CC-TMJ1	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE COCCION JAMON-CHULETA	Cocción	CC-TMJ2	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE BARRA 100X100X950 // 11N 6M CON RUI	Cocción	CC-TMB1	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
TORRE MULTIMOLDE PARA CHULETA/JAMON	Cocción	CC-TMJ3	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
TORRE MULTIMOLDE PARA BACON	Cocción	CC-TMB2	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE PARA MORTADELA	Cocción	CC-TMM1	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE P/ MORTADELA 100X950mm 60 MOLD	Cocción	CC-TMM2	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Horno 1 Maurer	Cocción	CC-HM1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Horno 2 Maurer	Cocción	CC-HM2	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HE1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
AHUMADOR Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HEA3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
Elevador Torre Multimolde No. 1	Cocción	CC-ET1	0	5	0	0	0	10	5	0	1	97	Prescindible
Elevador Torre Multimolde No. 2	Cocción	CC-ET2	0	5	0	0	0	10	5	0	1	97	Prescindible
CARROS PARA HORNO 1.02 X 1.000 X 1.94 #024001H8E	Cocción	CC-CH1	0	5	0	0	0	10	5	0	1	97	Prescindible
Clipeadora KDCM A 400	Embutido	EB-C400	0	5	0	0	0	10	10	0	1	112	Prescindible
Clipeadora KDCM A 90	Embutido	EB-C90	0	5	0	0	0	10	10	0	1	112	Prescindible
Clipeadora DCA - E200	Embutido	EB-C200	0	5	0	0	0	10	10	0	1	112	Prescindible
Clipeadora de IVC 507	Embutido	EB-C507	0	5	0	0	0	10	10	0	1	112	Prescindible
Clipeadora KDC MA 507	Embutido	EB-C507	0	5	0	0	0	10	10	0	1	112	Prescindible
Colgador FSL212 de Salchicha	Embutido	EB-CS1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutido	EB-EV1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Embutidor Vemag HP10L	Embutido	EB-EV1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Porcionador Automático FSL	Embutido	EB-PAF1	0	5	0	0	0	0	0	0	1	52	Prescindible
VJ DATAFLEX 6530 PRINTER (MARCADORA)	Emp. Vacío	EV-VDF1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
Cortadora Salchichas Vemag	Emp. Vacío	EV-CSV1	0	5	5	0	10	0	0	0	1	142	Prescindible
Empacadora Extravac 640	Emp. Vacío	EV-EE1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
Rebanadora Treif 400	Emp. Vacío	EV-RT1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Rebanadora Treif 440	Emp. Vacío	EV-RT2	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Termoformadora VC 999	Emp. Vacío	EV-TMF1	0	10	10	0	10	10	10	0	4	308	Crítico
Termoformadora VC999: Etiquetadora	Emp. Vacío	EV-ETQ1	0	10	10	0	10	10	10	0	4	308	Crítico
Rebanadora de Embutido y Carnes GEA	Emp. Vacío	EV-RG1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Conveyor Descargador UniSlicer	Emp. Vacío	EV-CDU1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
Cutter	Mezclado	MC-CT1	0	10	5	0	0	10	5	0	1	197	Importante
Emulsificador KS No. 1	Mezclado	MC-EKS1	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Mezclador Havantec N&N	Mezclado	MC-MH1	0	10	10	0	10	10	5	0	1	287	Crítico
Mezclador Jumbo 10,000 lbs	Mezclado	MC-MJ1	0	10	10	0	10	10	5	0	1	287	Crítico
Molino Seydelman	Mezclado	MC-MSE1	0	10	10	0	10	10	10	0	1	302	Crítico
Quebrador de Bloques Congelados	Mezclado	MC-QBC1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
Emulsificador KS No. 2	Mezclado	MC-EKS2	0	10	10	0	0	10	5	0	1	247	Crítico
Dosificador de Agua No. 1	Mezclado	MC-DA1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
Sierra de Chuleta Torrey	Pasillos Producción	PP-SCT1	0	0	0	0	10	0	0	0	1	42	Prescindible
Empacadora Turbovac	Pasillos Producción	PP-ETC1	0	5	5	0	10	0	0	0	1	142	Prescindible
Inyectadora Henecken	Tenderizado	TD-IHN1	0	5	5	0	10	0	0	0	1	142	Prescindible
Mezclador Tumbler (Cambia a nuevo en la 1 de marzo)	Tenderizado	TD-MT1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
Mezcladora de Salmuera	Tenderizado	TD-MS1	0	5	5	0	10	0	0	0	1	142	Prescindible
Compresor de Aire	Cuarto Máquinas	CM-CA1	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Detector de metales			10	10	10	0	0	10	0	10	1	352	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 1	PATIO	PT-SBE1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 2	PATIO	PT-SBE2	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 3	PATIO	PT-SBE3	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
PLANTA TRATAMIENTO	PATIO	PT-PT1	10	10	0	0	10	10	5	10	4	313	Crítico
TANQUES DE AGUA #1	PATIO	PT-TA1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Crítico
TANQUE GAS (CADA 60 MESES)	PATIO	PT-TG1	10	10	0	10	10	10	0	10	1	342	Crítico
CALDERA	PATIO	PT-CAL1	10	10	10	10	10	10	0	0	1	422	Crítico
SECADOR DE MANOS 1	PLANTA	PL-SM1	0	5	10	0	0	10	0	10	4	208	Importante
SECADOR DE MANOS 2	PLANTA	PL-SM2	0	5	10	0	0	10	0	10	4	208	Importante
SECADOR DE MANOS 3	PLANTA	PL-SM3	0	5	10	0	0	10	0	10	4	208	Importante
SECADOR DE MANOS 4	PLANTA	PL-SM4	0	5	10	0	0	10	0	10	4	208	Importante
CONDENSADOR CAMARA 1	VACIO	VC-CAV1	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 10	DESPACHO	DP-CD10	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 11	DESPACHO	DP-CA11	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 12	PROCESO Y MEZCLADO	PS-CQ12	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 13	PROCESO Y MEZCLADO	PM-CS13	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 14	CARNES	CA-CR14	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-CR15	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 17	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-CA17	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 18	TENDERIZADO	TD-CT18	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 19	CONGELADO	CG-CC19	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 2	VACIO	VC-CSP2	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 3	VACIO	VC-CAR3	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 4	VACIO	VC-CSP4	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 5	AHUMADOS	AH-CAH5	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 6	PASILLO MARMITA	PM-CPC6	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7 B	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7B	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 8	DESPACHO	DP-CTD8	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 9	DESPACHO	DP-CR9	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 1 ALMACENAMIENTO PT VACIO BALANZA	VACIO	VC-EV1	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 2 SALA VACIO	VACIO	VC-EV2	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 10 DESPACHO	DESPACHO	DP-ED10	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 11 DESPACHO	DESPACHO	PM-ED11	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 12 PASTAS	PASTAS	PS-E12	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 13A SALA DE PROCESO Y MEZCLADO	PROCESO Y MEZCLADO	PM-EP13A	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 14 RECIBO DE CARNES	PROCESO Y MEZCLADO	PM-ER14	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-ER15	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 17 ALMACENAMIENTO DE FRESCO	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-EAF17	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 18 TENDERIZADO	TENDERIZADO	TD-ET18	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 19 CONGELADO	CONGELADO	CG-EC19	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 3 ALMACENAMIENTO DE PT PARA REBANAD	VACIO	VC-EAR3	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 4A SALA PROCESO VACIO	VACIO	VC-ESP4A	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 5 AHUMADOS	AHUMADOS	AH-EA5	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 6 PROCESO CODIFICADO PT	PASILLO MARMITA	PM-EPC6	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 7 ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 7B PRE CAMARA ENFRIAMIENTO POST CO	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7B	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 8 TRANSITO PT DESPACHO	DESPACHO	DP-ETD8	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
EVAPORADOR 9 REBANADO	REBANADO	RB-ER9	10	10	10	0	10	10	10	0	7	414	Crítico
PARALELA	PARALELA	PAR-PAR1	10	10	10	0	10	10	10				

15.3.3 Análisis de criticidad de equipos en Salqui según criterio del departamento de calidad

Equipo	Área	Código	1. Seguridad y medio ambiente	2. Producción	3. Calidad	4. Pérdidas/Daños	5. Equipos redundantes (Stand-by)	6. Régimen de marcha	7. Frecuencia de fallas	8. Equipos de reserva	9. Tiempo medio entre reparación (MTTR)	Σ(P x I)	Clasificación
Lavadora de Cajas	Lavado Canastas	LC-LC1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Secadora de Ropa 50 LBS	Lavandería	LV-SR1	0	10	10	5	10	10	0	10	1	317	Crítico
Hidrolavadora	Emp. Vacío	EV-LV1	0	5	5	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
Hidrolavadora 1	Embutido	EB-HL1	0	5	5	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
Hidrolavadora 2	Lavado Canastas	LC-HL2	0	5	5	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
Hidrolavadora 3	Mezclado	MC-HL3	0	5	5	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
Hidrolavadora 4	Cocción	CC-HL4	0	5	5	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
Hidrolavadora 5	Lavado Canastas	LC-HL5	0	5	5	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
Afilador Treif	Taller Mantenimiento	TM-AT1	10	10	10	10	0	0	0	10	1	372	Crítico
Afilador de cuchillas Cutter	Taller Mantenimiento	TM-ACC1	10	10	10	10	0	0	0	10	1	372	Crítico
Afilador de cuchillas Rebanadora GEA	Taller Mantenimiento	TM-ACR1	10	10	10	10	0	0	0	10	1	372	Crítico
Mezclador de Condimentos Fatosa	Bodega Seca	BS-MC1	0	5	10	5	0	0	0	10	4	203	Importante
Torre de MULTIMOLDE BACON CON 6 RUEDAS	Cocción	CC-TMB1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Torre de MULTIMOLDE COCCION DE JAMON	Cocción	CC-TMJ1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Torre de MULTIMOLDE COCCION JAMON-CHULETA	Cocción	CC-TMJ2	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Torre de MULTIMOLDE BARRA 100X100X950 // 11N 6M CON RUEDAS	Cocción	CC-TMB1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
TORRE MULTIMOLDE PARA CHULETA/JAMON	Cocción	CC-TMJ3	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
TORRE MULTIMOLDE PARA BACON	Cocción	CC-TMB2	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Torre de MULTIMOLDE PARA MORTADELA	Cocción	CC-TMM1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Torre de MULTIMOLDE P/ MORTADELA 100X950mm 60 MOLD	Cocción	CC-TMM2	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Horno 1 Maurer	Cocción	CC-HM1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Horno 2 Maurer	Cocción	CC-HM2	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HE1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
AHUMADOR Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HEA3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
Elevador Torre Multimoldes No. 1	Cocción	CC-ET1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Elevador Torre Multimoldes No. 2	Cocción	CC-ET2	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
CARROS PARA HORNO 1.02 X 1.000 X 1.94 #024001H8E	Cocción	CC-CH1	10	10	10	5	0	10	0	0	1	357	Crítico
Cliepeadora KDCMA 400	Embutido	EB-C400	0	5	10	5	0	10	10	0	1	237	Importante
Cliepeadora KDCMA A 90	Embutido	EB-C90	0	5	10	5	0	10	10	0	1	237	Importante
Cliepeadora DCA - E200	Embutido	EB-C200	0	5	10	5	0	10	10	0	1	237	Importante
Cliepeadora de IVC 507	Embutido	EB-C507	0	5	10	5	0	10	10	0	1	237	Importante
Cliepeadora KDC MA 507	Embutido	EB-C507	0	5	10	5	0	10	10	0	1	237	Importante
Colgador FSL212 de Salchicha	Embutido	EB-CS1	0	5	0	5	0	10	0	10	1	127	Prescindible
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutido	EB-EVE1	10	10	10	10	0	0	0	10	1	372	Crítico
Embutidor Vemag HP10L	Embutido	EB-EVL1	10	10	10	10	0	0	0	10	1	372	Crítico
Porcionador Automático FSL	Embutido	EB-PAF1	0	10	5	5	10	10	0	10	1	267	Importante
VJ DATAFLEX 6530 PRINTER (MARCADORA)	Emp. Vacío	EV-VDP1	0	5	0	5	0	10	0	10	1	127	Prescindible
Cortadora Salchichas Vemag	Emp. Vacío	EV-CSV1	0	10	0	10	0	10	0	10	1	202	Importante
Empacadora Extravac 640	Emp. Vacío	EV-EE1	0	10	10	10	0	10	0	10	1	302	Crítico
Rebanadora Treif 400	Emp. Vacío	EV-RT1	10	10	10	10	0	10	5	0	1	397	Crítico
Rebanadora Treif 440	Emp. Vacío	EV-RT2	10	10	10	10	0	10	5	0	1	397	Crítico
Termoformadora VC 999	Emp. Vacío	EV-TMF1	10	10	10	10	10	10	10	0	7	464	Crítico
Termoformadora VC999: Etiquetadora	Emp. Vacío	EV-ETQ1	0	5	0	5	0	10	0	10	1	127	Prescindible
Rebanadora de Embutido y Carnes GEA	Emp. Vacío	EV-RG1	10	10	10	10	0	10	5	0	1	397	Crítico
Conveyor Descargador UniSlicer	Emp. Vacío	EV-CDU1	0	5	0	5	0	10	0	10	1	127	Prescindible
Cutter	Mezclado	MC-CT1	10	5	10	5	0	0	5	10	7	324	Crítico
Emulsificador KS No. 1	Mezclado	MC-EKS1	0	10	10	10	0	0	0	10	1	272	Importante
Mezclador Havantec N&N	Mezclado	MC-MH1	10	10	0	10	0	10	5	10	1	317	Crítico
Mezclador Jumbo 10,000 lbs	Mezclado	MC-MJ1	10	10	0	10	0	10	5	10	1	317	Crítico
Molino Seydelman	Mezclado	MC-MSE1	10	10	0	5	10	10	10	10	1	447	Crítico
Quebrador de Bloques Congelados	Mezclado	MC-QBC1	10	5	0	5	0	10	0	0	1	207	Importante
Emulsificador KS No. 2	Mezclado	MC-EKS2	0	10	10	10	0	0	0	10	1	272	Importante
Dosificador de Agua No. 1	Mezclado	MC-DA1	0	5	10	10	10	0	5	0	1	257	Importante
Sierra de Chuleta Torrey	Pasillos Producción	PP-SCT1	10	10	10	5	0	10	5	0	1	372	Crítico
Empacadora Turbovac	Pasillos Producción	PP-ETC1	0	10	10	10	0	10	0	10	1	302	Crítico
inyectora Henecken	Tenderizado	TD-IHN1	10	10	10	5	10	10	5	0	1	412	Crítico
Mezclador Tumbler (Cambia a nuevo en la 1 de marzo)	Tenderizado	TD-MT1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
Mezcladora de Salmuera	Tenderizado	TD-MS1	10	10	10	5	10	10	5	0	1	412	Crítico
Compresor de Aire	Cuarto Máquinas	CM-CA1	0	10	10	10	10	10	5	0	1	337	Crítico
Detector de metales			10	10	10	10	10	10	0	10	4	448	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 1	PATIO	PT-SBE1	10	10	5	5	0	10	0	0	4	313	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 2	PATIO	PT-SBE2	10	10	5	5	0	10	0	0	4	313	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 3	PATIO	PT-SBE3	10	10	5	5	0	10	0	0	4	313	Crítico
PLANTA TRATAMIENTO	PATIO	PT-PT1	10	10	10	10	10	10	0	10	4	448	Crítico
TANQUES DE AGUA #1	PATIO	PT-TA1	10	10	5	5	0	10	0	0	4	313	Crítico
TANQUE GAS (CADA 60 MESES)	PATIO	PT-TGS1	10	10	10	10	10	10	0	10	1	442	Crítico
CALDERA	PATIO	PT-CAL1	10	10	10	10	10	10	0	10	1	442	Crítico
SECADOR DE MANOS 1	PLANTA	PL-SM1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
SECADOR DE MANOS 2	PLANTA	PL-SM2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
SECADOR DE MANOS 3	PLANTA	PL-SM3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
SECADOR DE MANOS 4	PLANTA	PL-SM4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
CONDENSADOR CAMARA 1	VACIO	VC-CAV1	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 10	DESPACHO	DP-CD10	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 11	DESPACHO	DP-CA11	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 12	PROCESO Y MEZCLADO	PS-CQ12	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 13	PROCESO Y MEZCLADO	PM-CS13	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 14	CARNES	CA-CR14	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-CR15	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 17	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-CA17	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 18	TENDERIZADO	TD-CT18	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 19	CONGELADO	CG-CC19	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 2	VACIO	VC-CSP2	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 3	VACIO	VC-CAR3	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 4	VACIO	VC-CSP4	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 5	AHUMADOS	AH-CAH5	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 6	PASILLO MARMITA	PM-CP6	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7 B	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7B	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 8	DESPACHO	DP-CTD8	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 9	DESPACHO	DP-CR9	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 1 ALMACENAMIENTO PT VACIO BALANZA	VACIO	VC-EVB1	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 2 SALA VACIO	VACIO	VC-EV2	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 10 DESPACHO	DESPACHO	DP-ED10	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 11 DESPACHO	DESPACHO	PM-ED11	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 12 PASTAS	PASTAS	PS-E12	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 13A SALA DE PROCESO Y MEZCLADO	PROCESO Y MEZCLADO	PM-EP13A	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 14 RECIBO DE CARNES	PROCESO Y MEZCLADO	PM-ER14	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-ER15	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 17 ALMACENAMIENTO DE FRESCO	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-EAF17	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 18 TENDERIZADO	TENDERIZADO	TD-ET18	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 19 CONGELADO	CONGELADO	CG-EC19	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 3 ALMACENAMIENTO DE PT PARA REBANADO	VACIO	VC-EAR3	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 4A SALA PROCESO VACIO	VACIO	VC-ESP4A	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 5 AHUMADOS	AHUMADOS	AH-EA5	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 6 PROCESO CODIFICADO PT	PASILLO MARMITA	PM-EPC6	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 7 ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 7B PRE CAMARA ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7B	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 8 TRANSITO PT DESPACHO	DESPACHO	DP-ETD8	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
EVAPORADOR 9 REBANADO	REBANADO	RB-ER9	10	10	5	10	0	10	0	0	1	332	Crítico
PARALELA	PARALELA	PAR-PAR1	10	10	10	10	10	10	5				

15.3.4 Análisis de criticidad de equipos en Salqui según criterio del departamento de producción

Equipo	Área	Código	1. Seguridad y medio ambiente	2. Producción	3. Calidad	4. Pérdidas/Daños	5. Equipos redundantes (Stand-by)	6. Régimen de marcha	7. Frecuencia de fallas	8. Equipos de reserva	9. Tiempo medio entre reparación (MTTR)	Σ(P x I)	Clasificación
Lavadora de Cajas	Lavado Canastas	LC-LC1	0	5	10	0	0	10	0	0	1	182	Importante
Secadora de Ropa 50 LBS	Lavandería	LV-SR1	0	0	5	0	0	0	0	10	1	72	Prescindible
Hidrolavadora	Emp. Vacío	EV-LV1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Hidrolavadora 1	Embutido	EB-HL1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Hidrolavadora 2	Lavado Canastas	LC-HL2	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Hidrolavadora 3	Mezclado	MC-HL3	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Hidrolavadora 4	Cocción	CC-HL4	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Hidrolavadora 5	Lavado Canastas	LC-HL5	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Afilador Treif	Taller Mantenimiento	TM-AT1	0	10	10	10	10	0	0	0	1	292	Crítico
Afilador de cuchillas Cutter	Taller Mantenimiento	TM-ACC1	0	10	10	10	10	0	0	0	1	292	Crítico
Afilador de cuchillas Rebanadora GEA	Taller Mantenimiento	TM-ACR1	0	10	10	10	10	0	0	0	1	292	Crítico
Mezclador de Condimentos Fatosa	Bodega Seca	BS-MC1	0	5	5	0	0	10	0	0	1	132	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE BACON CON 6 RUEDAS	Cocción	CC-TMB1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE COCCION DE JAMON	Cocción	CC-TMJ1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE COCCION JAMON-CHULETA	Cocción	CC-TMJ2	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE BARRA 100X100X950 // 11N 6M CON RUEDAS	Cocción	CC-TMB1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
TORRE MULTIMOLDE PARA CHULETA/JAMON	Cocción	CC-TMJ3	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
TORRE MULTIMOLDE PARA BACON	Cocción	CC-TMB2	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE PARA MORTADELA	Cocción	CC-TMM1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Torre de MULTIMOLDE P/ MORTADELA 100X950mm 60 MOLD	Cocción	CC-TMM2	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Horno 1 Maurer	Cocción	CC-HM1	0	10	10	5	0	10	0	0	1	257	Crítico
Horno 2 Maurer	Cocción	CC-HM2	0	10	10	5	0	10	0	0	1	257	Crítico
Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HE1	0	10	10	5	0	10	0	0	1	257	Crítico
AHUMADOR Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HEA3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
Elevador Torre Multimoldes No. 1	Cocción	CC-ET1	10	5	0	0	0	10	0	0	1	182	Importante
Elevador Torre Multimoldes No. 2	Cocción	CC-ET2	10	5	0	0	0	10	0	0	1	182	Importante
CARROS PARA HORNO 1.02 X 1.000 X 1.94 #024001H8E	Cocción	CC-CH1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	Prescindible
Cliepeadora KDCM A 400	Embutido	EB-C400	0	10	10	0	0	0	0	0	1	202	Importante
Cliepeadora KDCM A 90	Embutido	EB-C90	0	10	10	0	0	0	0	0	1	202	Importante
Cliepeadora DCA - E200	Embutido	EB-C200	0	10	10	0	0	0	0	0	1	202	Importante
Cliepeadora de IVC 507	Embutido	EB-C507	0	10	10	0	0	0	0	0	1	202	Importante
Cliepeadora KDC MA 507	Embutido	EB-c507	0	10	10	0	0	0	0	0	1	202	Importante
Colgador FSL212 de Salchicha	Embutido	EB-CS1	0	5	0	0	0	0	0	0	1	52	Prescindible
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutido	EB-EV1	0	10	10	5	0	10	0	0	1	257	Crítico
Embutidor Vemag HP10L	Embutido	EB-EVL1	0	10	10	5	0	10	0	0	1	257	Crítico
Porcionador Automático FSL	Embutido	EB-PAF1	0	5	0	0	0	0	0	0	1	52	Prescindible
VJ DATAFLEX 6530 PRINTER (MARCADORA)	Emp. Vacío	EV-VDP1	0	0	10	0	0	10	0	0	1	172	Importante
Cortadora Salchichas Vemag	Emp. Vacío	EV-CSV1	0	5	0	5	0	0	0	0	1	77	Prescindible
Empacadora Extravac 640	Emp. Vacío	EV-EE1	0	10	10	5	10	0	0	0	1	267	Crítico
Rebanadora Treif 400	Emp. Vacío	EV-RT1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Rebanadora Treif 440	Emp. Vacío	EV-RT2	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Termoformadora VC 999	Emp. Vacío	EV-TMF1	10	10	10	10	10	10	10	0	4	458	Crítico
Termoformadora VC999: Etiquetadora	Emp. Vacío	EV-ETQ1	10	10	10	10	10	10	10	0	4	458	Crítico
Rebanadora de Embutido y Carnes GEA	Emp. Vacío	EV-RG1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Conveyor Descargador UniSlicer	Emp. Vacío	EV-CDU1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Cutter	Mezclado	MC-CT1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
Emulsificador KS No. 1	Mezclado	MC-EKS1	0	5	10	0	0	0	0	0	1	152	Prescindible
Mezclador Havantec N&N	Mezclado	MC-MH1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Importante
Mezclador Jumbo 10,000 lbs	Mezclado	MC-MJ1	0	10	10	0	0	10	0	0	1	232	Importante
Molino Seydelman	Mezclado	MC-MSE1	10	10	10	0	0	10	0	0	1	332	Crítico
Quebrador de Bloques Congelados	Mezclado	MC-QBC1	10	10	10	0	0	10	0	0	1	332	Crítico
Emulsificador KS No. 2	Mezclado	MC-EKS2	0	5	10	0	0	0	0	0	1	152	Prescindible
Dosificador de Agua No. 1	Mezclado	MC-DA1	0	0	5	0	0	10	0	0	1	82	Prescindible
Sierra de Chuleta Torrey	Pasillos Producción	PP-SCT1	10	10	5	0	0	0	0	0	1	252	Crítico
Empacadora Turbovac	Pasillos Producción	PP-ETC1	0	10	10	5	10	0	0	0	1	267	Crítico
Inyectadora Henecken	Tenderizado	TD-IHN1	0	10	10	5	10	0	0	10	1	287	Crítico
Mezclador Tumbler (Havantec Junior)	Tenderizado	TD-MT1	0	5	5	0	0	0	0	0	1	102	Prescindible
Mezcladora de Salmuera	Tenderizado	TD-MS1	0	10	10	5	10	0	0	10	1	287	Crítico
Compresor de Aire	Cuarto Máquinas	CM-CA1	10	10	10	5	0	0	0	0	1	327	Crítico
Detector de metales			0	10	10	10	10	10	0	0	1	322	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 1	PATIO	PT-SBE1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 2	PATIO	PT-SBE2	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 3	PATIO	PT-SBE3	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
PLANTA TRATAMIENTO	PATIO	PT-PT1	10	10	10	10	10	10	0	10	4	448	Crítico
TANQUES DE AGUA #1	PATIO	PT-TA1	10	10	10	10	0	10	0	0	1	382	Crítico
TANQUE GAS (CADA 60 MESES)	PATIO	PT-TGS1	10	10	10	10	10	10	0	10	7	454	Crítico
CALDERA	PATIO	PT-CAL1	10	10	10	10	10	10	0	10	4	448	Crítico
SECADOR DE MANOS 1	PLANTA	PL-SM1	0	0	10	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
SECADOR DE MANOS 2	PLANTA	PL-SM2	0	0	10	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
SECADOR DE MANOS 3	PLANTA	PL-SM3	0	0	10	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
SECADOR DE MANOS 4	PLANTA	PL-SM4	0	0	10	5	0	0	0	0	1	127	Prescindible
CONDENSADOR CAMARA 1	VACIO	VC-CAV1	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 10	DESPACHO	DP-CD10	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 11	DESPACHO	DP-CA11	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 12	PROCESO Y MEZCLADO	PS-CQ12	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 13	PROCESO Y MEZCLADO	PM-CS13	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 14	CARNES	CA-CR14	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-CR15	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 17	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-CA17	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 18	TENDERIZADO	TD-CT18	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 19	CONGELADO	CG-CC19	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 2	VACIO	VC-CSP2	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 3	VACIO	VC-CAR3	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 4	VACIO	VC-CSP4	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 5	AHUMADOS	AH-CAH5	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 6	PASILLO MARMITA	PM-CPC6	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7 B	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7B	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 7	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 8	DESPACHO	DP-CTD8	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
CONDENSADOR CAMARA 9	DESPACHO	DP-CR9	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 1 ALMACENAMIENTO PT VACIO BALANZA	VACIO	VC-EVB1	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 2 SALA VACIO	VACIO	VC-EV2	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 10 DESPACHO	DESPACHO	DP-ED10	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 11 DESPACHO	DESPACHO	PM-ED11	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 12 PASTAS	PASTAS	PS-E12	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 13A SALA DE PROCESO Y MEZCLADO	PROCESO Y MEZCLADO	PM-EP13A	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 14 RECIBO DE CARNES	PROCESO Y MEZCLADO	PM-ER14	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-ER15	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 17 ALMACENAMIENTO DE FRESCO	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-EAF17	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 18 TENDERIZADO	TENDERIZADO	TD-ET18	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 19 CONGELADO	CONGELADO	CG-EC19	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 3 ALMACENAMIENTO DE PT PARA REBANADO	VACIO	VC-EAR3	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 4A SALA PROCESO VACIO	VACIO	VC-ESP4A	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 5 AHUMADOS	AHUMADOS	AH-EA5	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 6 PROCESO CODIFICADO PT	PASILLO MARMITA	PM-EPC6	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 7 ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 7B PRE CAMARA ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7B	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 8 TRANSITO PT DESPACHO	DESPACHO	DP-ETD8	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
EVAPORADOR 9 REBANADO	REBANADO	RB-ER9	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
PARALELA	PARALELA	PAR-PAR1	0	10	10	10	0	10	0	0	4	288	Crítico
PARALELA	PARALELA	PAR-PAR2	0	1									

15.4 AMFE de los equipos críticos

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutir 200 kg de salchichas en 30 minutos, bajo presión de vacío de -80 a -85 lb, a velocidad del 100%,	No opera con la presión adecuada	Fugas o desgaste en bomba de vacío	Reducción en la eficiencia del embutido	Producto con burbujas de aire, textura irregular, posible rechazo del lote
		Disminución de la velocidad de embutido	Desgaste en sistema mecánico o falta de lubricación	Producción más lenta	Pérdida de rendimiento, aumento de tiempos de proceso
		Mezcla no distribuida uniformemente	Fallo de tolva o atascamiento del tornillo sinfín	Variabilidad en peso y forma del producto	Producto fuera de especificación, riesgo de devolución o reproceso
		Detención inesperada del equipo	Sobrecalentamiento del motor por sobrecarga o falta de ventilación	Paro de producción	Interrupción no programada, pérdida de materia prima, costos adicionales
		Ruido anómalo o vibración	Desalineación del sistema de transmisión	Riesgo de daño mayor a componentes	Averías en eje, sinfín o rodamientos
		Fugas de mezcla durante operación	Fallo en juntas o desgaste de sellos	Pérdida de producto, riesgo de contaminación	Paro por limpieza, incumplimiento de normas sanitarias

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutir en 16 minutos 200 kg de productos curvados con una presión de vacío de -80 a -85 lb trabajando al 100% de la velocidad de operación.	No opera con la presión adecuada	Fugas o desgaste en bomba de vacío	Reducción en la eficiencia del embutido	Producto con burbujas de aire, textura irregular, posible rechazo del lote
		Disminución de la velocidad de embutido	Desgaste en sistema mecánico o falta de lubricación	Producción más lenta	Pérdida de rendimiento, aumento de tiempos de proceso
		Mezcla no distribuida uniformemente	Fallo de tolva o atascamiento del tornillo sinfín	Variabilidad en peso y forma del producto	Producto fuera de especificación, riesgo de devolución o reproceso
		Detención inesperada del equipo	Sobrecalentamiento del motor por sobrecarga o falta de ventilación	Paro de producción	Interrupción no programada, pérdida de materia prima, costos adicionales
		Ruido anómalo o vibración	Desalineación del sistema de transmisión	Riesgo de daño mayor a componentes	Averías en eje, sinfín o rodamientos
		Fugas de mezcla durante operación	Fallo en juntas o desgaste de sellos	Pérdida de producto, riesgo de contaminación	Paro por limpieza, incumplimiento de normas sanitarias

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutir en 20 minutos 100 kg de chorizos con una presión de vacío de -80 a -85 lb trabajando al 90% de la velocidad de operación.	No opera con la presión adecuada	Fugas o desgaste en bomba de vacío	Reducción en la eficiencia del embutido	Producto con burbujas de aire, textura irregular, posible rechazo del lote
		Disminución de la velocidad de embutido	Desgaste en sistema mecánico o falta de lubricación	Producción más lenta	Pérdida de rendimiento, aumento de tiempos de proceso
		Mezcla no distribuida uniformemente	Fallo de tolva o atascamiento del tornillo sinfín	Variabilidad en peso y forma del producto	Producto fuera de especificación, riesgo de devolución o reproceso
		Detención inesperada del equipo	Sobrecalentamiento del motor por sobrecarga o falta de ventilación	Paro de producción	Interrupción no programada, pérdida de materia prima, costos adicionales
		Ruido anómalo o vibración	Desalineación del sistema de transmisión	Riesgo de daño mayor a componentes	Averías en eje, sinfín o rodamientos
		Fugas de mezcla durante operación	Fallo en juntas o desgaste de sellos	Pérdida de producto, riesgo de contaminación	Paro por limpieza, incumplimiento de normas sanitarias

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
--------	---------	-----------------	---------------	---------	---------------

Rebanadora de embutidos y carnes Gea	Rebanar productos de 8 mm máx. a una velocidad de 12 rpm, velocidad de cinta 30 a 50 cm/s	Pérdida de precisión en el corte	Desgaste de la cuchilla	Apilado irregulares, defectos en el producto	Producto fuera de especificación, aumento de desperdicio, posible rechazo del lote
			Cuchilla desafilada	Distribución no uniforme del producto en la rebanadora, causando cortes irregulares o producto fuera de especificación	Problemas de presentación del producto, posible desperdicio de materia prima, necesidad de ajustes manuales frecuentes
		Interrupción repentina del equipo	Falla en la bomba de aire comprimido	Reducción en la eficiencia del corte, variaciones en la calidad del rebanado	Disminución de la capacidad de producción, interrupciones no programadas, necesidad de mantenimiento correctivo
		Interrupción repentina del equipo	disparo de breaker	Detención del proceso, posible sobrecarga eléctrica	Paro inesperado en la línea de producción, riesgo de daños en componentes eléctricos, incremento en costos de reparación

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Rebanadora Treif 440	Cortar productos con un ancho de 100 a 250 mm, una altura de 180 a 800 mm, y un rango de 8 a 26 rebanadas por ciclo, operando a una velocidad de 250 a 400 rpm	Pérdida de precisión en el corte	Desgaste de cuchilla	Rebanadas irregulares, defectos en el producto	Producto fuera de especificación, aumento de desperdicio, posible rechazo del lote
			Cuchilla desafilada	Distribución no uniforme del producto en la rebanadora, causando cortes irregulares o producto fuera de especificación	Problemas de presentación del producto, posible desperdicio de materia prima, necesidad de ajustes manuales frecuentes
		Disminución de la presión en el sistema neumático	Falla en la bomba de aire comprimido	Reducción en la eficiencia del corte, variaciones en la calidad del rebanado	Disminución de la capacidad de producción, interrupciones no programadas, necesidad de mantenimiento correctivo
		Interrupción repentina del equipo	disparo de breaker	Detención del proceso, posible sobrecarga eléctrica	Paro inesperado en la línea de producción, riesgo de daños en componentes eléctricos, incremento en costos de reparación

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Detector de metales para vacío	Detectar y eliminar de la línea de producción de la zona de vacío aquellos productos cárnicos de la sección de embutidos que contengan partículas metálicas superiores a los límites establecidos: 4 mm para metales ferrosos, 4 mm para metales no ferrosos y 4 mm para acero inoxidable (INOX).	No detecta metales presentes en el producto	Sensores mal calibrados, desbalance del equipo, interferencia externa	Partículas metálicas pasan desapercibidas	Riesgo para la salud del consumidor, incumplimiento de normativas, retiro del producto, daño a la reputación
		No elimina productos contaminados	Falla del relé de rechazo o del sistema de expulsión	El producto contaminado sigue en la línea	Riesgo de contaminación cruzada, no conformidad en auditorías
		Alarmas o señales incorrectas	Vibraciones externas, piezas metálicas cercanas, configuración inadecuada de sensibilidad	Rechazo de productos no contaminados	Aumento en el desperdicio, ineficiencia operativa
		Paro del sistema de detección	Falla eléctrica, desconexión del sensor, error en el autodiagnóstico	Interrupción en la producción	Pérdida de productividad, retraso en entregas
		Información de registros incorrecta o no guardada	Falla del módulo de memoria, problemas en el sistema de registro o interfaz de comunicación	No se puede rastrear la trazabilidad o los incidentes detectados	Incumplimiento con requisitos de inocuidad y trazabilidad
Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias

Detector de metales para reproceso	Detectar y eliminar de la línea de producción de la zona de vacío aquellos productos cárnicos de la sección de embutidos que contengan partículas metálicas superiores a los límites establecidos: 3 mm para metales ferrosos, 4,5 mm para metales no ferrosos y 5,5 mm para acero inoxidable (INOX).	No detecta metales presentes en el producto	Sensores mal calibrados, desbalance del equipo, interferencia externa	Partículas metálicas pasan desapercibidas	Riesgo para la salud del consumidor, incumplimiento de normativas, retiro del producto, daño a la reputación
		No elimina productos contaminados	Falla del relé de rechazo o del sistema de expulsión	El producto contaminado sigue en la línea	Riesgo de contaminación cruzada, no conformidad en auditorías
		Alarmas o señales incorrectas	Vibraciones externas, piezas metálicas cercanas, configuración inadecuada de sensibilidad	Rechazo de productos no contaminados	Aumento en el desperdicio, ineficiencia operativa
		Paro del sistema de detección	Falla eléctrica, desconexión del sensor, error en el autodiagnóstico	Interrupción en la producción	Pérdida de productividad, retraso en entregas
		Información de registros incorrecta o no guardada	Falla del módulo de memoria, problemas en el sistema de registro o interfaz de comunicación	No se puede rastrear la trazabilidad o los incidentes detectados	Incumplimiento con requisitos de inocuidad y trazabilidad

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 2	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 10 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R420A, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 150 a 200 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 3	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 10 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 45 °C a 65 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>65 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 4	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 10 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 45 °C a 65 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>65 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 5	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 0 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 6	Mantener temperatura de 5 °C a 10 °C con compresor de tornillo operando con refrigerante R507 dentro de los rangos: succión 45-55 psi, descarga 220-270 psi, temperatura 45-65 °C	No se alcanza la temperatura deseada	Pérdida de refrigerante o baja presión de succión	Aumento de temperatura en la cámara	Riesgo de deterioro de productos, incumplimiento de normativas sanitarias
		Sobrecalentamiento del compresor	Obstrucción del condensador o ventilación inadecuada	Elevación de temperatura (>65 °C)	Daño al compresor, activación de protección térmica, parada del sistema
		Alta presión de descarga	Falla de ventiladores del condensador, suciedad	Presión superior a 270 psi	Mayor consumo energético, riesgo de daño mecánico en el sistema
		Compresor no enciende	Fallo eléctrico o de sensores	Interrupción del ciclo de refrigeración	Pérdida total de enfriamiento, riesgo de merma completa del inventario
		Oscilaciones de temperatura en cámara	Sensor dañado o mal calibrado	Temperatura inestable	Reducción en la vida útil del producto, quejas de clientes o decomisos
		Formación excesiva de escarcha	Fallo en sistema de deshielo	Bloqueo del flujo de aire	Enfriamiento ineficiente, operación interrumpida, desgaste del compresor

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 7B	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 8 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 7B	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 8 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 7	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 0 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 8	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 0 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 9	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 10 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 10	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 0 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 11	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 0 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 12	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 0 °C y 5 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 13	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 10 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

Equipo	Función	Falla funcional	Modo de falla	Efectos	Consecuencias
Cámara de enfriamiento 14	Mantener la temperatura interna de la cámara entre 5 °C y 10 °C, mediante un compresor de pistón que opera con refrigerante R507, dentro de los siguientes rangos operativos: presión de succión de 55 a 65 psi, presión de descarga de 220 a 270 psi, y temperatura del compresor de 60 °C a 80 °C, asegurando la conservación óptima de productos alimenticios.	No se alcanza la temperatura deseada	Baja presión de succión por fuga o pérdida de refrigerante	Incremento de temperatura en la cámara	Deterioro de productos, riesgo de contaminación, incumplimiento de normas sanitarias
		El sistema se sobrecalienta	Ventilación deficiente o exceso de carga térmica	Aumento de temperatura del compresor (>80 °C)	Activación del sistema de protección, paro del compresor, pérdida temporal de refrigeración
		Compresor no arranca	Fallo en el relé de arranque, contactor o alimentación	Sistema fuera de operación	Paro total del sistema de frío, riesgo de pérdida total de la carga almacenada
		Alta presión de descarga	Condensador sucio o ventiladores fallando	Sobrepresión en el sistema, mayor consumo energético	Desgaste acelerado del compresor, posible daño mecánico o activación de protección por presión
		Acumulación excesiva de escarcha en el evaporador	Fallo en el sistema de deshielo o en el temporizador	Obstrucción del paso del aire frío	Enfriamiento ineficiente, aumento del consumo eléctrico, posibles daños por sobrecarga
		Enfriamiento insuficiente intermitente	Fallo intermitente en sensores o relés de control	Oscilaciones en la temperatura interna	Pérdida de estabilidad térmica, riesgo para productos sensibles

15.7 Codificación de equipos

Equipo	Área	Código
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 1	PATIO	PT-SBE1
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 2	PATIO	PT-SBE2
SISTEMA DE BOMBEO ETAPA 3	PATIO	PT-SBE3
PORTON CREMALLERA PLANTA	PATIO	PT-PCP1
PLANTA TRATAMIENTO	PATIO	PT-PT1
TANQUES DE AGUA #1	PATIO	PT-TA1
EDIFICIO PLANTA	PLANTA	PL-EPL1
CERCA ELECTRICA	PLANTA	PL-CEL1
CCTV	PLANTA	PL-CTV1
TANQUE SEPTICO	PATIO	PT-TSP1
TANQUE GAS (CADA 60 MESES)	PATIO	PT-TGS1
CALDERA	PATIO	PT-CAL1
EDIFICIO CENTRO DISTRIBUCION	CEDI	CD- ECD1
TANQUES SEPTICOS (SON 5)	CEDI	CD-TSPS
LIMPIEZA DE CANOAS	PLANTA	PL-LCS1
LIMPIEZA DE CANOAS	CEDI	CD-LC1
LIMPIEZA DESAGUES	PLANTA	PL-LDS1
LIMPIEZA DESAGUES	CEDI	CD-LDS1
SECADOR DE MANOS 1	PLANTA	PL-SM1
SECADOR DE MANOS 2	PLANTA	PL-SM2
SECADOR DE MANOS 3	PLANTA	PL-SM3
SECADOR DE MANOS 4	PLANTA	PL-SM4
CONDENSADOR CAMARA 1	VACIO	VC-CAV1
CONDENSADOR CAMARA 10	DESPACHO	DP- CD10
CONDENSADOR CAMARA 11	DESPACHO	DP-CA11
CONDENSADOR CAMARA 12	PROCESO Y MEZCLADO	PS-CQ12
CONDENSADOR CAMARA 13	PROCESO Y MEZCLADO	PM-CS13
CONDENSADOR CAMARA 14	CARNES	CA-CR14
CONDENSADOR CAMARA 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-CR15
CONDENSADOR CAMARA 17	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-CA17
CONDENSADOR CAMARA 18	TENDERIZADO	TD-CT18
CONDENSADOR CAMARA 19	CONGELADO	CG- CC19
CONDENSADOR CAMARA 2	VACIO	VC-CSP2
CONDENSADOR CAMARA 3	VACIO	VC-CAR3
CONDENSADOR CAMARA 4	VACIO	VC-CSP4
CONDENSADOR CAMARA 5	AHUMADOS	AH- CAH5

CONDENSADOR CAMARA 6	PASILLO MARMITA	PM-CPC6
CONDENSADOR CAMARA 7 B	COCCIÓN Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7B
CONDENSADOR CAMARA 7	COCCIÓN Y ENFRIAMIENTO	CE-CE7
CONDENSADOR CAMARA 8	DESPACHO	DP-CTD8
CONDENSADOR CAMARA 9	DESPACHO	DP-CR9
EVAPORADOR 1 ALMACENAMIENTO PT VACIO BALANZA	VACIO	VC-EVB1
EVAPORADOR 2 SALA VACIO	VACIO	VC-EV2
EVAPORADOR 10 DESPACHO	DESPACHO	DP-ED10
EVAPORADOR 11 DESPACHO	DESPACHO	PM-ED11
EVAPORADOR 12 PASTAS	PASTAS	PS-E12
EVAPORADOR 13A SALA DE PROCESO Y MEZCLADO	PROCESO Y MEZCLADO	PM-EP13A
EVAPORADOR 14 RECIBO DE CARNES	PROCESO Y MEZCLADO	PM-ER14
EVAPORADOR 15 RECIBO DE CARNES	CARNES	CA-ER15
EVAPORADOR 17 ALMACENAMIENTO DE FRESCO	ALMACENAMIENTO FRESCO	AF-EAF17
EVAPORADOR 18 TENDERIZADO	TENDERIZADO	TD-ET18
EVAPORADOR 19 CONGELADO	CONGELADO	CG-EC19
EVAPORADOR 3 ALMACENAMIENTO DE PT PARA REBANADO	VACIO	VC-EAR3
EVAPORADOR 4A SALA PROCESO VACIO	VACIO	VC-ESP4A
EVAPORADOR 5 AHUMADOS	AHUMADOS	AH-EA5
EVAPORADOR 6 PROCESO CODIFICADO PT	PASILLO MARMITA	PM-EPC6
EVAPORADOR 7 ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7
EVAPORADOR 7B PRE CAMARA ENFRIAMIENTO POST COCCION	COCCION Y ENFRIAMIENTO	CE-EP7B
EVAPORADOR 8 TRANSITO PT DESPACHO	DESPACHO	DP-ETD8
EVAPORADOR 9 REBANADO	REBANADO	RB-ER9
GENERADORA PLANTA	PLANTA	PL-GPL1
GENERADORA CEDI	CEDI	CD-GCD1
LAVADO DE TANQUE AGUA POTABLE 1 (20,000 LITROS)	ETAPA 1	ET1-LTAP1
LAVADO DE TANQUE AGUA POTABLE 2 (20,000 LITROS)	ETAPA 1	ET1-LTAP2
LAVADO DE TANQUE AGUA POTABLE 3 (10,000 LITROS)	ETAPA 3	ET3-LTAP3
LAVADO DE TANQUE AGUA POTABLE 4 (22,000 LITROS)	ETAPA 3	ET3-LTAP4

COPRESOR DE AIRE	Cuarto Máquinas	CM-CA1
COPRESOR DE AIRE	Cuarto Máquinas	CM-CA2
PARALELA	PARALELA	PAR-PAR1
PARALELA	PARALELA	PAR-PAR2
SISTEMA DE FRIO CAMION CL-166608	SISTEMAS DE FRIO	SF-SFC1
SISTEMA DE FRIO CAMION C-164629	SISTEMAS DE FRIO	SF-SFC2
SISTEMA DE FRIO CAMION C-1288834	SISTEMAS DE FRIO	SF-SFC3
SISTEMA DE FRIO CAMION CL-266899	SISTEMAS DE FRIO	SF-SFC4
Lavadora de Cajas	Lavado Canastas	LC-LC1
Lavadora de ropa	Lavandería	LV-VR1
Secadora de Ropa 50 LBS	Lavandería	LV-SR1
Hidrolavadora	Emp. Vacío	EV-LV1
Hidrolavadora 1	Embutido	EB-HL1
Hidrolavadora 2	Lavado Canastas	LC-HL2
Hidrolavadora 3	Mezclado	MC-HL3
Hidrolavadora 4	Cocción	CC-HL4
Hidrolavadora 5	Lavado Canastas	LC-HL5
Afilador Treif	Taller Mantenimiento	TM-AT1
Afilador de cuchillas Cutter	Taller Mantenimiento	TM-ACC1
Afilador de cuchillas Rebanadora GEA	Taller Mantenimiento	TM-ACR1
Mezclador de Condimentos Fatsa	Bodega Seca	BS-MC1
Torre de MULTIMOLDE BACON CON 6 RUEDAS	Cocción	CC-TMB1
Torre de MULTIMOLDE COCCION DE JAMON	Cocción	CC-TMJ1
Torre de MULTIMOLDE COCCION JAMON-CHULETA	Cocción	CC-TMJ2
Torre de MULTIMOLDE BARRA 100X100X950 // 11N 6M CON RUEDAS	Cocción	CC-TMB1
TORRE MULTIMOLDE PARA CHULETA/JAMON	Cocción	CC-TMJ3
TORRE MULTIMOLDE PARA BACON	Cocción	CC-TMB2
Torre de MULTIMOLDE PARA MORTADELA	Cocción	CC-TMM1
Torre de MULTIMOLDE P/ MORTADELA 100X950mm 60 MOLDES	Cocción	CC-TMM2
Horno 1 Maurer	Cocción	CC-HM1
Horno 2 Maurer	Cocción	CC-HM2
Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HE1
AHUMADOR Horno 3 Emerson	Cocción	CC-HEA3
Elevador Torre Multimoldes No. 1	Cocción	CC-ET1
Elevador Torre Multimoldes No. 2	Cocción	CC-ET2

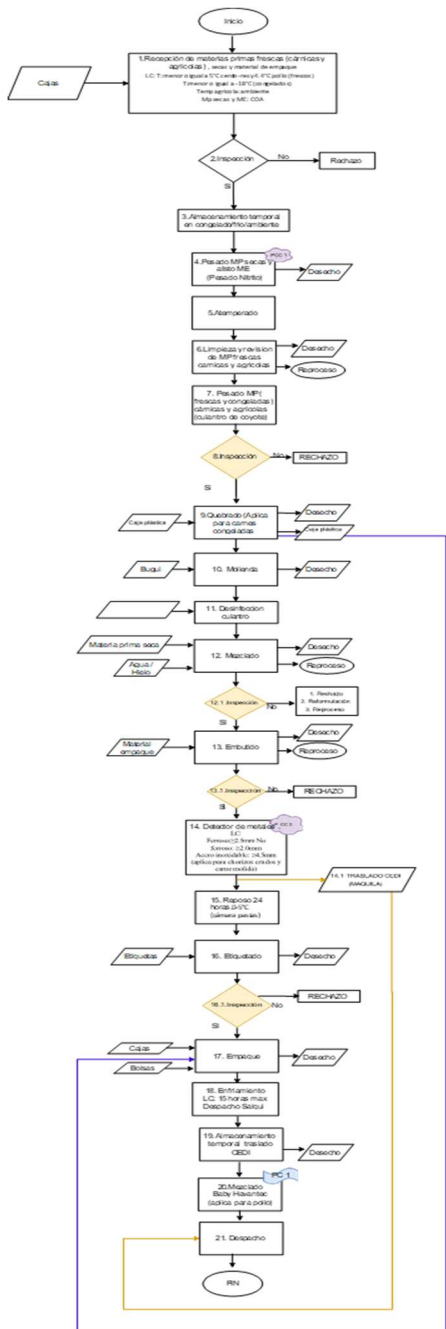
CARROS PARA HORNO 1.02 X 1.000 X 1.94 #024001H8E	Cocción	CC-CH1
Clipeadora KDCM A 400	Embutido	EB-C400
Clipeadora KDCM A 90	Embutido	EB-C90
Clipeadora DCA - E200	Embutido	EB-C200
Clipeadora de IVC 507	Embutido	EB-C507
Clipeadora KDC MA 507	Embutido	EB-c507
Colgador FSL212 de Salchicha	Embutido	EB-CS1
Embutidor Vemag HP10E 161	Embutido	EB-EVE1
Embutidor Vemag HP10L	Embutido	EB-EVL1
Porcionador Automático FSL	Embutido	EB-PAF1
VJ DATAFLEX 6530 PRINTER (MARCADORA)	Emp. Vacío	EV-VDP1
Cortadora Salchichas Vemag	Emp. Vacío	EV-CSV1
Empacadora Extravac 640	Emp. Vacío	EV-EE1
Rebanadora Treif 400	Emp. Vacío	EV-RT1
Rebanadora Treif 440	Emp. Vacío	EV-RT2
Termoformadora VC 999	Emp. Vacío	EV-TMF1
Termoformadora VC999: Etiquetadora	Emp. Vacío	EV-ETQ1
Rebanadora de Embutido y Carnes GEA	Emp. Vacío	EV-RG1
Conveyor Descargador UniSlicer	Emp. Vacío	EV-CDU1
Cutter	Mezclado	MC-CT1
Emulsificador KS No. 1	Mezclado	MC-EKS1
Mezclador Havantec N&N	Mezclado	MC-MH1
Mezclador Jumbo 10,000 lbs	Mezclado	MC-MJ1
Molino Seydelman	Mezclado	MC-MSE1
Quebrador de Bloques Congelados	Mezclado	MC-QBC1
Emulsificador KS No. 2	Mezclado	MC-EKS2
Dosificador de Agua No. 1	Mezclado	MC-DA1
Sierra de Chuleta Torrey	CARNES	CA-SCT1
Sierra de Chuleta Torrey	VACIO	VC-SCT
Empacadora Turbovac	Pasillos Producción	PP-ETC1
Inyectadora Henecken	Tenderizado	TD-IHN1
Mezclador Tumbler	Tenderizado	TD-MT1
Mezcladora de Salmuera	Tenderizado	TD-MS1
Compresor de Aire	Cuarto Máquinas	CM-CA1
Detector de metales	Emp. Vacío	EV-DM1
Detector de metales	Emp. Vacío	EV-DM2
Detector de metales	Embutido	EB-DM1
Detector de metales	Embutido	EB-DM2

Área	Abreviación
AHUMADOS	AH
ALMACENAMIENTO FRESCO	AF
ANTIGUO TENDERIZADO	AT
CARNES	CA
CEDI	CD
CONGELADO	CG
Cuarto Máquinas	CM
DESPACHO	DP
ETAPA 1	ET1
ETAPA 3	ET3
PASILLO MARMITA	PM
PATIO	PT
PLANTA	PL
PROCESO Y MEZCLADO	PM
REBANado	RB
SISTEMAS DE FRIO	SF
TENDERIZADO	TD
VACIO	VC
VACIO BALANZA	VB
Cocción	CC
Embutido	EB
Emp. Vacío	EV
Lavado Canastas	LC
Lavandería	LV
Mezclado	MC
Pasillos Producción	PP
Taller mantenimiento	TM
Tenderizado	TD
Bodega seca	BS
Bodega de carne	BC
Cuarto Máquinas	CM

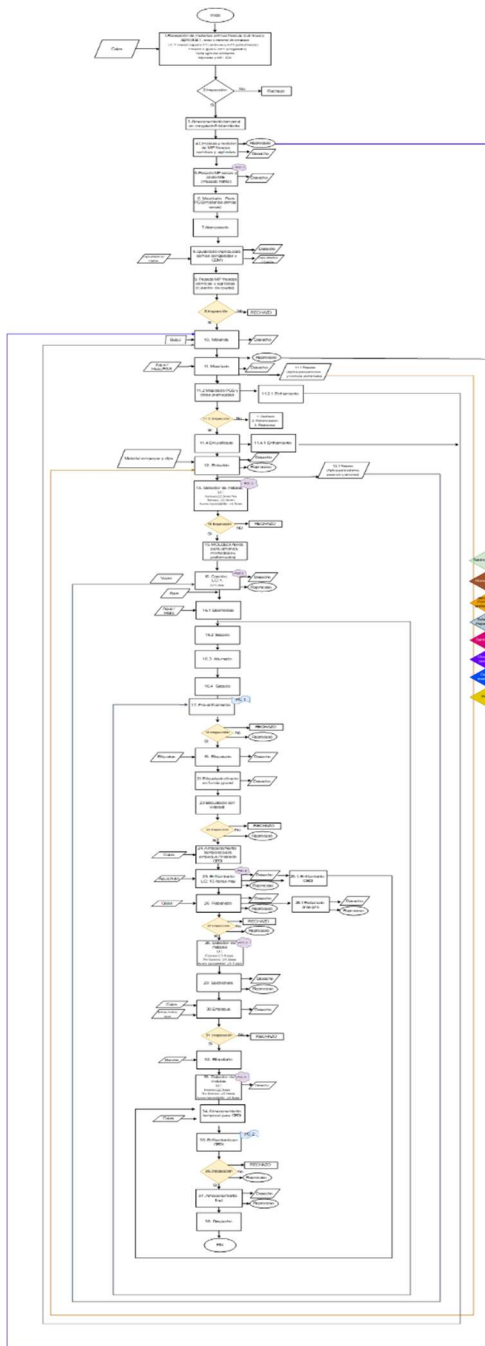
16 ANEXOS

16.1 Diagramas de flujo de la empresa

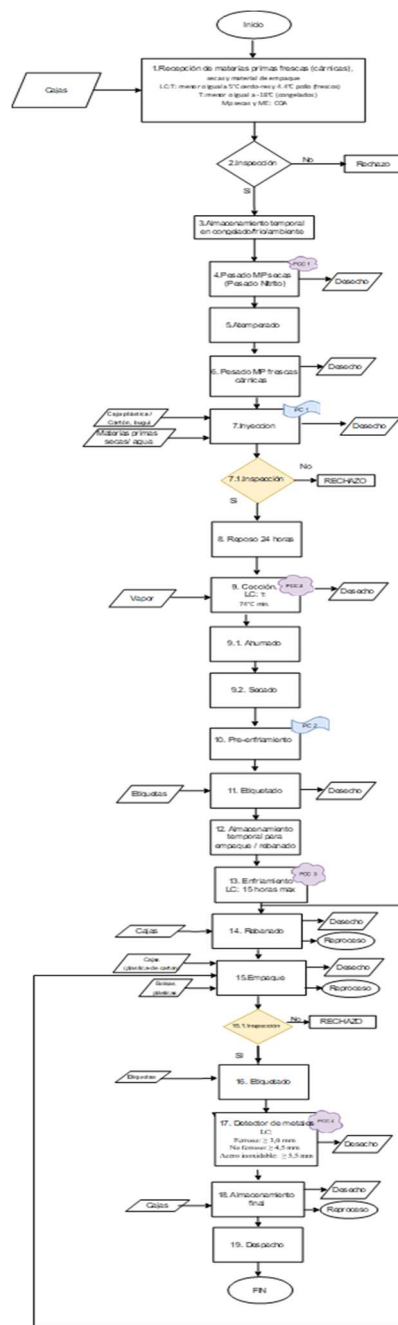
Productos crudos




Productos cocidos









Productos ahumados




16.2 Cotizaciones

AMB Ideas 			
Description	Item	Quantity	Price
Plaquitas de aluminio de 5x3 cm de aluminio flexible impresión a full color, una cara para máquinas de la planta de producción con códigos de activos	€550,00	120 Unit	€66.000,00
Nota: El cliente aporta el arte del código y QR No incluye instalación.			
IVA 13%	€8.580,00	1 Unit	€8.580,00

Total €74.580,00

ETIQUETAS PLASTICAS  San Francisco de Dos Ríos Tel. 2251-4545 Fax 2250-6789 Apartado 227 Y 1011 San José		FACTURA PROFORMA		22/4/2025
		CEDULA JURIDICA: 3-101-133134	cod	XXXXX
CLIENTE : Industrias Salqui S.A.		Contacto:	Orden de Cliente : Código de Cliente:	
DIRECCION Cartago			Teléfono : 8385-7010	
CODIGO	CANTIDAD	DESCRIPCION	C / U	TOTAL
	1	Impresora sato WS408 203 dpi	₡306 000,00	₡306 000,00
	10	Millares etiqueta BOPP blanca 2,5 x 5 cms	₡2 000,00	₡20 000,00
	Nota: La impresora incluye soft ware basico para impresi instalacion y capacitacion a los usuarios gratos en el area metropolitana Entrega: inmediata Validez: 8 días Condiciones de pago: : !30 dias			
RECIBIDO CONFORME			SUB-TOTAL	₡326 000,00
		Lic. Wilberth Castro Douglas Ramirez Lacayo Gerente de Ven Asistente de Gerencia	I.V	₡42 380,00
Firma y cédula			TOTAL	₡368 380,00
				
				

16.3 Tasas de interés anuales para Ahorro a Plazo



PLAZO	TASA BRUTA		
	COLONES	DOLARES	EUROS
De 30 a 59 DIAS	2.99%	1.34%	0.00%
De 60 a 89 DIAS	3.34%	1.46%	0.00%
De 90 a 119 DIAS	3.70%	1.70%	0.00%
De 120 A 149 DIAS	4.05%	1.93%	0.00%
De 150 a 179 DIAS	4.40%	2.19%	0.00%
De 180 a 209 DIAS	4.70%	2.52%	0.00%
De 210 a 239 DIAS	4.99%	2.81%	0.00%
De 240 a 269 DIAS	5.11%	3.09%	0.00%
De 270 a 359 DIAS	5.23%	3.40%	0.00%
De 360 a 539 DIAS	5.34%	3.76%	0.00%
De 540 a 719 DIAS	5.46%	4.05%	0.00%
De 720 a 1079 DIAS	5.58%	4.29%	0.00%
De 1080 a 1439 DIAS	5.76%	4.58%	0.00%
De 1440 a 1799 DIAS	5.93%	4.81%	0.00%
De 1800 a 1810 DIAS	6.05%	4.99%	0.00%

Monto mínimo de inversión colones ₡50,000.00
 Monto mínimo de inversión dólares \$100.00

Tasas de interés anuales para Ahorro a Plazo por WEB

Ahorro a Plazo en Colones (normal y capitalizable)		
Por WEB		
Plazo en días	Tasas Brutas	Tasas Netas
30-59	3,20%	2,82%
60-89	3,50%	3,08%
90-119	4,00%	3,52%
120-149	4,30%	3,78%
150-179	4,70%	4,14%
180-209	5,00%	4,40%
210-239	5,10%	4,49%
240-269	5,20%	4,58%
270-299	5,40%	4,75%
300-329	5,40%	4,75%
330-359	5,40%	4,75%
360-539	5,50%	4,84%
540-719	5,55%	4,88%
720-1079	5,80%	5,10%
1080-1439	5,85%	5,15%
1440-1799	6,20%	5,46%
1800	6,25%	5,50%

Las tasas de interés rigen a partir del 01 de julio 2024.