

**OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN MANTENIMIENTO PRACTIVO EN COLBEEF S.A.S**

LEONEL ENRIQUE SIERRA DE LA CRUZ



**PRÁCTICA PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2025

**OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE LA
IMPLEMENTACIÓN DE UN MANTENIMIENTO PRACTIVO EN COLBEEF S.A.S**

LEONEL ENRIQUE SIERRA DE LA CRUZ

**PRÁCTICAC PARA OPTAR AL TÍTULO DE
INGENIERO MECÁNICO**

DIRECTOR

Dr. ROLANDO ENRIQUE GUZMÁN LOPÉZ

UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

ESCUELA DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA MECÁNICA

BUCARAMANGA

2025

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, quiero expresar mi profunda gratitud a Dios por su guía y fortaleza a lo largo de este camino. Sin su luz, este logro no hubiera sido posible.

A mi familia, mi pilar y fuente de inspiración inagotable, gracias por su amor incondicional, apoyo constante y aliento en cada paso. Este logro también es suyo.

A la gran familia Colbeef, mi sincero agradecimiento por abrirme sus puertas y brindarme la valiosa oportunidad de realizar mis prácticas profesionales. Cada uno de ustedes contribuyó a mi crecimiento y desarrollo profesional, compartiendo sus conocimientos, experiencias y sabiduría. Me llevo conmigo un aprendizaje invaluable y recuerdos entrañables.

A mis mentores en Colbeef Arley Quesada, Marlon Orduz y Angel Ríos, gracias por su paciencia, dedicación y compromiso en guiarme en cada etapa de este proceso. Sus consejos y retroalimentación fueron fundamentales para mi desarrollo.

A la Universidad Pontificia Bolivariana, mi alma máter, gracias por brindarme las herramientas y conocimientos necesarios para formarme como ingeniero. A mis profesores, gracias por su pasión por la enseñanza y por inspirarme a alcanzar mis metas.

A mis compañeros y amigos, gracias por su apoyo, camaradería y momentos compartidos. Juntos hicimos de esta experiencia algo inolvidable.

A todas las personas que de una u otra forma contribuyeron a la realización de este informe, mi más sincero agradecimiento.

Este logro es el resultado del esfuerzo y apoyo de muchas personas. A todos ustedes, ¡muchas gracias!

CONTENIDO

I.	GENERALIDADES.....	16
	A. Reseña histórica.....	16
	B. Actividad económica	16
	C. Estructura organizacional	16
	D. Filosofía corporativa.....	17
	1) Misión	17
	2) Visión	17
	3) Valores.	17
	4) Políticas de la empresa	17
	a) Política de calidad.	17
	b) Política ambiental.	17
	5) Localización de la empresa	17
	6) Bienestar animal.....	18
	E. Descripción del área de trabajo.....	19
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	20
III.	JUSTIFICACIÓN.....	23
IV.	OBJETIVOS.....	24
	A. Objetivo general	24
	B. Objetivos específicos.....	24
V.	MARCO REFERENCIAL	25
	A. Marco teórico	25
	B. Marco conceptual	25
	1) definición de mantenimiento.....	25
	2) Finalidad del mantenimiento.....	26
	3) Mantenimiento correctivo	26
	4) Mantenimiento preventivo	26

5)	Mantenimiento Predictivo	28
6)	Mantenimiento proactivo	29
7)	Mantenimiento centrado en confiabilidad.....	30
8)	Norma ISO 14224.	30
VI.	METODOLOGÍA	33
A.	Población.....	33
B.	Muestra.....	33
C.	Plan metodológico	33
1)	Fase 1: Evaluación Inicial y Recopilación de Datos	33
2)	Fase 2: Diseño y Planificación	33
3)	Fase 3: Implementación del Sistema Proactivo de Mantenimiento.....	33
4)	Fase 4: Monitoreo y Mejora Continua	34
VII.	RESULTADOS	35
A.	Seguimiento a solicitudes de mantenimiento	35
B.	Estrategias para Mejora Continua en la Gestión de Mantenimiento.....	38
C.	taxonomía de equipos de planta.....	43
D.	Guía de mantenimiento predictivo	47
E.	Diseño de planos y modelamiento 3D	48
1)	Ganchos de vísceras	48
2)	Planos proyecto de marinado	49
F.	informe consuno de amoniaco	50
G.	instructivo lavado de poleas	50
H.	Programa de verificación y calibración de basculas.....	51
I.	investigación consumo de gas en el área de desposte.....	51
VIII.	DISCUSIÓN	53
A.	Seguimiento a solicitudes de mantenimiento	53
B.	Estrategias para Mejora Continua en la Gestión de Mantenimiento.....	53

C. Taxonomía de equipos de la planta	53
D. Guía de mantenimiento predictivo.....	54
E. Diseño de planos y modelamiento 3D	54
F. Informe consumo de amoniaco	54
G. instructivo lavado de poleas	55
H. Programa de verificación y calibración de basculas.....	55
I. investigación consumo de gas en el área de desposte	55
IX. CONCLUSIONES	57
REFERENCIAS	59
APENDICES	62

LISTA DE FIGURAS

FIG. 1. UBICACIÓN PLANTA DE BENEFICIO COLBEEF S.A.S.	18
FIG. 2. ESTRUCTURA PLANTA DE BENEFICIO COLBEEF S.A.S.	18
FIG. 3. CURVA DE LA BAÑERA	28
FIG. 4. NIVELES DE TAXONOMÍA ISO-14224	31
FIG. 5. DIAGRAMA DE FLUJO DE EJECUCIÓN SOLICITUDES	35
FIG. 6. RESUMEN FLUJO DE EJECUCIÓN DE SOLICITUDES	36
FIG. 7. MATRIZ DE CRITICIDAD DE SOLICITUDES.....	36
FIG. 8. FORMATO ANÁLISIS DE SOLICITUDES Y PENDIENTES DE MANTENIMIENTO	36
FIG. 9. RESUMEN SOLICITUDES POR ÁREA.....	37
FIG. 10. PANORAMA DE SOLICITUDES POR ÁREA FEBRERO-AGOSTO	37
FIG. 11. PORCENTAJE DE SOLICITUDES POR ÁREA FEBRERO-AGOSTO.....	38
FIG.12. SOLICITUDES EJECUTADAS VS PENDIENTES FEBRERO-AGOSTO.....	38
FIG. 13. RESUMEN ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ MES DE DICIEMBRE.....	39
FIG. 14. METODOLOGÍA ANÁLISIS CAUSA RAÍZ.....	39
FIG. 15. EVIDENCIAS ANÁLISIS DE CAUSA RAÍZ	40
FIG. 16. CONSOLIDADO MTTR AÑO 2024	41
FIG. 17. CONSOLIDADO MTBF AÑO 2024	41
FIG. 18. CONSOLIDADO DISPONIBILIDAD AÑO 2024.....	42
FIG. 19. CONSOLIDADO CONFIABILIDAD AÑO 2024	42
FIG. 20. DIAGRAMA DE PROCESO IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA.....	43
FIG. 21. SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS ACTUAL.	44
FIG. 22. DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESOS DE PLANTA COLBEEF.....	45
FIG. 23. CODIFICACIÓN PLANTAS DE PROCESO EN COLBEEF	46
FIG. 24. EJEMPLO LISTADO DE EQUIPOS SOFTWARE MANTENIMIENTO	46
FIG. 25. EJEMPLO LISTADO ACTIVOS DE LA EMPRESA.	47
FIG. 26. PLANO ENSAMBLAJE GANCHO DE VÍSCERAS.....	48
FIG. 27. LOCALIZACIÓN ACTUAL PROYECTO DE MARINADO	49
FIG. 28. ADECUACIÓN PROYECTO DE MARINADO.....	49
FIG. 29. DISPOSICIÓN DEL EQUIPO EN EL ÁREA DESIGNADA.....	50
FIG. 30. PROCESO DE VERIFICACIÓN DE BASCULAS.	51

LISTA DE APENDICES

APENDICE 1. ANALISIS DE CAUSA RAIZ.....	62
APENDICE 2. TAXONOMÍA EQUIPOS COLBEEF	64
APENDICE 3. GUÍA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO	66
APENDICE 4. INFORME CONSUMO DE AMONIACO	77
APENDICE 5. INSTRUCTIVO LAVADO DE POLEAS	82
APENDICE 6. ANÁLISIS DEL CONSUMO DE GAS CALDERA DE DESPOSTE	87

GLOSARIO

Análisis RCA (Causa Raíz): Proceso sistemático para identificar las causas fundamentales de problemas o fallas en los equipos, con el objetivo de eliminarlas y prevenir su recurrencia.

Calibración: Proceso de ajustar un instrumento de medición para garantizar que sus resultados sean precisos y válidos. Esto es esencial para asegurar la calidad del producto final.

Contingencias: Conjunto de medidas y protocolos establecidos para asegurar una respuesta adecuada ante fallas o imprevistos que puedan afectar la producción.

Efectividad Operativa: Medida de la capacidad de una organización para alcanzar sus objetivos a través de la realización eficiente de sus procesos productivos.

Equipos Críticos: Aparatos o dispositivos cuya falla puede comprometer significativamente la producción y, por ende, la eficiencia operativa de la planta.

Gestión de Mantenimiento: Estrategias y acciones implementadas para mantener la funcionalidad y rendimiento óptimo de los equipos en una organización.

Mantenimiento Correctivo: Intervención realizada en un equipo o sistema después de que se ha producido una falla, con el fin de restaurar su funcionamiento.

Mantenimiento Preventivo: Estrategia de mantenimiento que incluye revisiones y servicios programados para prevenir fallas en los equipos antes de que ocurran.

Mantenimiento Predictivo: Estrategia de mantenimiento basada en el monitoreo constante de las condiciones operativas de los equipos, que permite prever fallas y intervenir antes de que ocurran.

MTBF (Mean Time Between Failures): Promedio de tiempo entre fallas de un sistema o equipo, que se utiliza como indicador de confiabilidad.

MTTR (Mean Time To Repair): Promedio de tiempo requerido para reparar un sistema o equipo una vez que se ha presentado una falla.

Megger: Dispositivo utilizado para medir la resistencia de aislamiento de cables y equipos eléctricos, crucial para asegurar la seguridad y confiabilidad de las instalaciones eléctricas.

Política de Mantenimiento: Directrices y principios que guían las actividades de mantenimiento dentro de una organización, estableciendo objetivos y procedimientos operativos.

Taxonomía de Equipos: Clasificación y categorización de las máquinas y dispositivos de una planta, que facilita el control y el seguimiento de las actividades de mantenimiento.

Termografía: Técnica que utiliza cámaras infrarrojas para detectar variaciones de temperatura en equipos y sistemas, permitiendo identificar fallas potenciales antes de que ocurran.

Ultrasonido: Métodos que emplean ondas sonoras de alta frecuencia para localizar problemas mecánicos en equipos industriales antes de que se conviertan en fallas catastróficas.

Verificación: Proceso de comprobar y validar que los equipos y sistemas funcionan dentro de los parámetros establecidos y cumplen con las normativas de calidad.

Vibraciones: Oscilaciones de un objeto, en este caso, equipos mecánicos, que pueden indicar la presencia de fallas o problemas en su funcionamiento. Se utilizan análisis de vibraciones en el mantenimiento predictivo.



RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO EN ESPAÑOL

TITULO: OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE MANTENIMIENTO A TRAVÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN MANTENIMIENTO PRACTIVO EN COLBEEF S.A.S

AUTOR(ES): Leonel Enrique Sierra De La Cruz

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): Rolando Enrique Guzmán López

RESUMEN

Este informe presenta una optimización integral de la gestión de mantenimiento en Colbeef S.A.S, empresa líder en la industria alimentaria. Se implementaron estrategias proactivas que resultaron en una mejora significativa de la eficiencia y la productividad. El estudio demuestra que una gestión eficaz del mantenimiento no solo prolonga la vida útil de los equipos, sino que también reduce los costos operativos y garantiza la calidad del producto final. El diagnóstico exhaustivo reveló áreas críticas que requerían atención prioritaria, lo que permitió un enfoque en el mantenimiento preventivo y predictivo. Se actualizó la taxonomía de los equipos y se consolidaron las solicitudes de servicio, mejorando la visibilidad del estado de los activos. Se fortaleció la colaboración entre los departamentos de compras y mantenimiento para asegurar el suministro oportuno de piezas y servicios. El informe incluye un análisis del consumo de energía y propone prácticas para optimizar el uso de los recursos y minimizar las pérdidas operativas. La implementación de un programa estructurado para la verificación y calibración de los equipos contribuye a los estándares de calidad y seguridad laboral. Además, se proponen mejoras en los espacios de operaciones para facilitar la incorporación de nuevas tecnologías en la línea de producción, específicamente en el proceso de marinado. Este enfoque integral invita al lector a explorar en profundidad los métodos desarrollados y los hallazgos presentados, proporcionando una comprensión completa de cómo la optimización del mantenimiento puede transformar la eficiencia en Colbeef S.A.S.

PALABRAS CLAVE:

Gestión de mantenimiento, Productividad, Eficiencia, Optimización, Colbeef S.A.S

Vº Bº DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO



GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: OPTIMIZATION OF MAINTENANCE MANAGEMENT THROUGH THE IMPLEMENTATION OF PRACTICAL MAINTENANCE AT COLBEEF S.A.S.

AUTOR(ES): Leonel Enrique Sierra De La Cruz

PROGRAMA: Facultad de Ingeniería Mecánica

DIRECTOR(A): Rolando Enrique Guzmán López

ABSTRACT

This report presents a comprehensive optimization of maintenance management at Colbeef S.A.S, a leading company in the food industry. Proactive strategies were implemented resulting in a significant improvement in efficiency and productivity. The study demonstrates that effective maintenance management not only extends the life of equipment, but also reduces operating costs and ensures the quality of the final product. The comprehensive diagnosis revealed critical areas requiring priority attention, allowing a focus on preventive and predictive maintenance. The equipment taxonomy was updated and service requests were consolidated, improving visibility of asset status. Collaboration between the purchasing and maintenance departments was strengthened to ensure timely supply of parts and services. The report includes an analysis of energy consumption and proposes practices to optimize the use of resources and minimize operational losses. The implementation of a structured program for equipment verification and calibration contributes to quality and occupational safety standards. Furthermore, improvements to the operating spaces are proposed to facilitate the incorporation of new technologies into the production line, specifically in the marinating process. This comprehensive approach invites the reader to explore in depth the methods developed and the findings presented, providing a complete understanding of how maintenance optimization can transform efficiency at Colbeef S.A.S.

KEYWORDS:

Maintenance management, Productivity, Efficiency, Optimization, Colbeef S.A.S

Vº Bº DIRECTOR OF GRADUATE WORK

INTRODUCCIÓN

En el sector de la industria cárnica, la eficiencia y la calidad son la base para el éxito de la compañía. En este contexto, la gestión de mantenimiento es un factor importante que incide directamente en la productividad, la disponibilidad de los equipos y la disponibilidad de las operaciones. El presente documento se centra en la optimización de la gestión de mantenimiento en Colbeef S.A.S, una empresa líder en la industria cárnica.

La industria cárnica se caracteriza por sus procesos productivos, donde la maquinaria y los equipos desempeñan un papel esencial. Cualquier interrupción o falla en estos puede generar retrasos en la producción, pérdidas económicas y afectar la calidad de los productos. Por lo tanto, resulta imprescindible implementar un sistema de mantenimiento proactivo que permita anticipar y prevenir fallas, en lugar de simplemente reaccionar ante ellas.

El punto de partida de esto, surge de la identificación de una problemática central en Colbeef S.A.S: la deficiencia de una estructura organizacional y definida en el área de gestión de mantenimiento. Esta situación ha ocasionado un uso ineficiente de los recursos, un incremento en los tiempos de inactividad de los equipos y una respuesta operativa deficiente. Ante este panorama, se plantea la necesidad de desarrollar un plan de acción integral que optimice los procesos de mantenimiento industrial, mejorando la eficiencia, la disponibilidad de los equipos y la rentabilidad de la planta.

El objetivo principal de este trabajo consiste en diseñar e implementar un modelo de gestión de mantenimiento proactivo que garantice la disponibilidad y el correcto funcionamiento de los equipos en Colbeef S.A.S., al tiempo que contribuya a la reducción de los costos operativos. Para alcanzar este objetivo, se han formulado las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuál es el estado actual de la gestión de mantenimiento en Colbeef S.A.S.?

¿Cuáles son los principales desafíos y oportunidades para optimizar la gestión de mantenimiento en la empresa?

¿Cómo se puede diseñar e implementar un modelo de gestión de mantenimiento proactivo que se ajuste a las necesidades y características de Colbeef S.A.S.?

¿Cuáles son los beneficios esperados de la implementación del modelo de gestión de mantenimiento propuesto en términos de disponibilidad de equipos, reducción de costos y mejora de la eficiencia operativa?

A través de la investigación y el análisis de datos, se espera que este informe proporcione respuestas claras y soluciones prácticas a estas preguntas, sentando las bases para una gestión de mantenimiento más eficiente y efectiva en Colbeef S.A.S

I. GENERALIDADES

A. Reseña histórica

Colbeef S.A.S., anteriormente conocido como Frigorífico Río Frío, comenzó su trayectoria en el año 2006 gracias a que un grupo de agremiados pertenecientes a la sociedad SUREXGAN S.A.S. decidieron poner en marcha la construcción de un proyecto denominado Plaza De Ferias y Planta De Sacrificio El Contenido S.A, el cual con el transcurrir de los años se convirtió en la Planta Ecológica de Beneficio Animal Rio Frío S.A.S, empresa que hoy guarda el nombre y la trayectoria Colbeef S.A.S [1].

B. Actividad económica

Colbeef es una empresa dedicada a la producción y comercialización de carne de alta calidad, tanto de res como de búfalo, comprometida a ofrecer productos seguros y saludables, cuidando el medio ambiente y el bienestar de todos sus colaboradores. Cumplimos con las normas más exigentes a nivel nacional e internacional [2]. Todo esto con el fin de brindar los mejores productos y servicios como lo son asesoría del negocio, pesaje y venta de ganado, asesoría de exportación, beneficio bovino y bufalino, desposte, empaque al vacío y termo formado, porcionado, etiquetado, despalado, repele de hueso, molida, refrigeración y congelación [3].

Actualmente Colbeef S.A.S se posiciona como un actor relevante en el sector cárnico colombiano, cubriendo con más del 55% del mercado local e influyente en el área cárnica colombiana, impulsando proyectos estratégicos como los pines para carne bovina y liderando el Comité Cluster Cárnico del Oriente. Gracias a su compromiso con la calidad, respaldado por certificaciones como el HACCP bajo el Decreto 1500 de 2007 otorgada por el INVIMA y certificación mediante el rito del HALAL, requisito fundamental para la cultura musulmana. Todo esto le ha permitido consolidar su presencia en mercados exigentes como Chile, Rusia y varios países de África y Medio Oriente [1].

C. Estructura organizacional

la estructura organizacional de la empresa se encuentra dividida en seis grandes departamentos: Mercadeo y Ventas, Administrativo y Financiero, Jurídico y Gestión Humana, Calidad, Producción, Planeación y Proyectos. Cada departamento se subdivide en áreas, y juntos desarrollan los procesos internos y externos que garantizan que el ganado beneficiado en nuestras instalaciones sea de excelente calidad e inocuidad, siempre pensando en satisfacer al consumidor final [4].

D. Filosofía corporativa

1) **Misión:** Colbeef es una empresa dedicada a la prestación del servicio de beneficio, desposte y transformación de productos cárnicos, contribuyendo con la seguridad alimentaria, con un equipo humano calificado, cuidando el medio ambiente y con alta tecnología para el servicio de nuestros clientes [5].

2) **Visión:** En el año 2025 ser uno de los tres líderes del sector cárnico colombiano, siendo sostenibles, articulando diferentes eslabones de la cadena, con nuevos modelos de negocios y a la vanguardia de las tendencias del mercado [5].

3) **Valores:** Nuestro capital humano está altamente comprometido con la calidad de las personas, procesos y productos, desarrollando nuestro objeto social bajo los valores de Transparencia, actitud, trabajo en equipo, buen trato, empoderamiento, confianza, compromiso, reconocimiento y organización [5].

4) Políticas de la empresa

a) **Política de calidad:** La compañía se compromete a garantizar la calidad e inocuidad de los productos en el marco del Decreto 1500 de 2007; así mismo a promover la calidad de las personas, procesos y productos, asegurando la confianza y satisfacción de las necesidades permanentes de nuestros clientes, mediante nuestra cultura organizacional, trazabilidad, el uso de alta tecnología, principios de bienestar animal y la preservación del medio ambiente [6].

b) **Política ambiental:** La compañía se encuentra comprometida con el manejo ambiental responsable, la prevención de la contaminación y el control de los impactos ambientales asociados a sus procesos, cumpliendo con la legislación ambiental vigente y realizando cada una de sus actividades con el propósito de alcanzar un desarrollo sostenible bajo las Buenas Prácticas Ambientales [6].

5) **Localización de la empresa:** La planta de beneficio Colbeef S.A.S se encuentra ubicada en la Vía Corredor Río Frío Calle 210 N 9-631, municipio de Floridablanca, Santander (Figura 1). Disponiendo de un área de corrales, planta de beneficio, planta de desposte, cuartos de almacenamiento de frío, muelles para despacho y una planta de tratamiento de aguas. (Figura 2).



Fig. 1. Ubicación planta de beneficio Colbeef S.A.S. [7]



Fig. 2. Estructura planta de beneficio Colbeef S.A.S. [8]

6) Bienestar animal: Las instalaciones de la Planta Colbeef cuentan con diseños, infraestructura y equipos cuyo fin primordial es la comodidad y bienestar de los animales con el propósito de ser beneficiados para consumo humano, evitando el sufrimiento por las labores propias de la naturaleza de nuestros procesos [8].

Dentro de las herramientas con las que se cuentan para ofrecer bienestar animal, la planta cuenta con:

- Corrales con diseño y capacidad que evitan lesiones y resbalones de los animales.
- Poli sombras en todos los corrales para evitar el estrés térmico.
- Pasillos y mangas de conducción que facilitan la movilización de los animales.

- Escalones para descenso de los animales que facilita su conducción a zonas bajas diseñadas bajo los principios de las cinco libertades del bienestar animal.
- Bebederos en todos los corrales de recepción y comercialización con llenado automático que garantizan la disponibilidad de agua para los animales.
- Planta de beneficio de emergencia diseñada bajo los parámetros del Decreto 1500 de 2007.
- Mangas de conducción a beneficio con giro de 180° lo cual facilita el manejo de los animales.
- Sistema de pistola de perno cautivo como método humanitario de insensibilización que impide el sufrimiento y el dolor del animal en el proceso de sacrificio.
- Personal debidamente capacitado en prácticas de bienestar animal.
- inspección permanente por parte del INVIMA.

E. Descripción del área de trabajo

El área prospecta para realizar el trabajo requerido es en el área de operaciones, junto con el gerente de producción y de la mano con cada uno de los coordinadores del área, apoyados con el coordinador y personal de mantenimiento. De manera más a detalle, el área de operaciones está conformada por el equipo de corrales, beneficio, subproductos, desposte, logística, ambiental y mantenimiento, cada una con su respectivo coordinador, permitiendo que el trabajo en conjunto sea el éxito del desarrollo productivo de la empresa.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Actualmente en la empresa se efectúan las labores de mantenimiento por medio de un proceso de Outsourcing a través de la empresa Business Chain S.A.S. la cual asumió estas labores de mantenimiento en febrero del presente año, teniendo como principal objetivo garantizar la operatividad óptima y continua de todos los equipos, instalaciones y sistemas que son necesarios para llevar a cabo las actividades de producción.

Es por esto que desde que Business Chain S.A.S asumió el cargo del mantenimiento se encontró con varios desafíos debido a que no se contaba con una estructura organizacional clara que llevara el control de las solicitudes y pendientes de mantenimiento. No se contaba con las actividades de mantenimiento realizadas al detalle, rutas críticas de equipos, protocolos de mantenimientos correctivos, predictivos y preventivos, por lo que en primera instancia se llegó a efectuar un plan de ejecución para atacar las principales problemáticas de la empresa con el fin de no afectar el proceso productivo de la misma, sin dejar de lado la estructuración de un análisis de todas las problemáticas, efectuando una matriz de la excelencia, la cual permite enfocar los recursos y establecer parámetros para que las organizaciones estructuren planes de acción efectivos[9]; por lo que gracias a esta, se efectuó un barrido de los equipos de la empresa, solicitudes de mantenimiento, puntos críticos, RCA de fallas, protocolos de mantenimiento preventivos y correctivos y actividades de mejora con el foco de estipular un plan de trabajo para incorporar en las labores de mantenimiento.

Es gracias a esto que el personal de mantenimiento día a día a asumido los retos de la empresa con el fin de brindar seguridad en las labores de mantenimiento y para esto se encuentra en la búsqueda de nuevas ideas, sistemas y actividades que puedan aportar al fortalecimiento del área, para mejorar la comunicación, los tiempos de reacción, disminuir los tiempos de equipos en falla y garantizar la vida útil de los sistemas y equipos de la empresa.

Desde que se comenzaron las labores de mantenimiento por parte de la empresa externa se han venido realizando en primera instancia labores correctivas a equipos para establecer sus hojas de vida con su información pertinente. En consecuencia, se efectúan labores de mantenimiento preventivas para disminuir la probabilidad de que los equipos con los que se encuentran en la empresa [10].

De igual manera, a la par con estas actividades de mantenimiento que se vienen realizando día tras día, se evidencian las siguientes problemáticas:

- Paradas no programadas en la línea de producción debido a fallas presentadas por la falta de confiabilidad de los equipos debido al deterioro de estos.
- Falta de equipos para efectuar rutas de mantenimiento predictivos para analizar el estado de los equipos antes, durante y después de su mantenimiento.

Por ende, se requiere transformar la gestión de mantenimiento en Colbeef S.A.S. en un mantenimiento proactivo, con el fin eliminar y/o disminuir las consecuencias de las fallas, y extender la vida útil de las máquinas, buscando eliminar o minimizar la causa de falla [11], a través de la implementación de técnicas de monitoreo apoyadas de un plan de mantenimiento predictivo.

Para esto, se realizará un seguimiento al programa de gestión de solicitudes de mantenimiento por áreas, que permita recopilar la información, optimizar la planificación y la programación de las tareas de mantenimiento. De igual manera, se establecerán indicadores para realizar un seguimiento de su desempeño y evaluar la efectividad del sistema.

Por otro lado, se realizará la actualización del plan de contingencias para garantizar una respuesta rápida ante cualquier evento que pueda afectar la producción. Además, se actualizará la taxonomía de los equipos con el fin de sectorizar mejor las zonas de cada área para actualizar el inventario de los equipos y atacar la solicitud de mantenimiento de forma eficiente.

Se brindará acompañamiento técnico a empresas externas para analizar sus propuestas de mejora y asegurar la calidad de sus trabajos.

Finalmente, se realizarán análisis de los procesos actuales para identificar oportunidades de mejora y proponer soluciones que aumenten la eficiencia y la productividad de la empresa. Se refiere al interrogante que lleva al investigador a buscar respuestas concretas. Es la definición del problema que aborda con la investigación.

A. Antecedentes

Para comenzar a hablar de conceptos de mantenimiento industrial, debemos centrarnos en la época de la revolución industrial, donde surgieron las primeras máquinas y sistemas que generaron un avance significativo en los procesos productivos de diferentes industrias. Es en este momento cuando surgen las primeras ideas de mantenimiento como lo son mantenimientos correctivos, que se ejecutaban únicamente en el momento de ocurrir la falla en la máquina, equipo o componente [12]. Todo esto generó en su momento un sin número de pérdidas económicas para las industrias y trayendo a efectuarse estrategias para preservar la vida útil de los equipos generando la aparición de los primeros talleres para efectuar mantenimientos a los diferentes equipos.

Es gracias a esto que a partir de esta problemática comenzaron a surgir un sin número de ideas y actividades para garantizar el mantenimiento de los equipos como lo son las partes intercambiables, hoy en día conocidas como repuestos, cuadrillas de mantenimiento, controles administrativos y económicos, mantenimientos preventivos, métodos de RCA, mantenimientos preventivos, mantenimientos proactivos, entre otros [12].

A continuación, se enuncian estudios realizados frente a implementación de modelos de mantenimientos proactivos en diferentes áreas industriales:

(Jacome, 2017) Propone un Programa de control del mantenimiento proactivo y correctivo en equipos mecánicos del transporte de hidrocarburos en el Ecuador, con el fin de disminuir el mantenimiento correctivo de los equipos mecánicos de transporte de hidrocarburos en Ecuador, diagnosticando y efectuando las reparaciones de los daños presentados en los Poliducto, y otros equipos mecánicos, lo cual redujo el mantenimiento correctivo en el transporte de hidrocarburos [13].

(Secca, 2017) desarrollo un plan de mantenimiento basado en el análisis y monitoreo de muestras de aceites, como herramienta de mantenimiento proactivo, de tal forma que nos permita tener un mejor control de contaminación de las unidades de tracto camiones, a las cuales se les brinda servicio [14].

(Bejarano & Fernandez, 2015) optaron por la creación e implantación de un modelo de optimización para el mantenimiento proactivo en una de las líneas de producción, planteando como objetivo principal aumentar la confiabilidad de sus equipos, cumpliendo con los contratos establecidos, para poder tener una situación económica y financiera más eficiente y estable[15]. Los antecedentes son las investigaciones que se han realizado previamente y que guardan una relación histórica con el tema de investigación actual.

III. JUSTIFICACIÓN

Actualmente, Colbeef S.A.S. enfrenta desafíos significativos relacionados con la confiabilidad de sus equipos y la frecuencia de paradas no programadas en la línea de producción. debido a los tiempos de parada, los costos de reparación y el impacto en la durante el proceso.

La implementación de un sistema de mantenimiento proactivo, basado en la actualización de la taxonomía de los equipos de la planta, análisis RCA de las fallas, técnicas de monitoreo y un plan de mantenimiento predictivo, permitirá a Colbeef S.A.S. transformar positivamente su gestión de activos y alcanzar los siguientes objetivos estratégicos.

IV. OBJETIVOS

A. Objetivo general

Desarrollar e implementar un sistema de gestión de mantenimiento proactivo en Colbeef S.A.S. que permita eliminar y/o disminuir las consecuencias de las fallas, y extender la vida útil de las máquinas. A través de la implementación de mejoras en la taxonomía de los equipos de la planta, de técnicas de monitoreo apoyadas de un plan de mantenimiento predictivo, el análisis de causa raíz de las fallas y el seguimiento y control de las solicitudes de mantenimiento.

B. Objetivos específicos

- Realizar seguimiento y establecer indicadores de cumplimiento de las solicitudes de mantenimiento enviadas por áreas y su estatus según las fases de la implementación.
- Actualizar la taxonomía de los activos de la planta para obtener un mejor control de las áreas y los equipos.
- Proponer y documentar una guía de mantenimiento predictivo para la empresa.
- Realizar acompañamiento de las visitas de contratistas para la elaboración de parámetros para las cotizaciones de trabajos de terceros.
- Realizar análisis de causa raíz de las fallas y paradas por equipos o máquinas de la empresa para establecer indicadores como MTTR y MTBF.
- Plantear ideas para la mejora de los procesos.

V. MARCO REFERENCIAL

A. Marco teórico

Durante las épocas primitivas, comenzaron a surgir indirectamente los primeros conceptos de mantenimiento en actividades tan sencillas como el ajuste de filo de herramientas como cuchillos, siendo esta actividad un ejemplo sencillo para lo que hoy conocemos como el modelo de mantenimiento correctivo. Pero es a partir de la revolución industrial donde comienza a tomar fuerza este modelo de mantenimiento debido a el surgimiento de la necesidad de mantener y prologar la vida útil de las máquinas y equipos a manera de contrarrestar las altas inversiones de dinero en aquel entonces para la obtención de estos equipos en un nuevo estado.

Es por esto que surgen conceptos como la implementación de cambios de los componentes de las máquinas que contaban con un desgaste y la aparición de talleres para efectuar las primeras reparaciones a los equipos con los que no se contara para hacer el cambio de estos componentes.

Tiempo después, surgieron eventos históricos como la primera y segunda guerra mundial, donde en esta última mencionada, surgieron los primeros grupos o personas encargadas de realizar los mantenimientos a los equipos, evidenciando que existían unos tiempos en donde los equipos no fallaban y cuando estos entraban en falla, se repetían los tiempos de forma cíclica, trayendo así la construcción de concepto de vida útil de los equipos [15].

Es debido a estos eventos históricos y a muchos mas no mencionados y a medida que iban creciendo los avances tecnológicos, fueron surgiendo e incorporándose nuevas filosofías de mantenimiento de acuerdo con las condiciones de fallas de cada uno de los equipos y a los objetivos estipulados según a cada plan adoptado por los diferentes sectores industriales.

B. Marco conceptual

1) Definición de mantenimiento: El mantenimiento se define como el conjunto de actividades planificadas y sistemáticas que se llevan a cabo para conservar o restaurar un equipo, instalación o sistema a un estado en el que pueda realizar la función requerida. En otras palabras, es el conjunto de acciones que se realizan para mantener los equipos en óptimas condiciones de funcionamiento, prolongando su vida útil y asegurando su disponibilidad cuando sea necesario [12].

2) **Finalidad del mantenimiento:** La finalidad principal del mantenimiento es garantizar la continuidad operativa de los equipos y sistemas, maximizando su disponibilidad y minimizando las fallas inesperadas. Con el propósito de aumentar la vida útil de los equipos, reducir los costos de operación, mejorar la seguridad y aumentar la productividad de la planta. A continuación, se enuncian los diferentes conceptos y filosofías de mantenimiento que se conocen a la fecha.

3) **Mantenimiento correctivo:** El mantenimiento correctivo es una estrategia de mantenimiento que se enfoca en reparar o reemplazar un equipo, sistema o componente una vez que ha fallado y ya no funciona correctamente. Es decir, se actúa en respuesta a una avería [12].

Ventajas

- Prolonga la vida útil de los equipos mediante reparaciones de sus componentes y piezas, corrigiendo sus fallas.
- No genera gastos fijos, efectuando inversiones de dinero solo cuando sean necesarias.
- Aplicable en máquinas y equipos en los que el mantenimiento preventivo no tiene ningún efecto.

Desventajas

- La avería o falla puede aparecer en cualquier momento.
- La avería o falla que no sea detectada a tiempo puede ocasionar daños irreparables.
- La producción se vuelve impredecible y poco fiable.
- No garantiza un diagnóstico confiable.

4) **Mantenimiento preventivo:** El mantenimiento preventivo es una estrategia que busca evitar las fallas de equipos y sistemas a través de la realización de tareas de mantenimiento programadas y regulares. En lugar de esperar a que ocurra una avería para repararla, el mantenimiento preventivo se enfoca en identificar y corregir potenciales problemas antes de que se conviertan en fallas mayores. Este funciona por medio de actividades como inspecciones periódicas, rutinas de lubricación, limpieza ajustes de componentes, cambio de piezas, entre otras.

Los objetivos más relevantes del mantenimiento preventivo pueden ser [12]:

- Disponibilidad: puede definirse como la probabilidad de que una máquina sea capaz de trabajar cada vez que se le requiera.

- Confiabilidad: es la probabilidad de que la máquina esté operando en todo el momento que necesite el usuario.
- incrementar: al máximo la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas o equipos llevando a cabo un mantenimiento planeado.
- Las categorías del mantenimiento preventivo (MP) son las siguientes:
- Cubrimiento del MP: revisar el porcentaje del equipo o máquina críticos, para las cuales se han desarrollado programas de MP.
- Ejecución del MP: el porcentaje de rutinas del MP que han sido terminadas según programa.
- Trabajos generados por las repeticiones del MP: el número de acciones de mantenimiento que han sido solicitadas y tiene como origen rutinas del MP.

una de las metodologías aplicadas en el mantenimiento preventivo se conoce comúnmente como la curva de la bañera, siendo esta una representación gráfica de la tasa de fallos de un producto o equipo a lo largo de su vida útil. Su nombre se debe a la forma que adquiere la gráfica, similar a una bañera. Esta curva se divide en tres fases distintas:

Mortalidad Infantil:

- Alta tasa de fallos al inicio: En esta fase, se producen muchos fallos debido a defectos de fabricación, errores de diseño o instalación inadecuada.
- Caída rápida de la tasa de fallos: A medida que se identifican y corrigen estos problemas iniciales, la tasa de fallos disminuye rápidamente.

Vida Útil:

- Tasa de fallos baja y constante: Los equipos funcionan de manera confiable, y los fallos se producen de forma aleatoria debido a causas externas, como errores humanos o condiciones ambientales adversas.
- Periodo más largo: Esta es la fase más larga del ciclo de vida del equipo.
- Desgaste:
- Aumento gradual de la tasa de fallos: A medida que el equipo envejece, los componentes se desgastan y la probabilidad de falla aumenta.
- Falla final: Eventualmente, el equipo llega al final de su vida útil y falla.

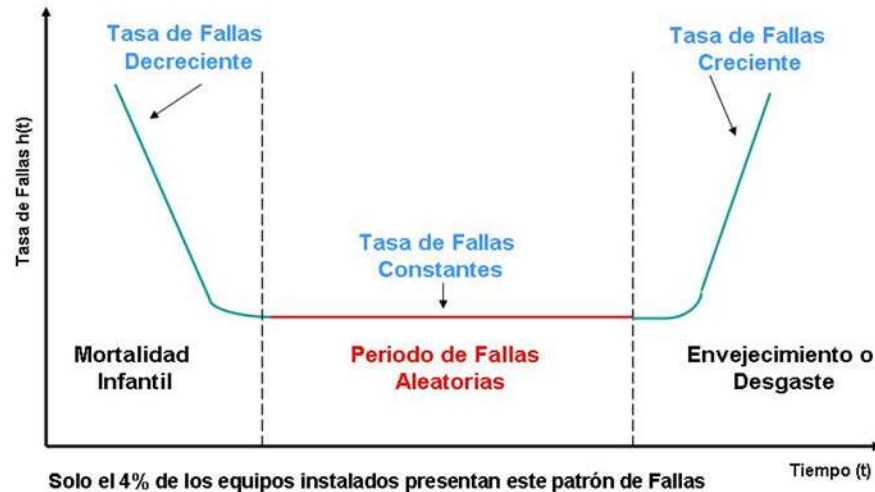


Fig. 3. Curva de la bañera [16]

5) **Mantenimiento Predictivo:** El mantenimiento predictivo es una estrategia de gestión de activos que utiliza tecnologías y análisis de datos para predecir cuándo es probable que falle un equipo o componente. En lugar de realizar mantenimientos programados a intervalos fijos, el mantenimiento predictivo se basa en el estado real del equipo, lo que permite intervenir solo cuando es estrictamente necesario.

Técnicas de mantenimiento predictivo

- **Análisis de vibraciones:** es una técnica que permite detectar de forma temprana posibles fallas en equipos rotativos, como motores, bombas, ventiladores, etc. Al analizar las vibraciones generadas por estas máquinas, se pueden identificar patrones que indican un desgaste anormal o una condición incipiente de falla [17].
- **Termografía:** es una técnica que utiliza cámaras infrarrojas para detectar y medir la radiación térmica emitida por los objetos. En otras palabras, permite "ver" el calor que emiten los cuerpos, creando imágenes térmicas que muestran las variaciones de temperatura en una superficie [17].
- **Análisis por ultrasonido:** es una técnica que utiliza ondas sonoras de alta frecuencia para detectar problemas mecánicos en equipos industriales antes de que se conviertan en fallas catastróficas [17].
- **Tintas penetrantes:** es una técnica para detectar discontinuidades superficiales en una amplia variedad de materiales, como metales, plásticos y cerámicos. Estas

discontinuidades, que pueden ser grietas, poros o fisuras, son a menudo invisibles a simple vista y pueden provocar fallas catastróficas si no se detectan a tiempo.

- **Alineación laser [17]:** La alineación láser es una técnica de precisión que utiliza rayos láser para verificar y ajustar la posición relativa de dos o más ejes rotativos en una máquina.
- **Análisis de aceites:** El análisis de aceites es una técnica que permite evaluar la condición de un equipo a través del análisis de una muestra de su lubricante. Al examinar las propiedades físicas y químicas del aceite, se pueden detectar de manera temprana signos de desgaste, contaminación o degradación en los componentes internos de una máquina.

6) *Mantenimiento proactivo:* El mantenimiento proactivo es una estrategia de gestión de activos que se enfoca en prevenir fallas y averías en los equipos antes de que ocurran. En lugar de reaccionar a los problemas cuando ya se han manifestado, el mantenimiento proactivo busca identificar y corregir las condiciones que podrían llevar a una falla.

Beneficios

- **Mayor disponibilidad de los equipos:** Al prevenir fallas, se reduce el tiempo de inactividad y se aumenta la productividad.
- **Reducción de costos:** Los costos de reparación son generalmente más altos que los de prevención.
- **Mejora de la seguridad:** Al identificar y corregir problemas potenciales, se reducen los riesgos para los trabajadores y el entorno.
- **Prolongación de la vida útil de los equipos:** Al realizar un mantenimiento adecuado, se puede extender la vida útil de los activos.

Cada una de las técnicas que se aplican dentro de este tipo de mantenimiento están ligadas a las técnicas de mantenimiento predictivo, tales como análisis de vibraciones y ultrasonido, termografía, tintas penetrantes, entre otras.

7) **Mantenimiento centrado en confiabilidad:** es una estrategia que busca optimizar las tareas de mantenimiento para maximizar la confiabilidad de los equipos. En lugar de seguir un enfoque basado en el tiempo o en las condiciones, el RCM se centra en identificar las funciones críticas de un activo y las fallas que pueden impedir que cumpla con esas funciones. En este sistema de mantenimiento se pone especial énfasis en el funcionamiento global del sistema, más que en el de cada equipo individualmente; un equipo es importante por la función que desempeña dentro de un proceso productivo [17]. Para esto se ejecutan las siguientes fases:

Análisis de Criticidad:

- Se recopila información histórica de fallas.
- Se construye una matriz de criticidad para evaluar el impacto de las fallas en las operaciones.
- Se identifican los subsistemas más críticos.

Análisis AMEF:

- Se realiza un Análisis Modo y Efecto de Falla (AMEF) para cada subsistema crítico.
- Se calcula el Número de Prioridad de Riesgo (NPR) para evaluar la severidad, la ocurrencia y la detección de cada falla potencial.

Desarrollo del Plan de Acción:

- elabora un plan de mantenimiento específico para cada subsistema crítico.
- Se seleccionan las tareas de mantenimiento más adecuadas (correctivo, preventivo, predictivo, etc.) basadas en los resultados del AMEF.

8) **Norma ISO 14224:** La norma ISO 14224 es un estándar internacional que establece un marco de referencia para la recopilación, estructuración e intercambio de datos de confiabilidad y mantenimiento de equipos, particularmente en las industrias de petróleo, gas natural y petroquímica. Esta norma es fundamental para garantizar la gestión efectiva de los activos a lo largo de su ciclo de vida [18].

Taxonomía según la norma ISO 14224

La taxonomía en el marco de esta norma se refiere a un sistema de clasificación jerárquica que permite organizar y categorizar los equipos de una manera estructurada y uniforme. Esta clasificación facilita la identificación, comparación y análisis de los datos de confiabilidad y mantenimiento, lo que a su vez permite tomar decisiones más informadas sobre la gestión de activos.

Beneficios de la norma ISO 14224

- Estandarización: La norma proporciona un lenguaje común para describir los equipos, lo que facilita la comunicación y la colaboración entre diferentes equipos y organizaciones.
- Mejora de la toma de decisiones: Al disponer de datos confiables y organizados, se pueden tomar decisiones más informadas sobre mantenimiento, reemplazo y adquisición de equipos.
- Optimización de costos: La gestión proactiva del mantenimiento basada en datos puede reducir costos y aumentar la disponibilidad de los equipos.
- Cumplimiento normativo: En muchos sectores, el cumplimiento de esta norma es un requisito para operar.

Estructura de la Taxonomía ISO 14224

La norma define una estructura jerárquica de nueve niveles para clasificar los equipos, desde el nivel más alto (tipo de industria) hasta el más bajo (parte o pieza). Los niveles intermedios incluyen categorías como planta, unidad, sistema, equipo, etc.[18].



Fig. 4. Niveles de taxonomía ISO-14224 [19]

Aplicaciones de la ISO 14224

- Gestión de activos: La norma es fundamental para implementar sistemas de gestión de activos efectivos.

- **Mantenimiento:** Permite establecer programas de mantenimiento más eficientes y basados en el riesgo.
- **Ingeniería de confiabilidad:** Facilita el análisis de la confiabilidad de los equipos y la identificación de las causas raíz de las fallas.
- **Gestión de riesgos:** Ayuda a identificar y evaluar los riesgos asociados con los equipos.

Indicadores KPI de mantenimiento

Los indicadores KPI de mantenimiento (Indicadores Clave de Rendimiento) son métricas creadas para evaluar la eficacia de las estrategias de mantenimiento y optimizar la gestión de activos. Estos indicadores permiten medir la eficiencia, la fiabilidad y la disponibilidad de los equipos, ayudando a las organizaciones a tomar decisiones más informadas y a reducir costos [20].

- **Tiempo medio entre fallos (MTBF):** Mide el tiempo medio entre fallos del sistema, con el fin de evaluar la fiabilidad de los activos [20].
- **Tiempo medio de reparación (MTTR):** Mide el tiempo medio que se tarda en reparar un equipo averiado, indicando la eficacia del equipo de mantenimiento [20].
- **Disponibilidad:** Calcula el porcentaje de tiempo que los equipos están operativos y disponibles para su uso, reflejando la eficacia general de los procesos de mantenimiento [20].
- **Fiabilidad:** Evalúa la probabilidad de que una máquina o sistema realice adecuadamente su función prevista durante un periodo determinado en condiciones típicas [20].

VI. METODOLOGÍA

A. Población

La población de estudio será el conjunto de equipos críticos de la empresa Colbeef S.A.S.

B. Muestra

La muestra se seleccionará de manera estratégica, priorizando los equipos que generan mayor impacto en la producción y que presentan un historial de fallas recurrentes.

C. Plan metodológico

1) Primera fase: Evaluación Inicial y Recopilación de Datos

- Análisis del estado actual: Se llevará a cabo una evaluación del sistema de gestión de mantenimiento existente en la empresa, un análisis de históricos de mantenimientos, registros de paradas no programadas y de los procesos actuales.
- Definición de métricas: Se establecerán indicadores de desempeño para medir la efectividad del sistema, tales como la disponibilidad global de los equipos, la tasa de fallas y la tasa de cumplimiento de las órdenes de trabajo.

2) Segunda fase: Diseño y Planificación

- Análisis de causa raíz: Se realizará un análisis de las fallas y paradas de equipos utilizando técnicas como el Análisis de Causa Raíz. Esto permitirá identificar las causas de las fallas y diseñar medidas preventivas.
- Desarrollo del plan de contingencias: Se actualizará el plan de contingencias existente para los equipos de cada fase del proceso productivo. Este plan incluirá estrategias para minimizar el impacto de posibles fallas y asegurar la continuidad operativa.
- Diseño del programa de mantenimiento predictivo: Se diseñará un plan de mantenimiento predictivo basado en los datos recopilados y el análisis de causa raíz. Este plan incluirá la programación de inspecciones periódicas y el uso de tecnologías predictivas como el análisis de vibraciones y termografía.

3) tercera fase: Implementación del Sistema Proactivo de Mantenimiento

- Centralización de la gestión de solicitudes de mantenimiento: Se apoyará al equipo de mantenimiento para gestionar la implementación de un software más actualizado para las solicitudes de mantenimiento. Este sistema permitirá una mejor

planificación y programación de las tareas, además de facilitar el seguimiento y control de las solicitudes.

- Acompañamiento de contratistas: Durante esta fase, se realizará un acompañamiento técnico a los contratistas que ejecutan trabajos de mantenimiento. Esto garantizará que las especificaciones técnicas se cumplan y que los recursos se utilicen de manera óptima.

4) Cuarta fase: Monitoreo y Mejora Continua

- Seguimiento de indicadores de desempeño: se realizará un seguimiento a los indicadores de desempeño planteados en la etapa 1, con el fin de evaluar la efectividad del sistema de mantenimiento y realizar los ajustes que sean necesarios.

VII. RESULTADOS

A. Seguimiento a solicitudes de mantenimiento

Durante el proceso diario de beneficio que se ejecuta en la empresa, cada uno de los coordinadores de área efectúan en el software de mantenimiento solicitudes de trabajos con el fin de generar acciones correctivas y/o preventivas a situaciones adicionales que salen durante el proceso en cada una de las áreas. Estas solicitudes quedan registradas en el apartado de solicitudes en el software de mantenimiento MP 9 y con el fin de efectuarles un seguimiento y un diagnóstico de cumplimiento a cada una de estas solicitudes, se recopilaron las solicitudes existentes desde el mes de febrero hasta el mes de agosto del presente año y se les asigno una ruta de seguimiento para evidenciar en el estado en el que se encontraban cada una de ellas y eliminar los cuellos de botella. Las áreas a las cuales se les efectúa el seguimiento son: Corrales, línea de beneficio, Productos cárnicos comestibles, Logística y Desposte.

A continuación, se encuentra el diagrama de flujo para ejecutar con éxito cada una de estas solicitudes:

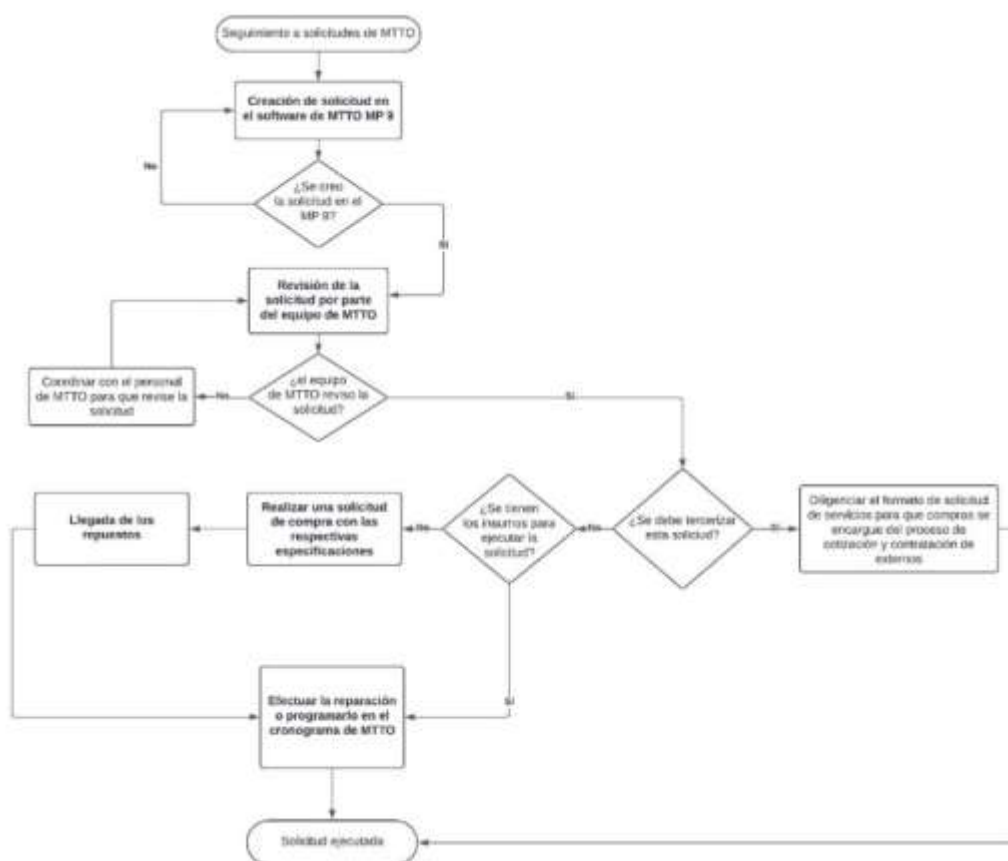


Fig. 5. Diagrama de flujo de ejecución solicitudes



Fig. 6. Resumen flujo de ejecución de solicitudes

Todas estas solicitudes son atendidas de acuerdo a la siguiente tabla, la cual fue estipulada por el equipo de mantenimiento con el fin de establecer una criticidad a cada una de estas solicitudes y poder ejecutar cada una de ellas.

EQUIPOS DE PLANTA	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCION	CALIDAD	MANTENIMIENTO
CRITICO	1. Ocasional un accidente grave Necesita revisiones periódicas frecuentes (semanales) 2. Ha producido accidentes en tiempos anteriores	1. Parada de la línea de producción	1. Pone en riesgo la inocuidad y calidad del producto 2. Es causal de inconformidades y rechazo del producto final	1. Pare en los equipos muy frecuentes 2. Consume parte muy importante de los recursos de mantenimiento
IMPORTANTE	1. No necesita revisiones periódicas frecuentes (trimestrales) 2. Puede ocasionar un accidente, pero las posibilidades son remotas.	1. Daño de algún equipo que se puede corregir después de proceso, pero no afecta la línea de producción en el momento	1. Afecta la calidad, pero no hay rechazo por el cliente	1. Consume medianamente recursos de mantenimiento para la ejecución de mantenimientos preventivos.
PRECINDIBLE	1. Poca influencia en la seguridad	1. No ocasiona parada en la línea de producción	1. No afecta la calidad del producto	1. Consume bajos recursos de mantenimiento para la ejecución de actividades.

Fig. 7. Matriz de criticidad de solicitudes.

Para llevarle un control a las solicitudes, se creó un formato en Excel donde se pudieran recopilar las solicitudes por área para evidenciar el estado en el que se encuentran las solicitudes y su porcentaje de ejecución. Los parámetros a tener en cuenta para la creación del formato fueron: Ítem, código de la solicitud en el software, área de la solicitud, descripción de la solicitud, observaciones adicionales, etapas de la solicitud, estado de la solicitud, porcentaje de ejecución de la solicitud y estatus de la solicitud.

ANÁLISIS DE SOLICITUDES Y PENDIENTES DE MANTENIMIENTO															
Item	Código	Área	Solicitud	Observaciones	Etapas de la solicitud							Estado de la solicitud	% De ejecución	ESTATUS	
					Solicitud	Revisión o evaluación	Cotización	Compras	Llegada de repuestos	En reparación O MTTO programado	Instalado o Ejecutado				
Item	Código	Área	Solicitud	Observaciones	E.1	E.2	E.3	E.4	E.5	E.6	E.7				
1		Corales											0	#N/A	#N/A
2		Corales											0	#N/A	#N/A
3		Corales											0	#N/A	#N/A
4		Corales											0	#N/A	#N/A
5		Corales											0	#N/A	#N/A
6		Corales											0	#N/A	#N/A
7		L. Beneficio											0	#N/A	#N/A
8		L. Beneficio											0	#N/A	#N/A
9		Deposito											0	#N/A	#N/A
10		Logística											0	#N/A	#N/A
11		Anticorr											0	#N/A	#N/A

Fig. 8. Formato análisis de solicitudes y pendientes de mantenimiento

Después de la recopilación de todas las solicitudes se realizó una tabla con el fin de evidenciar los indicadores de cumplimiento de estas solicitudes para dar gestión a la continuidad del proceso de las solicitudes pendientes. A continuación, se presenta el consolidado de las solicitudes recopiladas desde el mes de febrero hasta el mes de agosto:

RESUMEN DE SOLICITUDES POR AREA						
ITEM	AREA	EJECUTADAS	PENDIENTES	TOTAL	%EJECUCIÓN	% PENDIENTE
1	CORRALES	70	16	86	81%	19%
2	L. BENEFICIO	67	11	78	86%	14%
3	P. CÁRNICOS	95	5	100	95%	5%
4	DESPOSTE	21	0	21	100%	0%
5	LOGÍSTICA	0	1	1	0%	100%
6	AMBIENTAL	13	13	26	50%	50%
TOTAL		266	46	312	85%	15%

Fig. 9. Resumen solicitudes por área

De acuerdo con el anterior resumen de solicitudes, se realizaron unos gráficos para evidenciar el comportamiento de estas, darles continuidad a las solicitudes pendientes y socializarlo en el comité de operaciones.

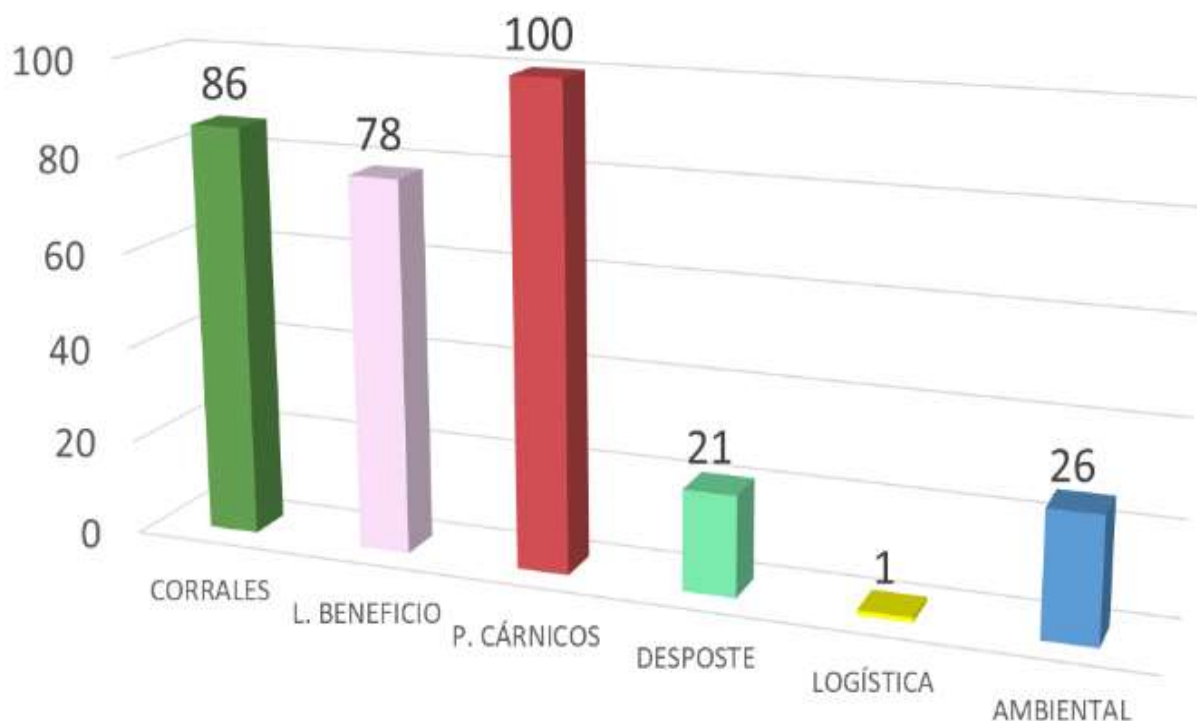


Fig. 10. Panorama de solicitudes por área febrero-agosto

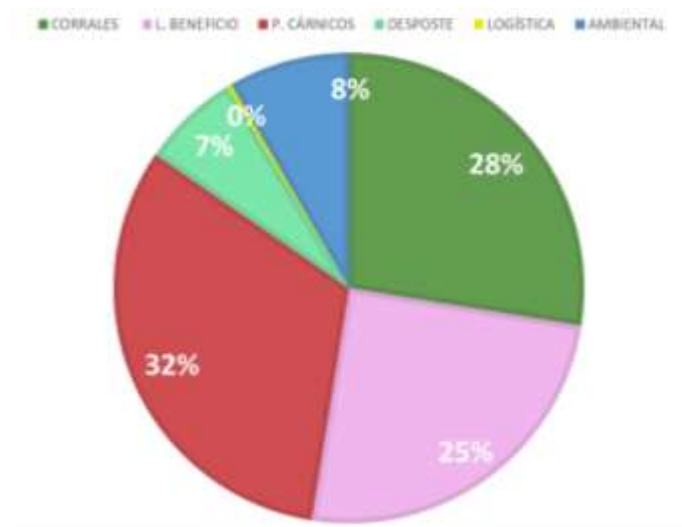


Fig. 11. Porcentaje de solicitudes por área febrero-agosto

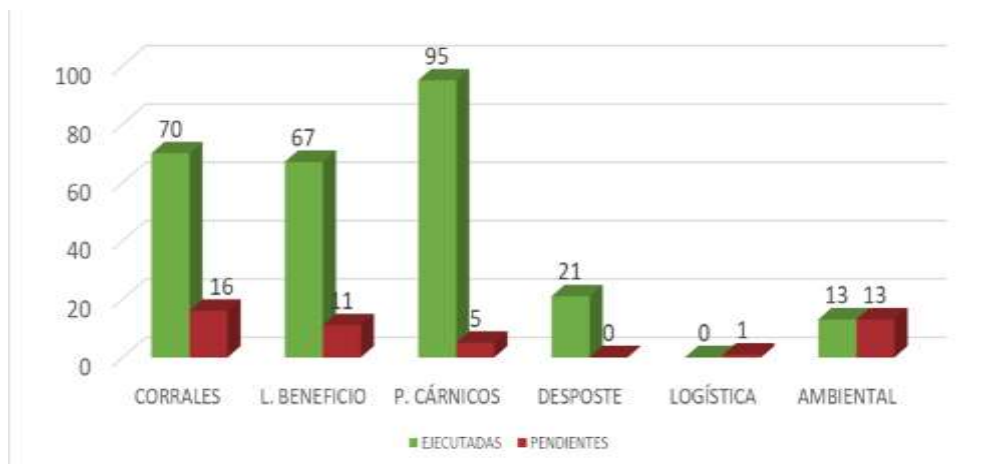


Fig.12. Solicitudes ejecutadas vs pendientes febrero-agosto

B. Estrategias para Mejora Continua en la Gestión de Mantenimiento

En Colbeef, se implementaron análisis de causa raíz (RCA) de manera sistemática y colaborativa, lo cual ha contribuido significativamente a la eficiencia y confiabilidad de los equipos de la planta. Para empezar, se realizó una recopilación exhaustiva del historial de fallas, que incluyó la formulación de informes específicos para registrar la información de cada RCA. Esto permitió presentar datos relevantes que facilitaron la toma de decisiones y la acción sobre las fallas identificadas.

Los análisis se llevaron a cabo de forma periódica, abarcando los meses de agosto, septiembre, octubre, noviembre y diciembre, lo que permitió identificar y eliminar las causas subyacentes de las fallas.

RESUMEN RCA (SEPTIEMBRE)															
ITEM	FECHA	AREA	Proceso afectado	EQUIPO O SISTEMA	HECHOS OBSERVADOS				HECHOS INVESTIGADOS				Unidad Medida	Estado	
					ACCION DE HEJORA	RESPONSABLE HEJORA	ACCION DE HEJORA	RESPONSABLE HEJORA	ACCION DE HEJORA	RESPONSABLE HEJORA	ACCION DE HEJORA	RESPONSABLE HEJORA			
1	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Bomba de la línea	Limpieza de la bañera y mantenimiento	Sergio Tena	10/03/04	Días	-	Reemplazo de filtro de la línea de bombeo	Sergio Tena	10/03/04	Días	-	Estadado
2	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	plombos desajustados de mallas	Revisión del estado de succión	Jairo López	10/03/04	Días	-						Estadado
3	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Transfórmica	Revisión por voltajes y ajuste que se realizó con el tiempo de parada	Jairo López	10/03/04	Días	-	Cambio del estado de control de línea por otro más	Jhon Solano	10/03/04	Días	se encuentra la línea de la línea del motor	Estadado
4	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Control manual	Control manual	Camilo Paredes	10/03/04	Días	-						Estadado
5	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Transfórmica											Estadado
6	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Desdoblado	Ajuste de la presión de la cadena de transmisión	Jairo López	10/03/04	Días	-	Revisión de los pilones de transmisión en zona de bombeo	Angel Pico	10/03/04	Días	-	Estadado
7	10/03/04	de línea compartida	Línea de bombeo	Cadena	Limpieza a la línea y la presión repetitiva de la cadena de la línea	Angel Pico	10/03/04	Días	-	Revisión de la línea y la presión repetitiva de la cadena de la línea	Angel Pico	10/03/04	Días	-	Estadado
8	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	control manual	control manual										Estadado
9	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	control manual	control manual	Jairo López	10/03/04	Días	-						Estadado
10	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Desdoblado											Estadado
11	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	Desdoblado											Estadado
12	10/03/04	Línea	Línea de bombeo	bob de control	Control de la corriente por una línea	Camilo Paredes	10/03/04	Días	-	Revisión detallada de todos los componentes del sistema control de línea	Tomas Pacheco	10/03/04	Días	-	Estadado

Fig. 13. Resumen análisis de causa raíz mes de diciembre

PARTICIPANTES				
Implicados en el RCA	NOMBRE		CARGO	
		Michael Velasco	Programador de mantenimiento	
		Jhon Solano y Jairo López	Supervisores de mantenimiento	
		Sergio Romero	Coordinador de línea	
		Leonel Sierra	Aux. Mantenimiento	
¿POR QUÉ?				
Definición de la falla	0	Bajas de presión repetitivas en la bañera, retasando el lavado de animales que ingresa a línea durante la hora notificada.		
Respuestas del ¿Por qué?.	1	fugas de aire en el sistema de hidroflew.		
	2	Daño en el tramo de tubería de ingreso a la bomba por presencia		
	3	El presostato y electroválvula no realizan correctamente su función en el sistema de hidroflew.		
	4	Tanque de almacenamiento de agua sucio, generando el ingreso de agua a la bomba con sedimentos.		
	5			
CAUSA RAIZ				
bajas de presión repetitivas en la presión del sistema debido a pérdidas de la misma por daño en un tramo de tubería, presencia de sedimentos en el tanque de almacenamiento de agua y mal funcionamiento del presostato y electroválvula.				

Fig. 14. Metodología análisis causa raíz



Fig. 15. Evidencias análisis de causa raíz

Como resultado, se logró una notable reducción de las averías no programadas, así como una optimización de los procesos productivos **Anexo 1. Análisis de causa raíz**. Además, se construyeron indicadores de mantenimiento, como el tiempo medio entre fallas (MTTF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), La disponibilidad y confiabilidad del proceso, que se utilizaron para medir el desempeño de los equipos y guiar la estrategia de mantenimiento.

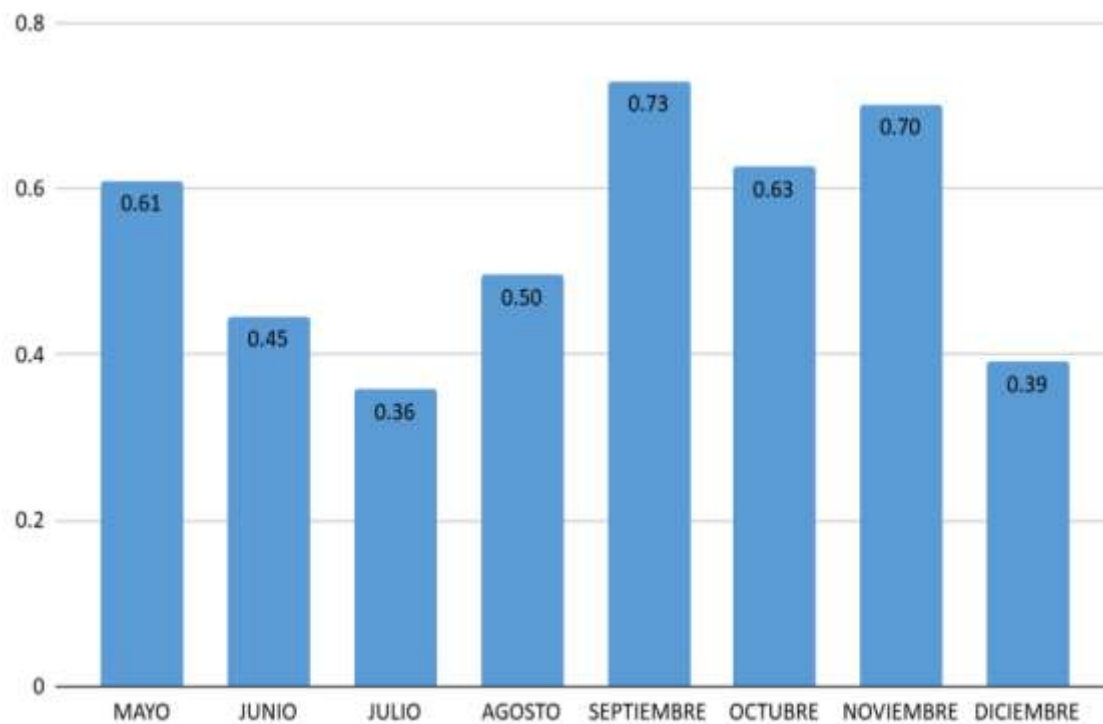


Fig. 16. Consolidado MTTR año 2024

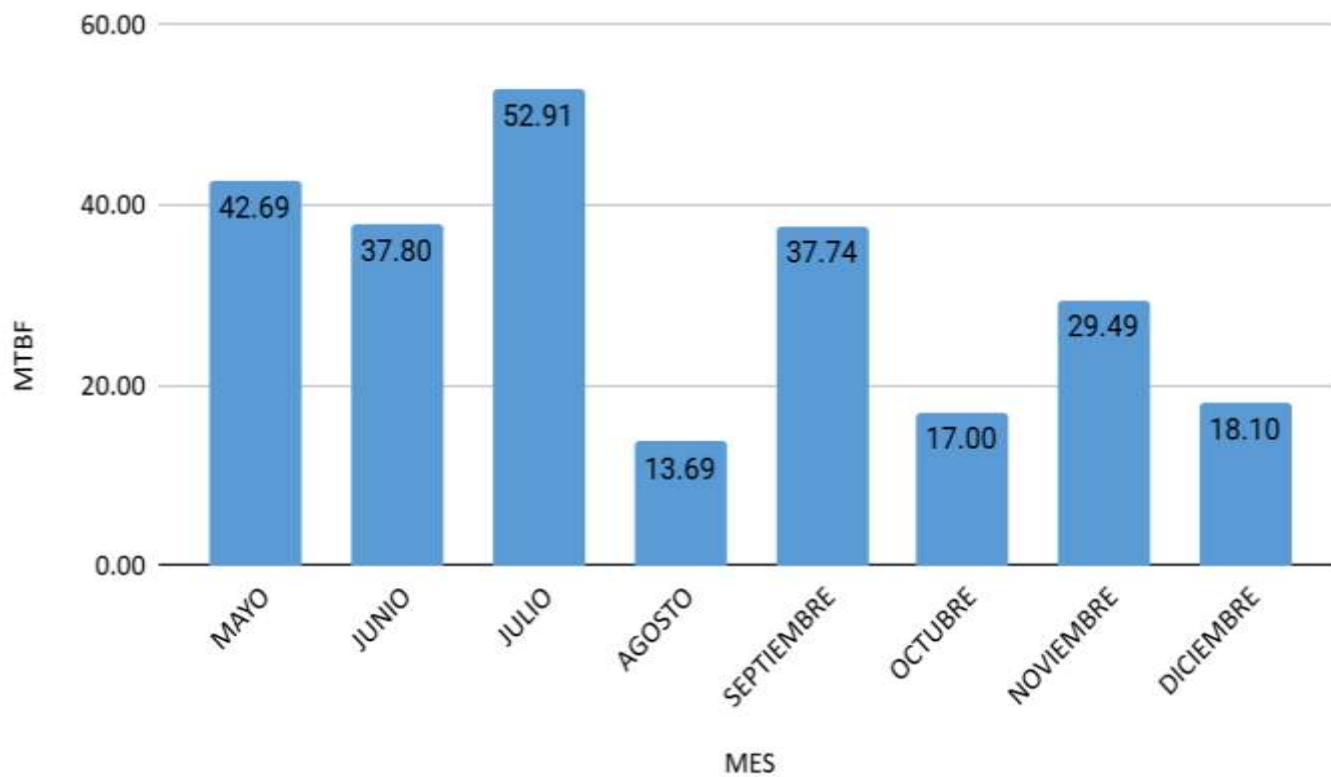


Fig. 17. Consolidado MTBF año 2024

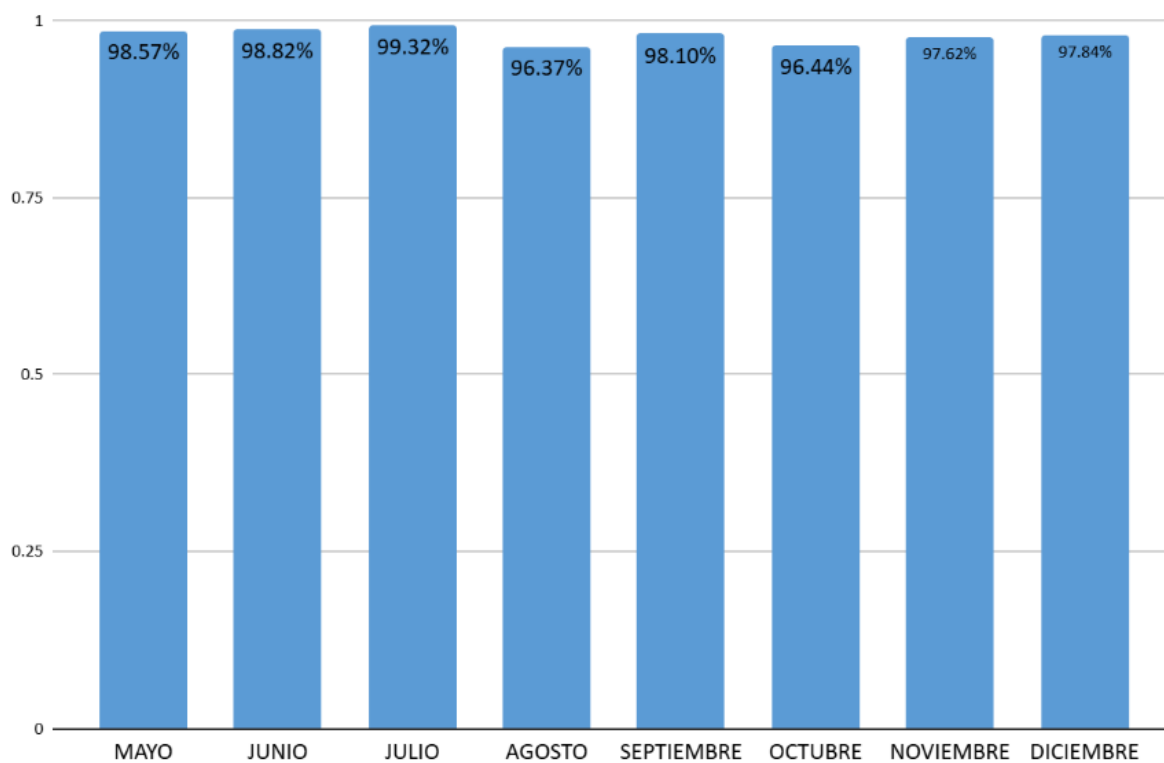


Fig. 18. Consolidado disponibilidad año 2024

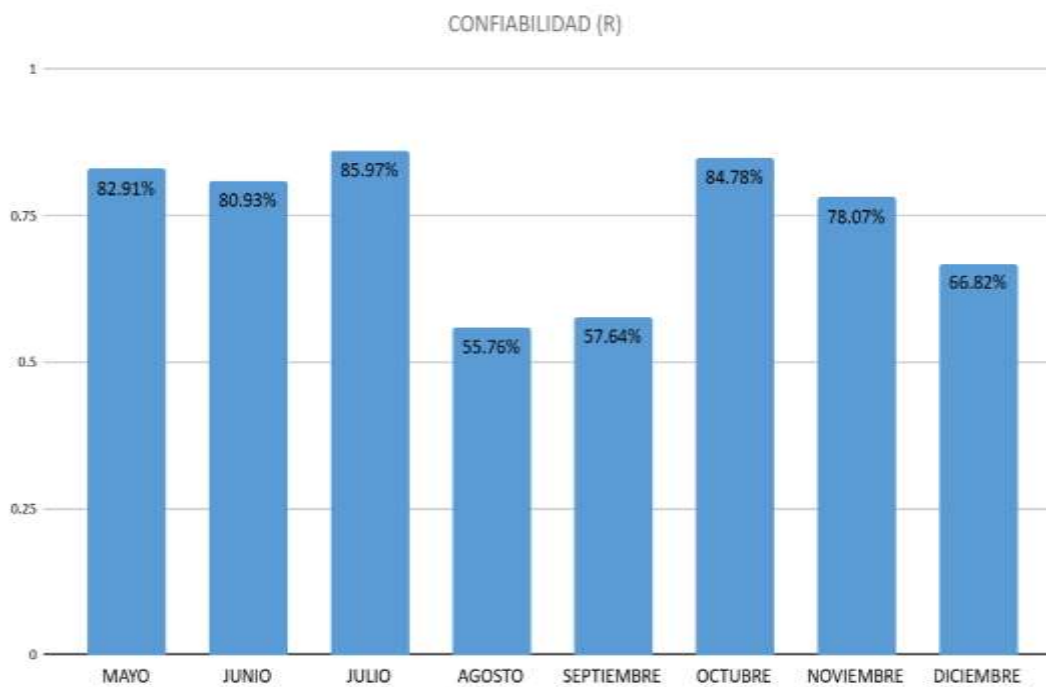


Fig. 19. Consolidado confiabilidad año 2024

A partir de los resultados obtenidos de los RCA, se desarrollaron estrategias concretas para mejorar los procesos de mantenimiento. Esto incluyó el establecimiento de medidas correctivas destinadas a prevenir futuras fallas, así como la creación de guías para la implementación de un programa de mantenimiento predictivo. Este enfoque buscará optimizar la operación de los equipos, anticipar fallas y, en consecuencia, reducir costos y mejorar la disponibilidad general.

C. taxonomía de equipos de planta

Debido a la necesidad de migrar a un nuevo software de mantenimiento, se implementó la norma ISO 14224 adaptada a las necesidades y áreas de proceso que hacen parte de la planta para la identificación de los equipos y la actualización de sus códigos y planes de mantenimiento. Para esto, se identificaron las etapas de acuerdo con la norma para la ejecución evidenciada en la siguiente gráfica:

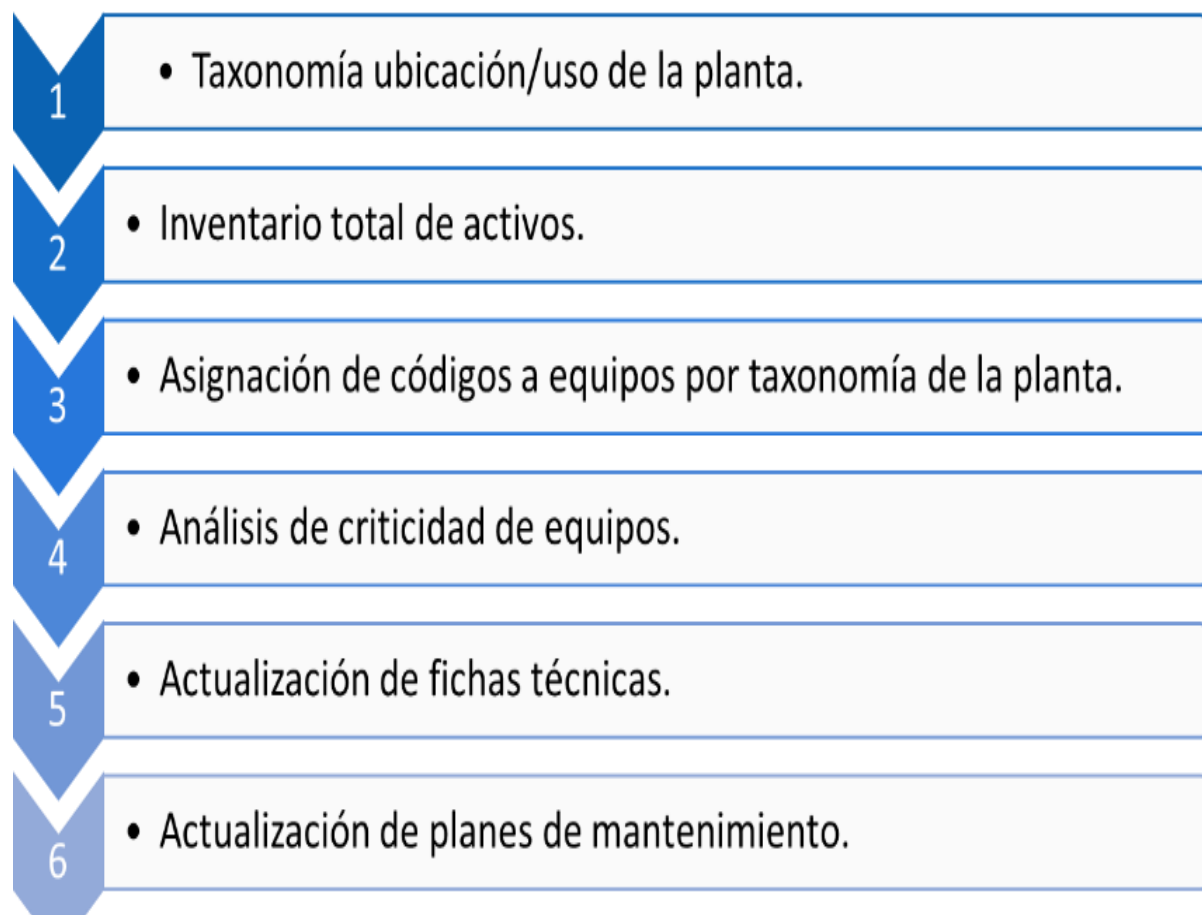


Fig. 20. Diagrama de proceso implementación de la norma

Primeramente, para identificar las falencias de la sectorización actual y su codificación, se buscó la codificación existente de las áreas, obteniendo la siguiente evidencia:

9.5 SISTEMA DE CODIFICACIÓN DE EQUIPOS

Todos los equipos de la Planta COLBEEF S.A.S, tienen un número de inventario que está codificado de la siguiente manera: **XX-YYY-##**. Las partes del código son:

XX: Corresponden al área donde está ubicado el equipo. Se han definido por áreas dentro de la empresa así:

AP:	Planta de Tratamiento de Agua Potable
AR:	Planta de tratamiento de Aguas Residuales
CO:	Área de Corrales
LI:	Línea de Bovinos.
AL:	Almacén.
AM:	Ambiental.
CA:	Cabezas.
DC:	Dirección Comercial.
DP:	Dirección producción.
EM:	Emergencia.
AD:	Administración.
LO:	Logística.
MA:	Mantenimiento.
PA:	Patas.
RE:	Refrigeración.
VB:	Visceras blancas.
VR:	Visceras rojas.
DS:	Desposte.

YYY: Corresponde a la clase de equipo.

#: Corresponde al consecutivo de equipos que existen por clase de equipos.

Los equipos de la empresa tienen un respectivo número de inventario. (Ver Anexo SAI-MT-DOC001: INVENTARIO DE EQUIPOS) Ejemplo:

• **LI-COP-01:** Cortadora de Patas marca **Jarvis**.

Fig. 21. Sistema de codificación de equipos actual.

Para esto, se sectorizaron las plantas de procesos y cada uno de sus procesos para la implementación de su taxonomía.

Planta de beneficio

1. Recepción y Pesaje
2. Línea de beneficio
3. Productos cárnicos
4. Logística de beneficio

Planta de desposte

1. Desposte
2. Logística de desposte

Planta ambiental

1. PTAR
2. PTAP

Servicios compartidos

1. Periféricos

Seguidamente, se plasmaron las plantas de procesos y sus áreas de proceso en un diagrama de flujo.

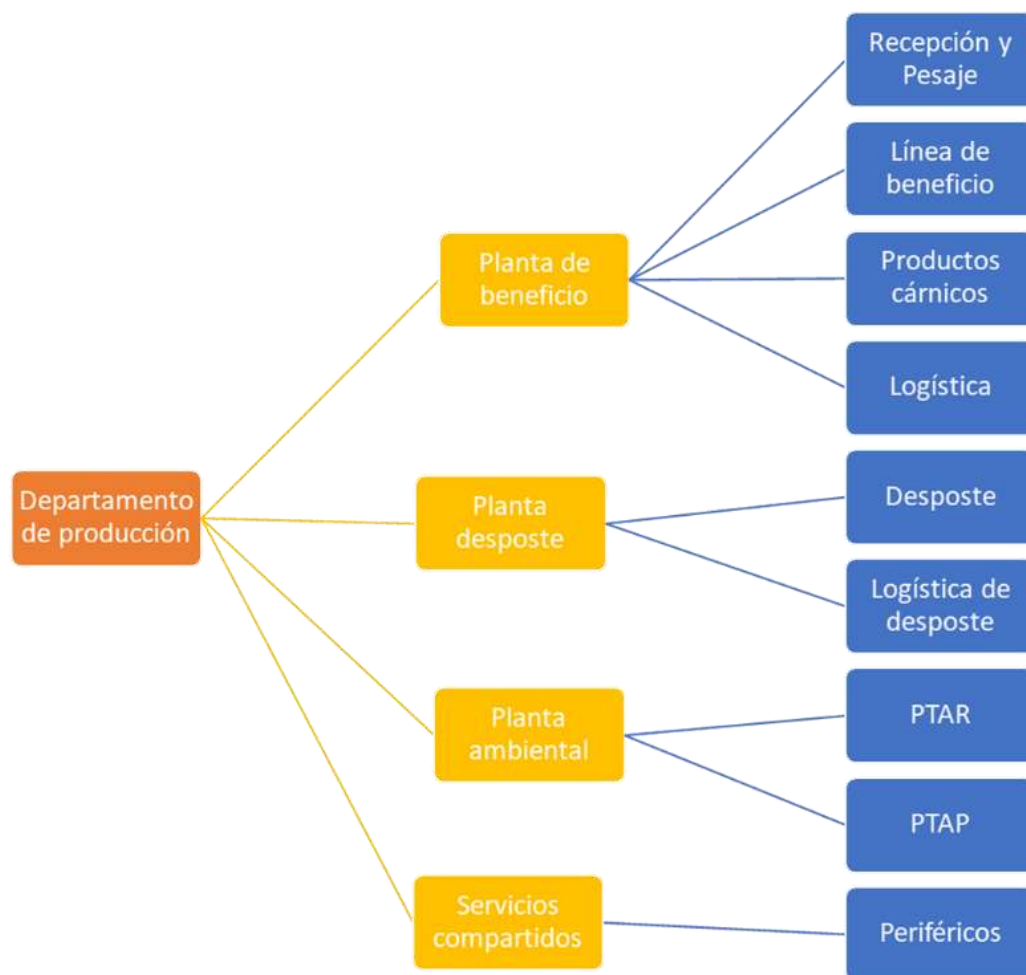


Fig. 22. Diagrama de flujo de procesos de planta Colbeef

Ya con las áreas identificadas procedemos a realizar la modificación de la taxonomía de las áreas mediante la siguiente propuesta:

CODIFICACIÓN EXISTENTE	PROPUESTA DE CODIFICACIÓN X#-YYY
XX	➤ X: Planta de proceso
➤ XX: Área de ubicación sin una taxonomía	➤ #: Número del Proceso organizado por el diagrama de flujo
	➤ YYY: Área de ubicación de equipo por taxonomía

Implementando la codificación propuesta, se formaliza de la siguiente manera para cada una de las plantas de proceso y sus áreas.

PLANTAS DE PROCESO	CODIGO
Planta de beneficio	B
Recepción y pesaje	B1
Línea de beneficio	B2
Productos cárnicos	B3
Logística de beneficio	B4
Planta de Desposte	D
Desposte	D1
Logística de beneficio	D2
Planta Ambiental	A
PTAP	A1
PTAR	A2
Servicio Compartidos	S
Periféricos	S1

Fig. 23. Codificación plantas de proceso en Colbeef

En consecuencia, Junto con el personal de mantenimiento Se realizó un inventario exhaustivo de los equipos y activos en las áreas de corrales, línea de beneficio, productos cárnicos comestibles y logística de beneficio, que constituyen el núcleo de las operaciones de la compañía ya que estos procesos abarcan desde la recepción del ganado hasta la distribución del producto final. Este proceso incluyó recorridos físicos por cada área, verificando los listados de activos proporcionados por la empresa y los registros del software de mantenimiento. Se actualizó la información en los formatos de inventario correspondientes y se verificaron los datos en el software.

Fig. 24. Ejemplo listado de equipos software mantenimiento

CODIGO ACTIVO	DESCRIPCIÓN ACTIVO	FECHA DE COMPRA	CENTRO DE COSTO	CODIGO SUBCENTRO
3019-0001	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0002	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0003	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0004	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0005	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0006	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0007	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0008	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0009	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0010	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0011	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0012	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0013	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0014	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0015	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0016	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0017	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0018	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0019	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0020	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0021	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0022	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0023	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0024	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0025	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0026	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0027	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0028	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0029	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0030	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0031	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0032	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0033	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0034	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0035	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0036	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0037	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0038	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0039	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0040	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0041	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0042	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0043	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0044	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0045	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0046	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0047	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0048	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0049	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0050	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0051	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0052	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0053	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0054	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0055	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0056	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0057	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0058	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0059	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0060	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0061	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0062	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0063	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0064	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0065	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0066	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0067	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0068	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0069	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0070	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0071	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0072	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0073	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0074	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0075	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0076	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0077	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0078	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0079	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0080	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0081	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0082	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0083	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0084	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0085	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0086	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0087	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0088	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0089	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0090	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0091	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0092	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0093	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0094	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0095	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0096	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0097	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0098	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0099	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019
3019-0100	CONTROLADOR PARA MOTOR ELECTRICO	2014/01/01	3019	3019

Fig. 25. Ejemplo listado activos de la empresa.

Toda la información fue recopilada de los activos en la empresa y digitalizada en un drive para posteriormente su actualización en el software de mantenimiento. **Anexo 2. taxonomía equipos Colbeef.**

D. Guía de mantenimiento predictivo

Una vez se tuvo mapeado de forma clara los activos con los que se cuentan en la empresa y los análisis de causa raíz de las fallas ocurridas en los diferentes meses ya registrados, junto con el personal de mantenimiento se realizó una guía con el objetivo establecer los pasos iniciales para desarrollar un programa de mantenimiento predictivo en Colbeef SAS, enfocado en optimizar la operación de los equipos, reducir costos y aumentar la disponibilidad de los activos. A través de la implementación de tecnologías avanzadas y la formación del personal, con el fin de anticipar fallas y maximizar la vida útil de los equipos.

La guía abarca la implementación del mantenimiento predictivo en los equipos de la planta, incluyendo motores eléctricos, bombas, compresores, equipos de refrigeración, sistemas de tuberías, tanques de almacenamiento, moto reductores, equipos neumáticos e hidráulicos. Para esto, se identificaron equipos críticos en la empresa gracias a la taxonomía de equipos realizada y análisis de causa raíz de las fallas. Seguidamente se hizo un estudio de las fallas mas comunes presentadas en los equipos de la empresa, se propusieron las tecnologías para realizar mantenimientos predictivos, diferentes referencias de cada uno, un plan de muestreo y una lista de

temas para capacitar al personal frente a mantenimiento predictivos como análisis de vibraciones, termografías, megger de equipos y ultrasonido.

Es por esto y con el fin de promover la implementación de técnicas de mantenimiento predictivo en la empresa, se ha elaborado el **Anexo 3. Guía de mantenimiento predictivo**. Donde se recopila toda la información relevante y se ha integrado al sistema de gestión documental del área de mantenimiento.

E. Diseño de planos y modelamiento 3D

1) Ganchos de vísceras: Durante el mes de octubre, se registraron varias paradas en el proceso productivo de la planta, atribuidas a la insuficiencia de ganchos para colgar las vísceras rojas. Esta problemática se originó por la alta ocupación de inventarios en cava, lo cual limitó la disponibilidad de dichos elementos. Por lo cual, se evidencio la necesidad de fabricar más ganchos de vísceras para mitigar dicha problemática. Para esto se tomaron medidas de los anchos y se procedió a realizar su modelamiento 3D en SolidWorks para estandarizar su diseño y contar con los planos de cada uno de sus componentes con sus respectivas medidas.

A continuación, se presenta el plano del ensamble de cada uno de los componentes que conforman el gancho.

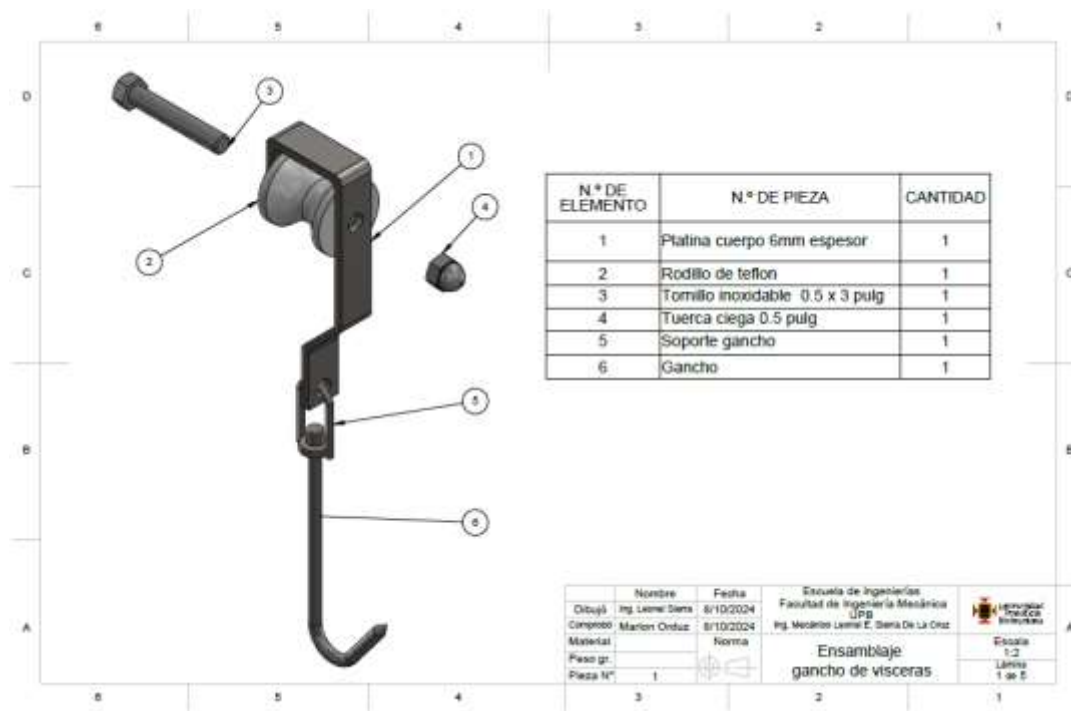


Fig. 26. Plano ensamble gancho de vísceras

2) **Planos proyecto de marinado:** Con el fin de adecuar un nuevo proceso en el área de desposte de producto cárnico, la empresa compro una maquina marinadora de carne con el objetivo de mejorar su sabor y textura, haciendo el producto final más jugoso y tierno, inyectando diferentes condimentos, sales y líquidos a la carne. Para esto se requerían hacer diferentes adecuaciones a las áreas designadas para agregar esto nuevo sistema al flujo de proceso. Para esto, se deben cellar diferentes puertas y abrir otras con mayor tamaño, eliminar paneles divisores, realizar desagües e instalar equipos de refrigeración para el almacenamiento de dicho producto.

Para esto, se delimito el área con la que se contaba y se entregaron los siguientes planos.

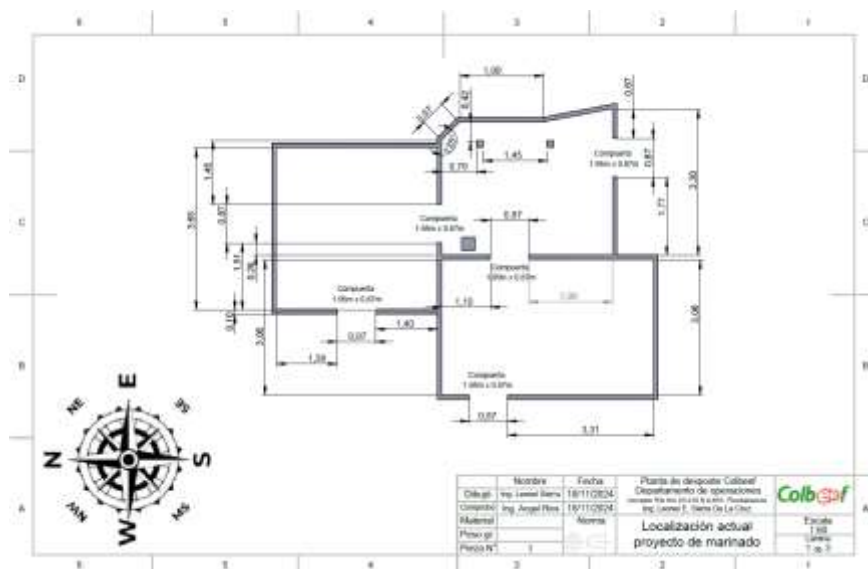


Fig. 27. Localización actual proyecto de marinado

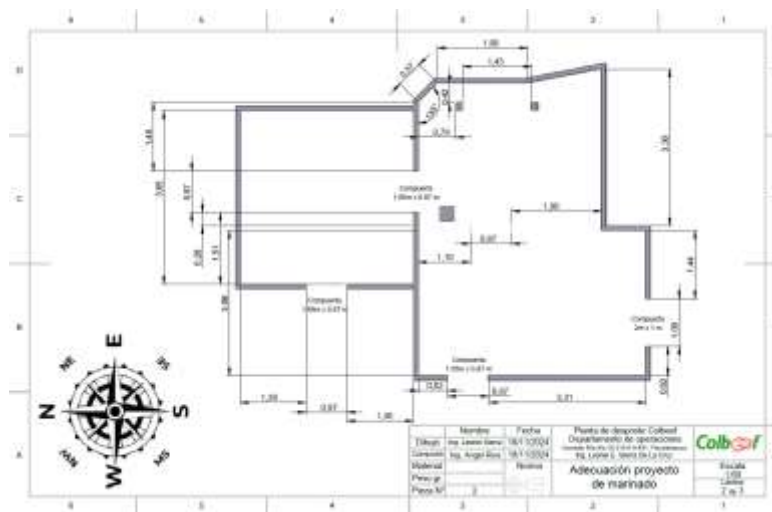


Fig. 28. Adecuación proyecto de marinado

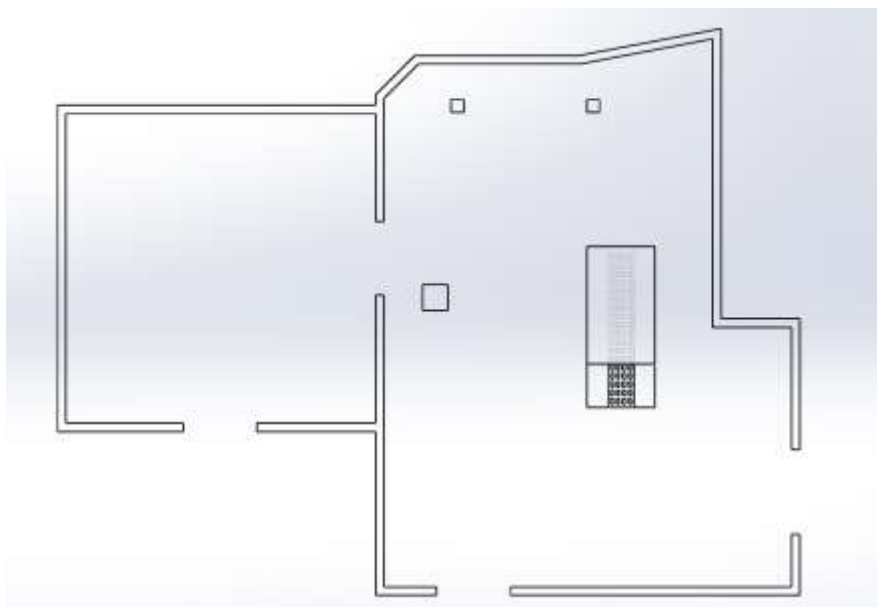


Fig. 29. Disposición del equipo en el área designada

Cada uno de estos planos fueron puestos a disposición de las empresas contratistas que se encargarían de cotizar la adecuación del área. Seguidamente se analizarían las propuestas de cada empresa para así obtener la empresa que realizaría la adecuación del sitio para la puesta en marcha del nuevo proceso de marinado.

F. Informe consumo de amoníaco

Con el objetivo de estabilizar el nivel de amoníaco, el cual es utilizado como refrigerante para las diferentes áreas de refrigeración que se encuentran en la planta, se realizó un estudio del consumo de este a partir de su historial desde que comenzó a funcionar dicho sistema. Para esto se realizó un análisis frente a la necesidad de adquirir cilindros adicionales de amoníaco para optimizar el funcionamiento de los compresores y garantizar un rendimiento óptimo del sistema de refrigeración.

Para esto, se tabuló toda la información registrada de llegadas y consumos de amoníaco entre los años 2012 y 2024, para analizar el comportamiento de los sistemas y sustentar la necesidad de nivelar dicho sistema. Toda la información recopilada y analizada fue redactada en el **Anexo 4. Informe consumo de amoníaco.**

G. Instructivo lavado de poleas

Con el fin de estandarizar el proceso de lavado de poleas y definir las actividades necesarias para la limpieza y lubricación de grilletes, poleas y ganchos utilizados en el proceso de beneficio de la planta Colbeef S.A.S., garantizando la disponibilidad y tiempo de vida útil de los mismos, así como

la integridad física de los colaboradores, se redactó un instructivo para socializarlo con cada operario que realice la labor. Este instructivo inicia con la descripción de las tareas a realizar, los equipos y materiales necesarios para ejecutar la actividad, las medidas de seguridad y finaliza con el diligenciamiento de los formatos establecidos. Para ver el instructivo de forma detallada ver el

Anexo 5. Instructivo lavado de poleas

H. Programa de verificación y calibración de básculas

La verificación diaria de las básculas de riel para el pesaje de canales es crucial para asegurar la precisión en el pesaje y la calidad del producto final. El proceso, a cargo del coordinador de mantenimiento, implica el uso de pesas patrón certificadas para comparar el peso registrado por la báscula con el peso real. Es fundamental que el personal de mantenimiento conozca del formato a diligenciar, donde se registran la fecha, hora, tipo de báscula, peso patrón, peso registrado y los responsables de la verificación.

Para esto, se apoyó al personal de mantenimiento con el registro diario y la verificación de las básculas de los 7 muelles de despacho de canales.



Fig. 30. Proceso de verificación de básculas.

I. Investigación consumo de gas en el área de desposte

Se realizó una investigación con el fin de analizar el consumo de gas de la caldera de desposte para el proceso de termo encogido, identificando patrones, factores influyentes y oportunidades de mejora para reducir su consumo y contribuir a la eficiencia energética. Para esto

se registraron las lecturas horarias durante el periodo de operación de la caldera el día 20/01/2025, desde las 7:33 hasta las 16:33.

Para analizar el comportamiento del sistema y poder generar medidas que puedan disminuir su consumo se efectuó la siguiente metodología:

- seguimiento del consumo horario: Se registró el consumo de gas cada hora durante el periodo de operación de la caldera, permitiendo observar las variaciones a lo largo del día.
- Consumo total: Se calculó el consumo total de gas durante el periodo de análisis, proporcionando una visión global del gasto energético.
- Consumo promedio por hora: Se determinó el consumo promedio de gas por hora, lo que facilita la comparación con otros periodos o con estándares de la industria.
- Consumo en pausa: Se analizó el consumo de gas durante los periodos en que el equipo estuvo en pausa, identificando posibles fugas o ineficiencias en el sistema.

Para esto, se tabulo toda la información recopilada y se efectuaron conclusiones para disminuir el consumo de gas del sistema. Para ver la información de manera más detallada **Anexo 6. Análisis del consumo de gas caldera de despote.**

VIII. DISCUSIÓN

A. Seguimiento a solicitudes de mantenimiento

El análisis detallado de la ilustración 10 y 11 revela que las áreas de corrales, línea de beneficio y productos cárnicos concentran el mayor volumen de solicitudes, representando el 28%, 25% y 32% del total, respectivamente. El indicador de cumplimiento general alcanza un 85%, lo que indica una alta efectividad en la ejecución de las solicitudes. No obstante, el 15% restante de solicitudes pendientes se atribuye a la demora en la adquisición de repuestos necesarios para las reparaciones correspondientes.

B. Estrategias para Mejora Continua en la Gestión de Mantenimiento

la implementación de los análisis de causa raíz ha demostrado ser una estrategia exitosa para mejorar significativamente la eficiencia y confiabilidad de nuestros equipos. Gracias al esfuerzo del grupo de mantenimiento, hemos logrado identificar y eliminar las causas subyacentes de las fallas, lo que se ha traducido en una reducción de averías no programadas, una optimización de los procesos productivos, una disminución considerable de los costos asociados a reparaciones y la eliminación de reprocesos. Estos resultados no solo evidencian el valor de esta metodología para garantizar la continuidad operativa y maximizar la vida útil de nuestros activos, sino que también nos impulsan a seguir mejorando.

En este sentido, la consolidación de los indicadores de mantenimiento para el año 2024 nos ha proporcionado una visión clara del desempeño de nuestros equipos. Al analizar datos clave como el MTTR (tiempo medio de reparación), MTBF (tiempo medio entre fallas), disponibilidad y confiabilidad, hemos identificado áreas de oportunidad para optimizar nuestras estrategias de mantenimiento. Esta información será fundamental para tomar decisiones informadas y establecer metas claras que nos permitan mejorar aún más la eficiencia y la confiabilidad de nuestros activos en el futuro.

C. Taxonomía de equipos de la planta

El inventario realizado en las áreas operativas de la planta ha permitido obtener una visión precisa y actualizada del estado de los equipos y activos. La conciliación entre los registros físicos y los datos informáticos garantiza una gestión más eficiente del mantenimiento, facilita la toma de decisiones basadas en información real y contribuye a la optimización de los procesos productivos.

D. Guía de mantenimiento predictivo

La implementación de un programa de mantenimiento predictivo en Colbeef SAS marcará un antes y un después en la gestión de los activos de la empresa. La guía presentada proporciona una hoja de ruta clara para alcanzar una mayor eficiencia operativa, abarca una amplia gama de equipos críticos, propone la utilización de tecnologías avanzadas y la capacitación del personal para anticipar fallas y optimizar la operación de la planta. Con la implementación de este programa, se espera reducir significativamente los costos de mantenimiento, aumentar la disponibilidad de los equipos y mejorar la eficiencia general de la producción.

E. Diseño de planos y modelamiento 3D

Durante el mes de octubre, la producción se vio interrumpida por la falta de ganchos para vísceras rojas. Para solucionar este problema de raíz, se diseñaron nuevos ganchos en 3D, lo que permitirá una fabricación más rápida y estandarizada de las piezas. Esta mejora no solo reducirá las paradas de producción y los costos asociados, sino que también contribuirá a una mayor eficiencia en el proceso general.

Adicionalmente, la adquisición de una máquina marinadora representa un avance significativo en la búsqueda de la excelencia en la calidad y el sabor de nuestros productos cárnicos. Con las adecuaciones planeadas en el área de producción y la integración de este nuevo equipo, se espera optimizar aún más nuestros procesos. Los planos proporcionados a las empresas contratistas nos permitirán recibir propuestas competitivas para seleccionar la mejor opción y llevar a cabo las modificaciones necesarias de manera eficiente. Se espera que estas mejoras impulsen la satisfacción del cliente y fortalezcan nuestra posición en el mercado.

F. Informe consumo de amoniaco

El sistema de refrigeración principal, que abastece a múltiples áreas de refrigeración en la empresa, tales como, cavas # 1,2,3,4,8,9,10, vísceras blancas, cabezas, retenidos, oreo, intercambiador de glicol de desposte, muelles #1,2,3,4, consta de un tanque acumulador y dos recirculadores. Este sistema ha experimentado una disminución significativa en sus niveles de amoniaco. Esta situación se debe principalmente a fugas recurrentes causadas por el desgaste de válvulas y componentes, así como a las purgas regulares de aceite y gases no condensables.

Cuando el sistema opera a plena capacidad, los tanques de recirculación activan alarmas por bajo nivel de amoniaco. Esto se produce porque el tanque acumulador no cuenta con el volumen

suficiente para satisfacer la demanda de los equipos, lo que indica que se está consumiendo más amoniaco del que se repone a través del proceso de condensación.

El tanque acumulador tiene una capacidad total de 3.39 m³ (2043 kg), pero actualmente solo contiene el 50% de su capacidad. Para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema, se recomienda mantener el tanque al 75% de su capacidad de almacenamiento, con el fin de que el ciclo de refrigeración no se interrumpa. Es decir que el 25% de capacidad que se requiere es de 0.8475m³ = 511.89kg, lo cual corresponde a 8.82 cilindros de 58 kg de amoniaco.

G. Instructivo lavado de poleas

La elaboración de un instructivo estandarizado para el lavado de poleas y la limpieza y lubricación de grilletes, poleas y ganchos, representa un avance significativo en la optimización del proceso de beneficio en Colbeef S.A.S. Este documento, al detallar las tareas, los equipos, los materiales y las medidas de seguridad necesarias, no solo promueve la eficiencia y prolonga la vida útil de estos componentes esenciales, sino que también prioriza la seguridad de los operarios, minimizando los riesgos laborales. La socialización y correcta aplicación de este instructivo contribuirá a la mejora continua de las operaciones, garantizando la disponibilidad del equipo, la calidad del producto final y un entorno de trabajo más seguro para todos.

H. Programa de verificación y calibración de basculas

Este registro diario del comportamiento de las basculas frente al peso patrón facilita el análisis de datos, la identificación de posibles errores de medición y la implementación de acciones correctivas. Además, se deben proveer los recursos necesarios para realizar la verificación, como un espacio de trabajo adecuado y acceso a herramientas de calibración. La estandarización de este proceso, junto con el registro meticuloso de la información, permite un control efectivo del sistema de pesaje, contribuyendo a la eficiencia de la operación y al cumplimiento de los estándares de calidad.

I. Investigación consumo de gas en el área de desposte

En periodos improductivos, se debe poner en pausa el equipo si la inactividad es menor a 4 horas. Si el tiempo improductivo supera las 4 horas, se debe solicitar el apagado de la caldera de desposte para optimizar el consumo de gas.

Para evitar retrasos en el proceso, se debe solicitar el encendido de la caldera de desposte con 30 minutos de anticipación, tiempo estimado para la estabilización de la presión y temperatura.

Se recomienda mantener un flujo constante en el proceso de termo encogido para asegurar un consumo de gas uniforme y evitar pérdidas de vapor, optimizando así el consumo energético.

IX. CONCLUSIONES

La adopción de un sistema de mantenimiento proactivo en Colbeef S.A.S, basado en el análisis de causa raíz y el mantenimiento predictivo, ha marcado un hito en la gestión de activos y la optimización de procesos productivos. Esta estrategia ha demostrado ser altamente efectiva para prevenir fallas en los equipos, lo que se traduce en una mayor confiabilidad de los activos y una mejora significativa en la eficiencia operativa.

Uno de los logros más destacados de esta iniciativa ha sido la notable reducción de los costos de reparación, gracias a la identificación y eliminación de las causas subyacentes de las fallas. Esto, a su vez, ha permitido aumentar la disponibilidad de los equipos, lo que se traduce en un incremento en la producción y una mejora en la rentabilidad de la empresa.

El análisis de causa raíz se ha convertido en una práctica sistemática en Colbeef S.A.S, fomentando una cultura de mejora continua en toda la organización. Este enfoque permite aprender de los errores, implementar medidas correctivas y preventivas, y adaptarse a los cambios en el entorno productivo, asegurando una evolución constante en los procesos de mantenimiento.

La capacitación del personal en técnicas de mantenimiento predictivo y la utilización de tecnologías avanzadas han sido pilares fundamentales para el éxito de esta estrategia. La inversión en la formación de los empleados no solo ha mejorado su capacidad operativa, sino que también les ha brindado las herramientas necesarias para tomar decisiones informadas que beneficien el funcionamiento general de la planta.

La integración de indicadores clave de desempeño, como el tiempo medio entre fallas (MTBF) y el tiempo medio de reparación (MTTR), proporciona una visión clara del rendimiento operativo de los equipos. Esta información es esencial para realizar ajustes estratégicos en la gestión de activos y permite a la empresa anticiparse a posibles problemas, actuando de manera proactiva para evitar paradas no programadas.

Las mejoras implementadas en la gestión del mantenimiento han tenido un impacto positivo en la productividad general de Colbeef S.A.S. La reducción de paradas no programadas, junto con el aumento de la eficiencia operativa, son prueba del éxito del nuevo enfoque adoptado en la organización.

En resumen, al adoptar un sistema de mantenimiento proactivo, Colbeef S.A.S se posiciona para asegurar la sostenibilidad a largo plazo de sus operaciones. La optimización de recursos, la prolongación de la vida útil de los equipos y la mejora continua en la eficiencia operativa

contribuyen a un modelo de negocio más competitivo y resiliente, preparado para afrontar los desafíos del futuro en el sector.

REFERENCIAS

- [1] «Historia - Colbeef». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/historia/>
- [2] «Colbeef S.A.S - Nosotros». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/nosotros/>
- [3] «Servicios - Colbeef». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/servicios/>
- [4] «Talento humano Colbeef». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/familia-colbeef/>
- [5] «Filosofía Colbeef». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/filosofia/>
- [6] «Certificaciones - Colbeef». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/certificaciones/>
- [7] «Google Maps», Google Maps. Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en:
https://www.google.com/maps/place/Colbeef+S.A.S+antes+Frigor%C3%ADfico+R%C3%ADo+Fr%C3%ADo/@7.0537938,-73.1312792,752a,35y,180h/data=!3m1!1e3!4m7!3m6!1s0x8e683f272aabb431:0x9f8b7078dcacd37d!4b1!8m2!3d7.0541026!4d-73.1320248!16s%2Fg%2F11clyqjczp?hl=es&entry=tu&g_ep=EgoyMDI0MDgyMS4wI KXMDS0ASAFQAw%3D%3D
- [8] «Planta Colbeef - Bienestar animal». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://colbeef.com/planta/>
- [9] «Matriz de excelencia, una herramienta de gestión vigente». Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://inemec.com/matriz-de-excelencia/>
- [10] I. Team, «Guía del Mantenimiento Preventivo • Infraspak Blog», Infraspak Blog. Accedido: 27 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://blog.infraspak.com/es/mantenimiento-preventivo/>
- [11] «tecnicas-monitoreo-libre.pdf». Accedido: 28 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/56442087/tecnicas-monitoreo-libre.pdf?1524907318=&response-content->

disposition=inline%3B+filename%3DLas_Tecnicas_de_Monitoreo_de_Condicion_c.pdf
&Expires=1724854203&Signature=GaN-
A05NAIlg0QeJ8PTEquKqdTmN83Eed3V1WLa202QhtnaHYA19bybMpDJXbkormLan9
vIunqaVf78A4RojODLwKpksmdrJFY-pw-
0h1Q8yBV4KLMHvc1GXRM~2tLy2b859bX~p02EH0klErQ-
BC4XP9P81a61e9PyyGNyGcDVdxxdvsmbknD7x6C7sgsD-7li-
UzxvLEXukGVmrNqEZBTlgy7HeNEWYcgsoY~M9bj0wT0geSDt5s-
xxRkzNjnGomJ17EwHpnkKaIjPzSgDroFcaKHOObMZHCyGmJHyL~IYBMJ1IZHLM3
in4DCsg3FeWF3JjxgZqoeOVP8eRYMdmg__&Key-Pair-
Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

- [12] F. A. P. Rondón, «CONCEPTOS GENERALES EN LA GESTIÓN DEL MANTENIMIENTO INDUSTRIAL».
- [13] «323350494.pdf». Accedido: 28 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/323350494.pdf>
- [14] L. F. León Lecca, «Mantenimiento proactivo basado en el análisis y Monitoreo de aceite lubricante aplicado a la flota de Tractocamiones freightliner», ago. 2017, Accedido: 28 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14414/9492>
- [15] L. E. Bejarano Clavijo y A. C. Fernandez Bueno, «Modelo de optimización para el mantenimiento proactivo de los equipos para la producción de leche U.H.T de la cooperativa Colanta s.a. basado en RCM», 2015, Accedido: 28 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <http://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/7845>
- [16] A. J. J. N, «Mantenimiento LA: No Olvidemos lo Basico», Mantenimiento LA. Accedido: 31 de agosto de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://maintenancela.blogspot.com/2010/05/desde-la-implementacion-del-primer.html>
- [17] C. Pinzón, «TIPOS DE MANTENIMIENTO».
- [18] F. Tapia, «ISO 14224 español», ISO14224, ene. 2015, Accedido: 6 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.academia.edu/44518114/ISO_14224_espa%C3%B1ol
- [19] «Curso de Taxonomía (Jerarquía de Activos Físicos) - ISO 14224», Predictiva21. Accedido: 6 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://predictiva21.com/curso-taxonomia-iso-14224/>

[20] «Su guía de KPIs de mantenimiento - eMaint». Accedido: 6 de septiembre de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.emaint.com/es/works/cmms-kpi/>

APENDICES

APENDICE A. ANALISIS DE CAUSA RAIZ

R								
ITEM	FECHA	AREA	Proceso afectado	EQUIPO O SISTEMA	¿Paro la línea de producción?	TIEMPO (MIN)	DESCRIPCIÓN DE LA FALLA	CAUSA-RAIZ
1	3/12/2024	Linea	Línea de beneficio	Bomba de la sangre	Sí	20	se registra parada por novedad con las bombas de la sangre, ninguna de las dos esta succionando	Obstrucción del sistema de bombeo debido a acumulación de sebo en la misma, impidiendo el bombeo de sangre al carro recolector.
2	4/12/2024	Linea	Línea de beneficio	plataforma desuello de manos	Sí	10	se registra parada por falla mecánica en la plataforma desuello de manos	Pedal de accionamiento de la plataforma sin funcionamiento por ingreso de agua a sus componentes.
3	6/12/2024	Linea	Línea de beneficio	Transferencia	Sí	10	se registra parada falla en la transferencia 1	Controlador electrico de la transferencia apagado, debido a que el modulo de control electrico se encontraba dañado, impidiendo el intercambio de señales.
4	10/12/2024	Linea	Línea de beneficio	control manual lander de izado	Sí	10	se registra parada por falla en el control manual del Lander de izado	Corto en el sistema electrico del control manual por ingreso de agua al control.
5	11/12/2024	Linea	Línea de beneficio	Transferencia	Sí	24	se registra parada falla en la transferencia 1	
6	13/12/2024	Linea	Línea de beneficio	Desolladora	Sí	10	se registra parada por falla en la cadena de retrasmisión de la desolladora mecánica	Desacople de la cadena de transmisión por perdida de tensión de la misma por desgaste en los piñones de la transmisión
7	14/12/2024	Servicios compartidos	Línea de beneficio	Caldera	Sí	13	se registra tardanza de inicio, no se cuenta con vapor para iniciar proceso, a la hora se realiza el encendido de la caldera	tardanza en el inicio de proceso por falta de vapor en línea debido a que la caldera no presentaba la presión adecuada para calentar el agua ya que la persona encargada de mto no cumplio con lo tiempos de encendido estipulados.
8	14/12/2024	Linea	Línea de beneficio	control manual empujador	Sí	17	se registra parada por corto en el control manual del empujador	
9	16/12/2024	Linea	Línea de beneficio	control Despernacador	Sí	18	se registra parada por novedad del pedal del espernacador de la sierra canal	El cilindro despernacador se accionaba de forma lenta, debido a que el flujo de aire no era de forma correcta debido a particulas de suciedad en la electrovalvula.
10	16/12/2024	Linea	Línea de beneficio	Desolladora	Sí	16	se registra parada por falla en la cadena de la desolladora mecánica	
11	17/12/2024	Linea	Línea de beneficio	Desolladora	Sí	7	se registra parada nuevamente por novedad con la cadena de la desolladora (se encuentra	
12	26/12/2024	Linea	Línea de beneficio	box de noqueo	Sí	127	se registra parada por falla mecánica en el box, se salió una chumacera de la compuerta de descarga	Desplazamiento de la chumacera de la compuerta de descarga por fractura de sus elementos de union estructural debido a las codiciones de trabajo a las que es sometido el equipo.

RESUMEN RCA (DICIEMBRE)									
	MEDIDAS CORRECTIVAS				PLANES DE ACCIÓN				
	ACCIÓN DE MEJORA		PERIODO DE CONTROL		ACCIÓN DE MEJORA		PERIODO DE CONTROL		Estado
	RESPONSABLE	INICIO DE EJECUCIÓN	PERIODO DE CONTROL	ACCIÓN DE MEJORA	RESPONSABLE	INICIO DE EJECUCIÓN	PERIODO DE CONTROL		
a el	Limpieza de la tubería y retiro de sebo	Sergio Torra	3/12/2024	Diario	reacomodo de filtro de la batea de sangría	Sergio Torra	3/12/2024	Diario	Ejecutado
l	Cambio del peddal de accionamiento	Jairo Lopez	4/12/2024	Diario					Ejecutado
do, e de	Intercambio por modulo y tarjeta que se ajusta para evitar el tiempo de parada	Jairo López	6/12/2024	Diario	Cambio del modulo de control de señales por uno nuevo	Jhon Solano	6/12/2024	Diario	Ejecutado
por	Cambio del control manual por uno nuevo	Camilo Nieves	10/12/2024	Diario					Ejecutado
REVISAR RCA #3									Ejecutado
los	Ajuste de la tensión de la cadena de transmisión	Jairo López	13/12/2024	Diario	Fabricación de los piñones de transmisión en acero inoxidable	Angel Rios	13/12/2024	Diario	Ejecutado
por a la e la o	Llamado a la mejora a la persona responsable del encendido de la caldera	Angel Rios	14/12/2024	Diario	Socialización al personal la importancia de cumplir con los tiempos de encendido	Angel Rios	15/12/2024	Diario	Ejecutado
									Ejecutado
ma ma la	Limpieza de la electroválvula y ajuste de las mangueras de aire.	Jairo Lopez	16/12/2024	Diario					Ejecutado
REVISAR RCA #6									Ejecutado
REVISAR RCA #6									Ejecutado
erta e ?	Cambio de la chumacera por una nueva	Camilo Nieves	26/12/2024	Diario	Revisión detallada de todos los componentes del equipo y puesta a punto del sistema	Turno noche y mañana	26/12/2024	Diario	Ejecutado

APENDICE B. TAXONOMIA EQUIPOS COLBEEF

METODOLOGIA DE CODIFICACION DE ACT				
CODIGO MP-9	EQUIPO	MARCA	MODELO	CAPACIDAD
Insensibilizado				
LI-EXT-01	EXTRACTOR DE AIRE TRIFASICO	AIRMAX	50 GL	1.5 HP
LI-EXT-02	EXTRACTOR DE AIRE TRIFASICO	AIRMAX	50 GL	1.5 HP
LI-EXT-03	EXTRACTOR DE AIRE TRIFASICO	AIRMAX	50 GL	1.5 HP
LI-EXT-04	EXTRACTOR DE AIRE TRIFASICO	AIRMAX	50 GL	1.5 HP
EQUIPO MAPEADO	PLATAFORMA INSENSIBILIZADO	N/A	N/A	N/A
LI-NOQ-01	CAJON DE NOQUEO	BOX GS INGENIERIA	BNHK-GS-01	20 RESES X HORA
EQUIPO MAPEADO	TANQUE ACUMULADOR DE AIRE	OKS OTTO KLEIN GMBH	D-57223	11 BAR
LI-MUL-01	MULTIPLICADOR DE AIRE	BOSSTER	SMC	VBA43A-04
LI-MUL-02	MULTIPLICADOR DE AIRE	BOSSTER	SMC	VBA43A-05
LI-PIS-01	PISTOLA DE NOQUEO	JARVIS	USSS-1	160 -190 PSI
LI-PIS-02	PISTOLA DE NOQUEO	JARVIS	USSS-2A	161 -190 PSI
EQUIPO MAPEADO	PISTOLA DE NOQUEO	JARVIS	USSS-1	162 -190 PSI
LI-PIA-02	PISTOLA ATURDIDORA	ACCLES Y SHELVOKE	ESPECIAL	1 CARTUCHO
LI-PIA-03	PISTOLA ATURDIDORA	ACCLES Y SHELVOKE	ESPECIAL	1 CARTUCHO
EQUIPO MAPEADO	PISTOLA ATURDIDORA	ACCLES Y SHELVOKE	ESPECIAL	1 CARTUCHO
EQUIPO MAPEADO	BATEA DE IZADO	N/A	N/A	1 RES
Riel de linea				
EQUIPO MAPEADO	RIELERIA DE LINEA	N/A	N/A	404 METROS AC. INOX
FA-LBE-01	14 FRENOS AUTOMATICOS DE LINEA	N/A	N/A	N/A
EQUIPO MAPEADO	21 FRENOS MANUALES	N/A	N/A	N/A
EQUIPO MAPEADO	5 ACTUADORES NEUMATICOS	N/A	N/A	N/A
LI-TRA-01	MOTOREDUCTOR TRANSFERENCIA MECANICA 1	SEW-EURODRIVE	SATTDRS112	
PSB-TPC-12	TABLERO DE PONTENCIA Y CONTROL TRANSFERENICA 1	N/A		10 AMP; 440V
LI-TRA-02	MOTOREDUCTOR TRANSFERENCIA MECANICA 2	SEW-EURODRIVE	SATTDRS112	
PSB-TPC-14	TABLERO DE PONTENCIA Y CONTROL TRANSFERENICA 2	N/A		10 AMP; 440V
Zona sucia				
LI-EXT-05	EXTRACTOR DE AIRE TRIFASICO	AIRMAX	50 GL	1.5 HP
LI-EXT-06	EXTRACTOR DE AIRE TRIFASICO	AIRMAX	50 GL	1.5 HP
LI-IZA-01	MOTORREDUCTOR LANDER DE IZADO	SEW	FA87DRS160L	9.2KW
LI-IZA-02	MOTORREDUCTOR LANDER DE IZADO	SEW	FA87DRS160L	9.2KW
LI-DEC-02	DESCENSOR DE GRILLETES	N/A	N/A	1 GRILLETE
EQUIPO MAPEADO	15 GRILLETES			
LI-DEC-01	DESCENSOR DE CABEZAS	N/A	N/A	1 CABEZA
EQUIPO MAPEADO	BATEA DE SANGRE	N/A	N/A	N/A

IVOS : X#YYY-ZZZ-##					
SERIAL	CODIGO ACTIVO	CENTRO DE COSTO	TIPO DE ACTIVO	TIPO DE EQUIPO	CODIDO ZZZ
					B2-INS
N/A	8010-00198	307-3	EQUIPO	EXTRACTLR DE AIRE	B2INS-EXT-01
N/A	8010-00199	307-3	EQUIPO	EXTRACTLR DE AIRE	B2INS-EXT-02
N/A	8010-00200	307-3	EQUIPO	EXTRACTLR DE AIRE	B2INS-EXT-03
N/A	8010-00201	307-3	EQUIPO	EXTRACTLR DE AIRE	B2INS-EXT-04
N/A			INFRAESTRUCTURA	PLATAFORMA	B2INS-PLI-01
N/A	8010-00436		EQUIPO	EQUIPO	B2INS-CJN-01
615910			EQUIPO	TANQUE DE AIRE	B2INS-TAN-01
N/A			EQUIPO	MULTIPLICADOR DE AIRE	B2INS-MUL-01
N/A			EQUIPO	MULTIPLICADOR DE AIRE	B2INS-MUL-02
102424	8010-00064	307-3	EQUIPO	PISTOLA DE NOQUEO	B2INS-PIS-01
121004	8010-00309	307-3	EQUIPO	PISTOLA DE NOQUEO	B2INS-PIS-02
102420	8010-00803	307-3	EQUIPO	PISTOLA DE NOQUEO	B2INS-PIS-03
37883	8010-00296	307-3	EQUIPO	PISTOLA ATURDIDORA	B2INS-PIA-01
3218	8010-00457	307-3	EQUIPO	PISTOLA ATURDIDORA	B2INS-PIA-02
	8010-00850	307-3	EQUIPO	PISTOLA ATURDIDORA	B2INS-PIA-03
N/A			INFRAESTRUCTURA	BATEA DE IZADO	B2INS-BAT-01
					B2-RIE
N/A	6020-00009	307-3	INFRAESTRUCTURA	RIEL DE LINEA	B2RIE-01
N/A			EQUIPO	FRENOS ATOMATICOS	B2RIE-FRN-01
N/A			EQUIPO	FRENOS MANUALES	B2RIE-FRM-01
N/A			EQUIPO	ACTUADORES NEUMATICOS	B2RIE-ACT
			EQUIPO	MOTORREDUCTOR TRANSFERENCIA 1	B2RIE-TRA-01
N/A			EQUIPO	TABLERO DE PONTENCIA Y CONTROL TRA	B2RIE-TRA-TPC-01
			EQUIPO	MOTORREDUCTOR TRANSFERENCIA 2	B2RIE-TRA-02
N/A			EQUIPO	TABLERO DE PONTENCIA Y CONTROL TRA	B2RIE-TRA-TPC-02
					B2-ZNS
N/A	8010-00202	307-3	EQUIPO	EXTRACTLR DE AIRE	B2INS-EXT-01
N/A	8010-00203				
N/A	8020-00002	307-3	EQUIPO	MOTORREDUCTOR	B2ZNS-MTR-01
589293629605 - 000211	8010-00114	307-3	EQUIPO	MOTORREDUCTOR	B2ZNS-MTR-02
N/A			EQUIPO	DESCENSOR DE GRILLETES	B2ZNS-DEG-01
N/A			EQUIPO	GRILLETES	B2ZNS-GRI
N/A	8020-00004	307-3	EQUIPO	DESCENSOR DE CABEZAS	B2ZNS-DEC-01
N/A	8020-00003	307-3	INFRAESTRUCTURA	BATEA DE SANFRE	B2ZNS-BAT-01

APENDICE C. GUIA DE MANTENIMIENTO PREDICTIVO

1. Introducción

Esta guía tiene como objetivo establecer los pasos iniciales para desarrollar un programa de mantenimiento predictivo en Colbeef SAS, enfocado en optimizar la operación de los equipos, reducir costos y aumentar la disponibilidad de los activos. A través de la implementación de tecnologías avanzadas y la formación del personal, con el fin de anticipar fallas y maximizar la vida útil de los equipos.

2. Objetivo

Implementar una guía de mantenimiento predictivo basado en el análisis de datos obtenidos a través de diferentes técnicas y tecnologías, para optimizar la gestión de los activos y mejorar la eficiencia operativa de la planta, cumpliendo con las normas ISO 55000 y ISO 14224.

3. Alcance

El presente documento abarca la implementación del mantenimiento predictivo en los equipos de la planta, incluyendo motores eléctricos, bombas, compresores, equipos de refrigeración, sistemas de tuberías, tanques de almacenamiento, moto reductores, equipos neumáticos e hidráulicos.

4. Responsables

- Coordinador del proyecto – Coordinador de mantenimiento
- Equipo técnico de mantenimiento

Facilitadores

- Consultores externos
- Proveedores

5. Términos y Definiciones

Mantenimiento predictivo: Conjunto de actividades y técnicas utilizadas para determinar el estado de un equipo y predecir cuándo se producirá una falla.

Análisis de vibraciones: Técnica que utiliza la medición de las vibraciones para evaluar el estado de los equipos rotativos.

Termografía: Técnica que utiliza cámaras infrarrojas para detectar anomalías térmicas en equipos y componentes.

Megger: Equipo utilizado para medir la resistencia de aislamiento en equipos eléctricos.

KPI: Indicador clave de desempeño.

Beneficios del mantenimiento predictivo:

- **Reducción de costos:** Evita reparaciones costosas y tiempos de inactividad prolongados.
- **Mayor confiabilidad:** Aumenta la vida útil de los equipos y reduce las averías inesperadas.
- **Optimización de recursos:** Permite planificar el mantenimiento de manera eficiente.
- **Mejora de la seguridad:** Identifica potenciales riesgos antes de que se conviertan en problemas graves.

6. Metodología

6.1 Análisis Inicial y Selección de Equipos

- **Análisis de Necesidades y Riesgos:** Identificar los equipos críticos y sus posibles modos de fallo, priorizando aquellos que representen un mayor riesgo para la operación.
- **Investigación de Mercado:** Realizar un estudio de mercado que compare las características, precios, disponibilidad y soporte técnico de diferentes equipos de monitoreo.
- **Integración con el Sistema de Gestión:** Evaluar la compatibilidad e integración de los equipos de monitoreo con el sistema de gestión de mantenimiento existente (CMMS u otro).
- **Selección Final:** Seleccionar los equipos de monitoreo basándose en las necesidades identificadas, el presupuesto disponible, los resultados de la evaluación técnica y la compatibilidad con el sistema de gestión.

6.2 Capacitación del Personal

- **Capacitación Técnica:** Brindar al personal técnico la capacitación necesaria para la correcta operación de los equipos de monitoreo, incluyendo la instalación, configuración, recolección de datos y análisis básico.
- **Capacitación en Normas:** Capacitar al personal en las normas ISO 55000 (Gestión de Activos) e ISO 14224 (Recolección y análisis de datos de máquinas) para asegurar la correcta aplicación de las mejores prácticas.

6.3 Desarrollo de procedimientos

- **Plan de muestreo:** Establecer un plan de muestreo detallado para cada equipo, indicando los puntos de medición, la frecuencia de muestreo y los parámetros a medir.
- **Análisis de datos:** Desarrollar procedimientos para el análisis de los datos obtenidos, incluyendo la identificación de tendencias y la generación de alertas.
- **Reportes:** Establecer un formato para la generación de reportes de condición de los equipos.

6.4 Implementación del Sistema

- **Instalación de equipos:** Instalar los equipos de monitoreo en los puntos de medición definidos.
- **Configuración del software:** Configurar el software de análisis de datos para procesar y visualizar los datos.

6.5 Seguimiento y Mejora Continua

- **Revisión periódica:** Realizar revisiones periódicas del plan de mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo de la planta.
- **Análisis de los resultados:** Analizar los resultados obtenidos y ajustar el plan en función de los resultados.

7. Desarrollo

7.1 Análisis inicial y selección de equipos

En primera instancia, para la implementación de esta guía de mantenimiento predictivo se requiere una sólida base de datos. Por ello, se inició con la realización de un inventario y clasificación de todos los activos. Esta etapa inicial, esencial para cualquier programa de mantenimiento, nos ha proporcionado una visión clara de los equipos con los que se cuenta en la planta para la implementación de técnicas de monitoreo y diagnóstico. Para esto, junto con el equipo de mantenimiento se realizó un inventario de equipos de la planta de beneficio, para actualizar toda esta información en el software de mantenimiento MP9. Esta información se puede consultar en el google drive del auxiliar de mantenimiento y planeador táctico, en la carpeta Taxonomía.

En consecuencia, dada a la exigencia al que son sometidos los equipos en la planta, es imprescindible realizar un análisis para identificar y seleccionar aquellos activos críticos que requieren mayor atención en cuanto a mantenimiento, con el objetivo de minimizar tiempos de parada y garantizar la calidad del producto final. Es por esto que a continuación se enuncian los equipos con mayor reincidencia en fallas según el historial de tiempos improductivos durante el año con sus fallas más comunes.

- **Cajón de noqueo:** Desgaste de componentes mecánicos, soldaduras, funcionamiento de las compuertas, pérdida de fuerza del empujador.
- **Cuchillos neumáticos:** Desgaste de las cuchillas, variaciones de presión y RPM, desgaste de rodamientos, recalentamiento del cuchillo.
- **Desolladora de pieles:** Pérdida de fuerza del motor hidráulico y desajuste de la transmisión.
- **Motor transferencia:** Componentes eléctricos en corto y fluctuaciones de voltaje.

De igual forma, se enuncian a continuación equipos del sistema de refrigeración que, aunque presentan sus mantenimientos al día, son de vital importancia para la compañía, donde por medio

de la metodología de mantenimiento predictivo podemos monitorear estos equipos para detectar posibles fallas enunciadas.

- Compresores Vilter, bombas de amoníaco y tanques del sistema de refrigeración: Vibración excesiva, ruidos anormales, fugas de aceite, sobrecalentamiento, consumo de energía.

Por último, es importante tener en cuenta equipos como motores y bombas para los diferentes sistemas de la planta, tales como motores reductores para plataformas móviles, motores para máquina de cabezas, máquinas centrífugas de patas, pandos y orejas. De igual bombas centrífugas como la de fin de línea, bombas de la zona de PTAR, PTAP Y captación.

- Motores y bombas: vibraciones excesivas, recalentamiento, desalineamiento, desgaste de componentes, desbalance, fugas y cavitación.

En segunda instancia, se ha llevado a cabo un estudio detallado del mercado para identificar las tecnologías y equipos más avanzados para la detección temprana de fallas. Los resultados de esta investigación se presentan a continuación, clasificados por tipo de equipo.

- Equipos rotativos: Motores eléctricos, bombas, extractores de aire. Los analizadores de vibraciones y termografía son ideales para estos equipos.
- Sistemas estáticos: Tanques, tuberías. La termografía y los ultrasonidos son útiles para detectar fugas o corrosión.
- Equipos eléctricos: Transformadores, cables. Los meggers y los analizadores de aislamiento son esenciales.
- Equipos neumáticos e hidráulicos: Compresores, válvulas. Los analizadores de aceite y los ultrasonidos pueden detectar problemas en estos sistemas.

Basándonos en los equipos con los que disponemos en la planta, como motores, bombas, tuberías y equipos neumáticos, se recomienda la siguiente combinación de equipos para comenzar a predecir fallas:

- **Analizador de vibraciones:** Esencial para monitorear el estado de los motores, bombas y otros equipos rotativos.
- **Cámara termográfica:** Ideal para detectar sobrecalentamientos en motores, cajas de conexiones, rodamientos y fugas en sistemas de vapor.
- **Megger:** Indispensable para evaluar la condición de aislamiento en motores, transformadores y cables.
- **ultrasonido:** Útil para detectar fugas en sistemas neumáticos e hidráulicos, así como descargas parciales en equipos eléctricos.

Una vez identificados los equipos y técnicas necesarias para el mantenimiento predictivo, es fundamental evaluar la viabilidad económica de adquirirlos o contratar un servicio especializado. Para facilitar esta decisión, se presenta un comparativo de equipos y proveedores, considerando aspectos como costo, rendimiento y características técnicas. Selección de equipos de monitoreo:

Equipo	Función	Marcas y Modelos
Analizador de vibraciones	Medir vibraciones en equipos rotativos	Fluke 810, SKF CMXA 7, Extech 407860
Cámara termográfica	Detectar anomalías térmicas	Fluke TiS75, Flir E5, Testo 875-2i, UNI-T UTi260B
Megger	Medir resistencia de aislamiento	Megger MIT410, Fluke 1587, Extech 380260
Ultrasonido	Detectar descargas parciales, fugas, etc.	UE Systems Ultraprobe 300, Prüftechnik Pruftechnik, Triplett Utg300

En consecuencia, validando las características, funciones, precios y aterrizando cada uno de los equipos descritos en la tabla anterior a la metodología de mantenimiento que se maneja en la empresa, presentamos los siguientes equipos, los cuales pueden ser adquiridos por la compañía para diagnosticar fallas en los activos de la empresa:

Analizador de vibraciones Extech 407860



Descripción

Instrumento portátil diseñado para medir y analizar vibraciones en equipos rotativos. Permite detectar desbalances, desalineaciones, holguras y otras condiciones que pueden indicar fallas inminentes.

aplicaciones

Detección temprana de fallas en rodamientos, motores, bombas y otros equipos rotativos. Evaluación del estado de salud de máquinas críticas.

Características específicas

El medidor de vibración para aplicaciones severas 407860 tiene un rango de velocidad de 7,87 pulg. o 200 mm/s; un rango de aceleración de 656 pies/s o 200 m/s y un rango de desplazamiento de 0,078 pulg. o 2 mm. Cuenta con una precisión básica del 5 %, un sensor de vibración remoto (magnético o montado en poste) con un cable de 39 pulg. (1 m), RMS, modos de medición de valor pico y almacenamiento automático/manual con recuperación de hasta 500 lecturas. Las lecturas capturadas se pueden descargar en su PC para su posterior análisis utilizando el software de registro de datos compatible con Windows opcional. El medidor viene completo con sensor remoto, montaje magnético, batería de 9 V, funda con soporte y estuche.

Funcionamiento

Revisar manual del fabricante adjuntado a la guía, el cual presenta de forma de tallada el funcionamiento, rangos de medición y especificaciones técnicas del equipo.

Cámara Termográfica UNI-T UTi260B



Descripción

Cámara infrarroja utilizada para visualizar patrones de temperatura y detectar componentes sobrecalentados. Permite identificar problemas eléctricos, mecánicos y estructurales antes de que se conviertan en fallas mayores.

aplicaciones

Detección de puntos calientes en motores eléctricos, paneles eléctricos, tuberías, aislamiento térmico. Identificación de fugas de vapor y aire comprimido.

Características específicas

Esta cámara termográfica tiene un amplio rango de temperaturas: de $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $550\text{ }^{\circ}\text{C}$. Tiene una resolución IR más alta: 256×192 píxeles que otros modelos, e incluye 7 paletas de colores y cuatro modos de visualización: térmico, imagen visual, fusión e imagen en imagen.

Funcionamiento

Revisar manual del fabricante adjuntado a la guía, el cual presenta de forma de tallada el funcionamiento, rangos de medición y especificaciones técnicas del equipo.

Megger Exttech 380260



Descripción

Megger digital portátil utilizado para medir la resistencia de aislamiento en equipos eléctricos. Permite evaluar la condición de aislamientos en motores, transformadores, cables y otros equipos.

aplicaciones

Evaluación del estado de aislamiento de equipos eléctricos. Detección de humedad y contaminación en aislamientos. Prevención de fallas eléctricas.

Características específicas

Este mega óhmetro de rango automático mide una resistencia de aislamiento de hasta $2000\text{ M}\Omega$. Selección de voltajes de prueba de 250, 500 o 1000 VCC . La gran pantalla doble retroiluminada indica la salida de voltaje de prueba y la resistencia del aislamiento. Funciones de medición de baja resistencia, continuidad y voltaje CA/CC. Otras características incluyen descarga automática al final de la prueba, funda protectora con soporte, función de bloqueo de alimentación y retención de datos. Incluye cables de prueba, estuche de transporte y 6 baterías AA.

Funcionamiento

Revisar manual del fabricante adjuntado a la guía, el cual presenta de forma de tallada el funcionamiento, rangos de medición y especificaciones técnicas del equipo.

Ultrasonido Triplet Utg300



Descripción

Detector de ultrasonidos portátil utilizado para detectar fugas de aire comprimido, vapor, gases y otros fluidos. Permite localizar fugas de manera rápida y precisa.

aplicaciones

Detección de fugas en sistemas neumáticos, hidráulicos, tuberías y equipos de proceso.

Características específicas

El Triplet UTG300 es un versátil medidor de espesor ultrasónico diseñado para evaluar el grosor de una amplia gama de materiales. Con un rango de medición de 0.04 a 11.81 pulgadas (1 a 300 mm), este dispositivo encuentra aplicación en diversos sectores industriales, desde la petroquímica y metalurgia hasta la construcción y aeronáutica. Sus características destacadas incluyen una pantalla de fácil lectura, alertas configurables para valores límite, una batería de larga duración y un diseño compacto y ligero, lo que lo convierte en una herramienta esencial para inspecciones y control de calidad en el campo.

Funcionamiento

Revisar manual del fabricante adjuntado a la guía, el cual presenta de forma de tallada el funcionamiento, rangos de medición y especificaciones técnicas del equipo.

7.2 Capacitación al personal

Con el objetivo de mejorar la eficiencia y la rentabilidad de nuestra operación, hemos diseñado una estructura de capacitación que permitirá al personal dominar las normas ISO 14224 e ISO 55000, y aplicar técnicas de mantenimiento predictivo para anticipar y prevenir fallos en los equipos.

Estructura del programa de capacitación:

Introducción a la gestión de activos y el mantenimiento (ISO 55000)

- Conceptos básicos de la gestión de activos.
- Ciclo de vida de los activos.
- Beneficios de un sistema de gestión de activos según ISO 55000.
- Requisitos de la norma ISO 55001.

Recopilación y análisis de datos de mantenimiento (ISO 14224)

- Importancia de la recolección de datos para el mantenimiento.
- Taxonomía de equipos y fallos según ISO 14224.
- Tipos de datos de mantenimiento y cómo recopilarlos.
- Introducción al análisis de datos para la toma de decisiones.

Técnicas de mantenimiento predictivo

- Análisis de vibraciones: Principios básicos, tipos de vibraciones, interpretación de espectros, herramientas y software.
- Termografía: Fundamentos de la termografía infrarroja, aplicaciones en mantenimiento, interpretación de imágenes térmicas, equipos y software.
- Megger de equipos eléctricos: Principios de funcionamiento del Megger, tipos de pruebas de aislamiento, interpretación de resultados, seguridad.
- Ultrasonido: Detección de fugas, inspección de rodamientos, aplicaciones en mantenimiento, interpretación de señales, equipos.

Implementación de un programa de mantenimiento predictivo

- Planificación e implementación de un programa.
- Selección de las técnicas adecuadas.
- Integración con el sistema de gestión de mantenimiento existente.
- Análisis de casos prácticos.

7.3 Desarrollo de procedimientos

Plan de muestreo

Un plan de muestreo bien estructurado es fundamental para garantizar que los datos recopilados sean representativos y útiles para el análisis. A continuación, se detallan los pasos clave para crear un plan de muestreo:

Paso 1: Identificación de los Equipos Críticos

- **Priorización:** Identificar los equipos que tienen un mayor impacto en la producción y aquellos que cuentan con un historial de fallas.
- **Clasificación:** Clasificar los equipos según su tipo (motores, bombas, etc.) y características (velocidad, carga).

Paso 2: Definición de los Puntos de Medición

- **Ubicaciones estratégicas:** Seleccionar los puntos donde las vibraciones son más propensas a indicar un problema (rodamientos, acoplamientos, carcasas).
- **Orientación de los sensores:** Definir la orientación de los sensores (axial, radial, vertical) de acuerdo con el tipo de maquinaria.
- **Accesibilidad:** Asegurarse de que los puntos de medición sean accesibles para la toma de datos.

Paso 3: Selección de los Parámetros a Medir

- **Vibración:** Velocidad, aceleración o desplazamiento.
- **Frecuencia:** Frecuencia fundamental y armónicos.
- **Fase:** Para comparar vibraciones en diferentes puntos.
- **Temperatura:** Para detectar sobrecalentamientos y alistamientos térmicos.

Paso 4: Frecuencia de Muestreo

- Equipos críticos: Muestreo más frecuente (semanal, diario).
- Equipos menos críticos: Muestreo menos frecuente (mensual, trimestral).
- Eventos especiales: Aumentar la frecuencia de muestreo antes, durante y después de eventos como arranques, paradas o cambios de carga.

Paso 5: Condiciones de Operación

- Carga: Medir las vibraciones bajo diferentes cargas para establecer una línea base.
- Velocidad: Registrar la velocidad de operación del equipo.
- Temperatura: Registrar la temperatura ambiente y la temperatura de los equipos.

Paso 6: Equipo de Medición

- Calibración: Asegurarse de que los equipos de medición estén calibrados correctamente.
- Sensibilidad: Seleccionar sensores con la sensibilidad adecuada para cada tipo de medición.

Paso 7: Procedimiento de Recolección de Datos

- Establecer un procedimiento estándar: Definir los pasos a seguir para tomar las mediciones, incluyendo la preparación del equipo, la colocación de los sensores y la adquisición de los datos.
- Capacitación del personal: Asegurarse de que el personal esté capacitado para seguir el procedimiento de manera correcta.
- Análisis de datos: Desarrollar procedimientos para el análisis de los datos obtenidos.

Reportes: Establecer un formato para la generación de reportes de condición de los equipos.

APENDICE D. INFORME CONSUMO DE AMONIACO

1. Objetivo

Justificar la necesidad de adquirir cilindros adicionales de amoniaco para optimizar el funcionamiento de los compresores y garantizar un rendimiento óptimo del sistema de refrigeración.

2. Muestra

Consumo de amónico para equipos de refrigeración desde el 2012 al 2024

3. Evidencias

Historial consumo de amoníaco			
Fecha	kg de amoniaco	Número de pipetas	Tipo de movimientos
Medida inicial			
17/12/2012	3500	60	Entrada de amoníaco al almacén
Cargue del sistema			
21/12/2012	3152	54	Cargadas al sistema de refrigeración
Movimientos 2013			
Sin movimientos			
Movimientos 2014			
Sin movimientos			
Movimientos 2015			
19/03/2015	348	6	Cargadas al sistema de refrigeración
23/04/2015	348	6	Entrada de amoníaco al almacén
27/06/2015	348	6	Cargadas al sistema de refrigeración
6/07/2015	116	2	Entrada de amoníaco al almacén
10/07/2015	174	3	Entrada de amoníaco al almacén
25/09/2015	58	1	Entrada de amoníaco al almacén
Movimientos 2016			
Sin movimientos			
Movimientos 2017			
Sin movimientos			
movimientos 2018			
13/03/2018	174	3	Cargadas al sistema de refrigeración
14/03/2018	350	6	Entrada de amoníaco al almacén
28/03/2018	350	6	Cargadas al sistema de refrigeración
19/05/2018	210	4	Entrada de amoníaco al almacén
7/06/2018	210	4	Cargadas al sistema de refrigeración
17/12/2018	396	7	Entrada de amoníaco al almacén
17/12/2018	396	7	Cargadas al sistema de refrigeración
movimientos 2019			
21/03/2019	200	3	Entrada de amoníaco al almacén
3/04/2019	200	3	Cargadas al sistema de refrigeración

6/11/2019	200	3	Entrada de amoníaco al almacén
15/11/2019	200	3	Cargadas al sistema de refrigeración
movimientos 2020			
11/11/2020	300	5	Entrada de amoníaco al almacén
27/11/2020	300	5	Cargadas al sistema de refrigeración
movimientos 2021			
22/07/2021	300	5	Entrada de amoníaco al almacén
9/08/2021	300	5	Cargadas al sistema de refrigeración
30/11/2021	226	4	Entrada de amoníaco al almacén
30/12/2021	400	7	Cargadas al sistema de refrigeración
movimientos 2022			
18/03/2022	1410	24	Entrada de amoníaco al almacén
22/03/2022	1410	24	Cargadas al sistema de refrigeración
6/04/2022	170	3	Entrada de amoníaco al almacén
30/04/2022	170	3	Cargadas al sistema de refrigeración
9/05/2022	200	3	Entrada de amoníaco al almacén
26/05/2022	84	1	Cargadas al sistema de refrigeración
31/08/2022	58	1	Cargadas al sistema de refrigeración
movimientos 2023			
Sin movimientos			
movimientos 2024			
27/05/2024	58	1	Cargadas al sistema de refrigeración
15/10/2024	120	2	Entrada de amoníaco al almacén
16/10/2024	120	2	Cargadas al sistema de refrigeración



Nivel de tanque acumulador de amoníaco #1



Nivel de tanque acumulador de amoníaco #2

4. Análisis

- En la tabla 1 se evidencia el consumo de amoníaco para los sistemas de refrigeración de la planta donde Inicialmente, en el año 2012, con la puesta en marcha del primer sistema, se cargaron 54 pipetas de amoniaco. Luego, en un periodo de 10 años, entre los años 2012 -2022, se cargaron 55 pipetas de amoniaco para regular el sistema de amoniaco. Es decir, un promedio de 5.5 pipetas anuales en el sistema.

En el año 2022, con la llegada del segundo sistema de refrigeración con amoniaco las cavas 5, 6a, 6b y 7, Se cargaron 24 pipetas. Luego, en un periodo entre los años 2022-2024, se han cargado 8 pipetas para los dos sistemas. Es decir, un promedio anual de 4 pipetas entre los 2 sistemas, equivalentes a 2 pipetas por cada sistema durante el año.

El análisis de los datos revela que, a pesar del incremento en la capacidad de refrigeración con la adición del nuevo sistema, el consumo total de amoniaco se ha mantenido gracias a las mejoras en el mantenimiento de las condensadoras y otros componentes del sistema, pero la importancia de mantener los niveles adecuados de refrigerante radica en la capacidad de las condensadoras para realizar un intercambio de calor eficiente. Un nivel bajo de refrigerante puede sobrecargar el sistema y disminuir su vida útil.

- Las imágenes 1 y 2 demuestran el nivel de amoníaco en el tanque acumulador en los dos sistemas con los que cuenta la planta con dicho componente, evidenciando que el nivel actual del gas a una capacidad de almacenamiento en cavas del 73% se encuentra en la primera mirilla, la cual se marca de color negro a diferencia de las otras. Debido a esto, debemos garantizar para un funcionamiento del sistema de refrigeración a un 100% de almacenamiento de producto en cavas, que este nivel se encuentre marcando la segunda mirilla de color negro y parte de la tercera, con el fin de garantizar el funcionamiento óptimo de todo el sistema, que no se presenten pérdidas considerables del gas y que los equipos no sufran desgaste por trabajos en condiciones forzadas.

5. Conclusiones y recomendaciones

El sistema de refrigeración principal, que abastece a múltiples áreas de refrigeración en la empresa, tales como, cavas # 1,2,3,4,8,9,10, vísceras blancas, cabezas, retenidos, oreo, intercambiador de glicol de desposte, muelles #1,2,3,4, consta de un tanque acumulador y dos recirculadores. Este sistema ha experimentado una disminución significativa en sus niveles de amoniaco. Esta situación se debe principalmente a fugas recurrentes causadas por el desgaste de válvulas y componentes, así como a las purgas regulares de aceite y gases no condensables.

Cuando el sistema opera a plena capacidad, los tanques de recirculación activan alarmas por bajo nivel de amoniaco. Esto se produce porque el tanque acumulador no cuenta con el volumen suficiente para satisfacer la demanda de los equipos, lo que indica que se está consumiendo más amoniaco del que se repone a través del proceso de condensación.

El tanque acumulador tiene una capacidad total de 3.39 m³ (2043 kg), pero actualmente solo contiene el 50% de su capacidad. Para garantizar un funcionamiento óptimo del sistema, se recomienda mantener el tanque al 75% de su capacidad de almacenamiento, con el fin de que el ciclo de refrigeración no se interrumpa. Es decir que el 25% de capacidad que se requiere es de 0.8475m³ = 511.89kg, lo cual corresponde a 8.82 cilindros de 58 kg de amoniaco.

APENDICE E. INSTRUCTIVO LAVADO DE POLEAS

1. OBJETIVO

Definir actividades necesarias para la limpieza y lubricación de grilletes, poleas y ganchos utilizados en el proceso de beneficio de la planta Colbeef S.A.S., garantizando la disponibilidad y tiempo de vida útil de los mismos, así como la integridad física de los colaboradores.

2. ALCANCE

El alcance inicia desde la descripción de las tareas a realizar, los equipos y materiales necesarios para ejecutar la actividad, las medidas de seguridad y finaliza con el diligenciamiento de los formatos establecidos.

3. RESPONSABLES:

- Director de operaciones
- Coordinador de línea de beneficio
- Auxiliar operativo
- Analista de producción

Facilitadores:

- Gestor SST
- Coordinador de calidad.

4. CONDICIONES GENERALES:

- Se debe garantizar la limpieza y disponibilidad de las poleas antes del inicio de proceso de beneficio, se debe tener en cuenta la hora de encendido de la caldera (45 minutos de anticipación); de ser necesario encender la caldera con mayor anticipación, se debe informar previamente al jefe inmediato para coordinar el encendido con el área de mantenimiento.
- Realizar todas las actividades indicadas en este documento.
- Seguir las instrucciones del jefe inmediato.
- Informar las novedades presentadas durante la jornada laboral al jefe inmediato.
- El personal encargado de las actividades contenidas en este documento debe utilizar adecuadamente sus elementos de protección personal y dotación asignada.

5. TÉRMINOS Y DEFINICIONES:

Grillete: Elemento mecánico rodante que se traslada por medio de una viga o riel, utilizado para izar los animales a la línea y comenzar su proceso de beneficio. Consta de su estructura metálica, una polea, una cadena y un gancho de anclaje para carga pesada.

Polea: Elemento mecánico rodante que se traslada por medio de una viga o riel, utilizado para trasladar los animales por todas las estaciones del proceso de beneficio. Consta de su estructura metálica, una polea y un gancho.

Gancho: Elemento mecánico rodante que se traslada por medio de una viga o riel, utilizado para trasladar cabezas. Consta de su estructura metálica, una polea y un gancho.

Elemento de Protección Personal (EPP): Es cualquier equipo, pieza o dispositivo diseñado para proteger al cuerpo de un trabajador de los riesgos presentes en su entorno laboral. Estos riesgos pueden ser físicos (como ruidos fuertes, temperaturas extremas o radiación), químicos (sustancias tóxicas), biológicos (virus, bacterias) o mecánicos (objetos punzantes, partes móviles).

Lander: Es un equipo de elevación mecánico que utiliza un motor eléctrico para generar la fuerza necesaria para elevar o descender cargas pesadas a través de un sistema de poleas y cables. Este sistema multiplica la fuerza aplicada, permitiendo levantar objetos mucho más pesados de lo que sería posible manualmente.

6. DESARROLLO O DESCRIPCIÓN DE PROCESO:

No	ACTIVIDAD	RESPONSABLE	DESCRIPCIÓN
1	Ingresar al área de trabajo (Cuarto de poleas)	Auxiliar operativo	Al ingresar al área, proceda a encender la iluminación y el extractor de aire. Verifique el correcto funcionamiento de ambos equipos. En caso de detectar alguna falla o anomalía, notifique al jefe inmediato para que coordine las acciones necesarias con el área de mantenimiento.
2	Usar dotación y EPP	Auxiliar operativo	Para ejecutar las labores en esta área, es obligatorio el uso adecuado de EPP: Peto, chaqueta y pantalón anti fluidos, botas de caucho, guantes de nitrilo manga larga y de vaqueta, gafas de seguridad, casco, protección auditiva y tapabocas. En caso de deterioro de estos, notificar al jefe inmediato y responsables de SST.
3	Limpiar el área	Auxiliar operativo	Para garantizar su seguridad y un óptimo desempeño, limpie el área de trabajo con agua, removiendo residuos de aceite, sangre o sebo. Asegúrese de que los desagües funcionen correctamente y no obstruyan el flujo de líquidos. En caso de identificar algún problema con los desagües, informe oportunamente al jefe inmediato la novedad.
4	Lavar grilletes, poleas y ganchos	Auxiliar operativo	Cargar 15 grilletes en el carro de limpieza. Cargar un máximo de 200 poleas al carro de limpieza. Recibir las canastas con los ganchos y ubicarlos en el carro de limpieza.

			<p>Posteriormente, se toma la manguera de vapor con un agarre firme y se abre la válvula que controla el flujo de vapor. Aplicar el vapor de manera directa y uniforme a cada conjunto de elementos, asegurándose de cubrir todas las superficies para eliminar cualquier residuo. Una vez termine el lavado, cierre la válvula que controla el flujo de vapor.</p> <p>Nota: La limpieza de los grilletes debe efectuarse los lunes y jueves. El lavado de poleas y ganchos todos los días de proceso.</p>
5	Verificar estado aceite	Auxiliar operativo	<p>Verificar que el aceite se encuentre en buenas condiciones (limpio y sin partículas de agua). De lo contrario, se debe efectuar el cambio de los 18 litros de aceite cada 15 días aproximadamente. Para lo cual se debe notificar al jefe inmediato para que este haga la gestión de aprovisionamiento con el almacén de beneficio, así como la disposición del aceite usado.</p>
6	Lubricar grilletes y poleas	Auxiliar operativo	<p>Se debe abrir la llave que suministra vapor a la tina de aceite y esperar a que se caliente a una temperatura de 80°C aproximadamente. Mientras el aceite calienta, se deben ubicar 15 grilletes y el número de poleas que quepan en el Lander para ingresarlos a la tina de aceite (PREMIUM LUB). Para esto se debe quitar el seguro del Lander y accionar el botón de subir, ubicado en el mando de control del equipo, así mismo, dirigir el Lander hacia la tina y descenderlo hasta el tope permitido por el equipo, sumergiendo los grilletes y poleas por un lapso no mayor a 5 segundos.</p> <p>Seguidamente, se deben escurrir entre 5 a 10 minutos, retornar el Lander a su posición inicial y engancharlo a su seguro para así cargar los grilletes y poleas en los carros de limpieza y ubicarlo en su espacio establecido.</p> <p>Una vez finalizado el proceso se debe cerrar la válvula de</p>

			<p>suministro de vapor a la tina.</p> <p>En caso de cualquier falla o anomalía del Lander, se debe oprimir la parada de emergencia, ubicada en el mando de control del equipo y notificar al supervisor inmediato junto al equipo de mantenimiento.</p> <p>Nota: La lubricación de los grilletes y poleas debe realizarse posterior a la limpieza.</p>
7	Inspeccionar grilletes, poleas y ganchos.	Auxiliar operativo	<p>Durante el proceso de lavado de grilletes, poleas y ganchos, se deben inspeccionar cada uno de los componentes de estos, detallando si presentan fisuras, desajustes, rodamientos o ejes frenados entre otros, los cuales puedan dificultar el correcto funcionamiento de estos.</p> <p>Una vez, detectado alguna anomalía en sus componentes, se deben apartar, identificar los dañados y notificar al jefe inmediato y al área de mantenimiento para gestionar su reparación. Así mismo, se debe reportar por el grupo de poleas vía WhatsApp.</p>
8	Reportar inventario de poleas.	Auxiliar operativo	<p>Una vez se haya realizado el proceso de limpieza, se debe diligenciar el Formato entrega a conformidad poleas "SIG-PD-005" para indicar la cantidad de grilletes, poleas y ganchos que se recibieron, limpiaron, lubricaron y entregaron al proceso de beneficio del día.</p>

6. EQUIPOS



ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	
PESO aprox.	4 KG
DIMENSIONES	120mm X 100mm X { L X P X A }
MATERIAL	ACERO INOXIDABLE AISI 304

Descripción general

Grillete fabricado en acero inoxidable AISI 304 . Sirve para izar el animal después de salir de la trampa de aturdimiento e incorporarlo a la línea de proceso , cadena eslabonada en acero inoxidable AISI 304 con gancho

Grilletes de izado



poleas de beneficio



Ganchos de víscera.

APENDICE F. ANALISIS DEL CONSUMO DE GAS DE CALDERA DE DESPOSTE

6. Objetivo

Analizar el consumo de gas de la caldera de desposte para el proceso de termo encogido, identificando patrones, factores influyentes y oportunidades de mejora para reducir su consumo y contribuir a la eficiencia energética.

7. Muestra

Para analizar el consumo de gas del sistema de termo encogido en el área de desposte, se registraron las lecturas horarias durante el periodo de operación de la caldera el día 20/01/2025, desde las 7:33 hasta las 16:33.

8. Metodología

- **Seguimiento del consumo horario:** Se registró el consumo de gas cada hora durante el periodo de operación de la caldera, permitiendo observar las variaciones a lo largo del día.
- **Consumo total:** Se calculó el consumo total de gas durante el periodo de análisis, proporcionando una visión global del gasto energético.
- **Consumo promedio por hora:** Se determinó el consumo promedio de gas por hora, lo que facilita la comparación con otros periodos o con estándares de la industria.
- **Consumo en pausa:** Se analizó el consumo de gas durante los periodos en que el equipo estuvo en pausa, identificando posibles fugas o ineficiencias en el sistema.

9. Registro fotográfico



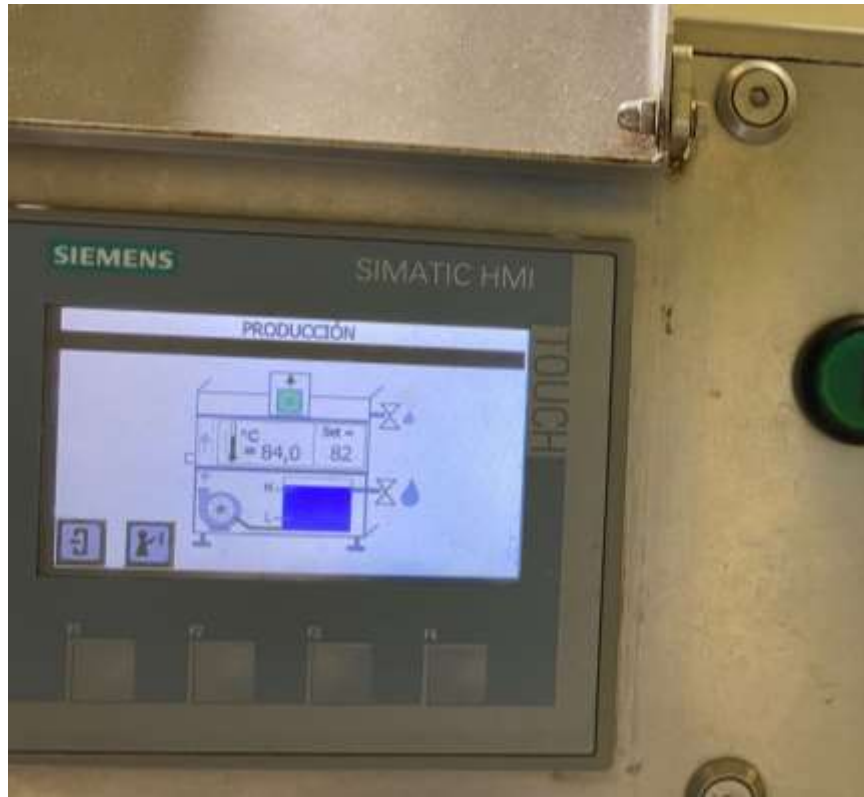
Equipo termo encogido Cryovac



Lectura medidor hora 7:33



Lectura medidor hora 16:33



10. Evidencias

El primer paso para realizar fue tomar las lecturas del gas en intervalos de una hora de diferencia, con el fin de registrar el consumo de gas de la caldera de desposte entre las 7:33 y las 16:33.

De igual forma, se realizó una prueba durante las horas 12:13 hasta la hora 13:19, la cual corresponde a la hora del almuerzo, donde se monitoreo el consumo de gas que presenta el sistema mientras el equipo de termo encogido se encuentra detenido. Se determinó cuanto disminuyo la temperatura del agua en el equipo durante el periodo de prueba y cuánto tiempo se demoró el equipo en nivelar nuevamente la temperatura a 82 °C.

A continuación, se presenta la información anteriormente mencionada de forma tabulada.

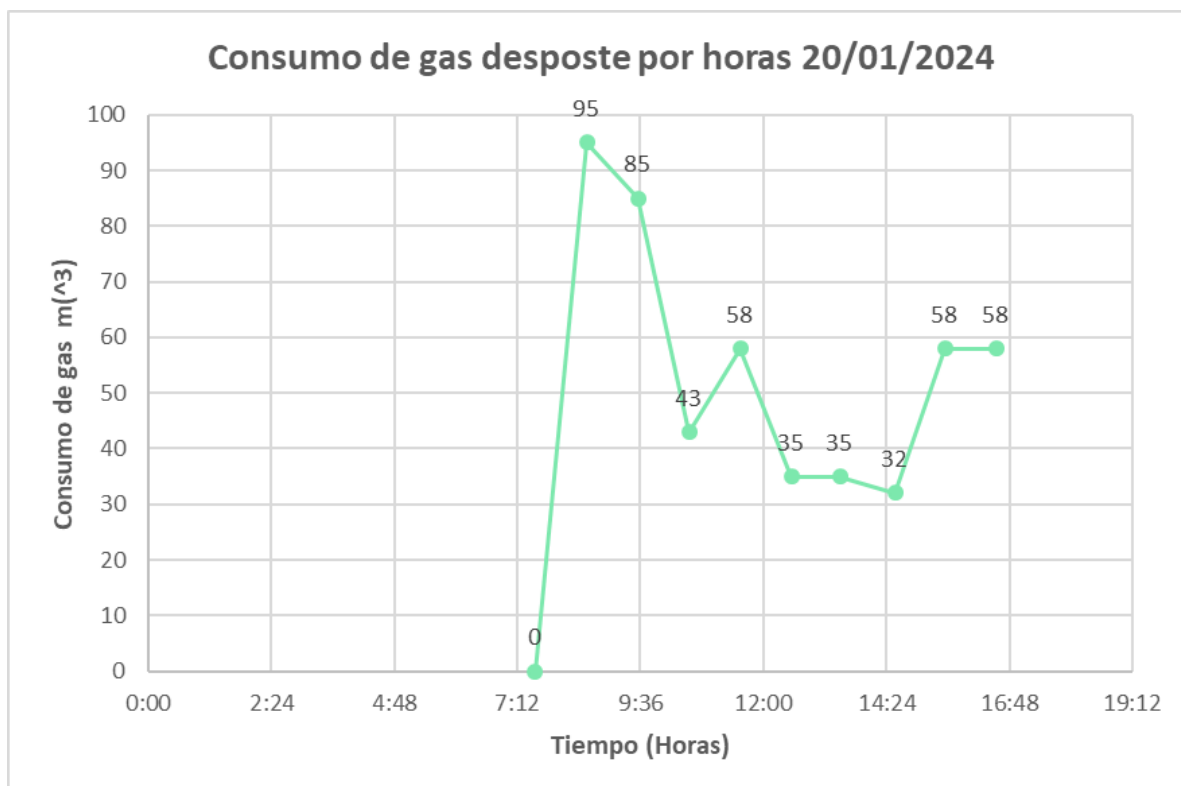
LECTURAS CONSUMO GAS DESPOSTE 17/01/2025	
Hora	m ³
7:33	723295
8:33	723390
9:33	723475
10:33	723518
11:33	723576
12:13	723606
12:33	723611
13:19	723635
13:30	723646
14:34	723678
15:33	723736
16:33	723794

Tabla 1. Lecturas consumo gas desposte 17/01/2025.

PRUEBA REALIZADA (MONITOREO AL EQUIPO DETENIDO)		
Proceso	Hora	Temperatura del agua (°C)
Inicio de la prueba	12:12	84
Fin de la prueba	13:19	66,3
	Hora de temperatura restablecida	Tiempo de duracion(Horas)
	13:25	0:06
	Duracion en la prueba en horas	m³ consumidos
	1:06	29

En segunda instancia, se calcularon los metros cúbicos de gas consumidos por cada hora registrada y su promedio de consumo durante las 9 horas del periodo de seguimiento. Para esto, se tabularon los datos en la siguiente tabla y se graficaron para analizar su comportamiento:

CONSUMO POR HORA	
Hora	m ³
7:33	0
8:33	95
9:33	85
10:33	43
11:33	58
12:33	35
13:30	35
14:34	32
15:33	58
16:33	58
Consumo promedio por hora	55,44
Consumo gas durante la prueba	499



11. Análisis de resultados

- El seguimiento de consumo de gas en el área de desposte se evidencia en la tabla 3. Este se realizó el día 20/01/205 desde las 7:33 hasta las 16:33, siendo un total de 9 horas de trabajo del sistema, para un consumo total de 499 m³, con un promedio de consumo por hora de 55,44 m³.
- Mediante la gráfica 1 se evidencia el consumo de gas en caldera para el sistema, donde su mayor consumo se presenta en el arranque con 95 m³ para llegar a la temperatura y presión de trabajo. Cuando el sistema se estabiliza, el consumo de gas comienza a disminuir denotando el volumen del proceso en consumos constantes entre 35 y 58 m³ respectivamente.
- En la tabla #2 se evidencia el consumo gas del sistema con el equipo de termo encogido detenido entre la hora 12:13 hasta la hora 13:19, denotando que durante el tiempo estipulado el sistema consumió 29 m³ de gas. Además, se evidencio que durante el periodo de pausa el agua del sistema disminuyo 17.7 °C y tardo 6 minutos en restaurar está perdida de temperatura para poner en puesta en marcha nuevamente el proceso de termo encogido.
- Se observó una reducción considerable en el consumo de gas cuando el sistema de termo encogido se encontraba detenido. El consumo registrado fue de 29 m³, lo que representa una disminución del 53% en comparación con el consumo promedio de 55.44 m³ observado durante las horas de funcionamiento del sistema.

12. Conclusiones

En periodos improductivos, se debe poner en pausa el equipo de termo encogido si la inactividad es menor a 4 horas. Si el tiempo improductivo supera las 4 horas, se debe solicitar el apagado de la caldera de desposte para optimizar el consumo de gas.

13. Recomendaciones

- Para evitar retrasos en el proceso, se debe solicitar el encendido de la caldera de desposte con 30 minutos de anticipación, tiempo estimado para la estabilización de la presión y temperatura.
- Se recomienda mantener un flujo constante en el proceso de termo encogido para asegurar un consumo de gas uniforme y evitar pérdidas de vapor, optimizando así el consumo energético.