

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

**“Diseño e implementación de un plan de
mantenimiento preventivo para mejorar la
disponibilidad de los equipos en la empresa OBEN
GROUP”**

**Trabajo de suficiencia profesional para optar al título
profesional de:**

Ingeniero Industrial

Autores:

Luis Armando Montenegro Diaz

Agustin Renee Quiñonez Vasquez

Asesor:

Mg. Ing. Walter Antenor del Carmen Rosas Quintero

<https://orcid.org/0000-0002-6068-3996>




Lima - Perú

2025

Informe de Similitud

Luis Armando Montenegro Diaz Renne Agustin Quiñ...

Diseño e implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad

-  Quick Submit
-  Quick Submit
-  Asesores

Detalles del documento

Identificador de la entrega
trn:oid::1:3200068450

Fecha de entrega
30 mar 2025, 10:58 p.m. GMT-5

Fecha de descarga
30 mar 2025, 11:02 p.m. GMT-5

Nombre de archivo
mentaci_n_de_un_plan_de_mantenimiento_Montenegro_-Qui_onez.docx

Tamaño de archivo
2.7 MB

76 Páginas

12.616 Palabras

73.974 Caracteres



Página 2 of 80 - Integrity Overview

Identificador de la entrega trn:oid::1:3200068450




17% Overall Similarity

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

Filtered from the Report

- Bibliography

Top Sources

- 17%  Internet sources
- 8%  Publications
- 12%  Submitted works (Student Papers)

Integrity Flags

0 Integrity Flags for Review

No suspicious text manipulations found.

Our system's algorithms look deeply at a document for any inconsistencies that would set it apart from a normal submission. If we notice something strange, we flag it for you to review.

A Flag is not necessarily an indicator of a problem. However, we'd recommend you focus your attention there for further review.

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo, en primer lugar, a Dios, cuya guía y fortaleza nos han permitido avanzar un peldaño más en nuestra vida profesional. A nuestras familias, por ser nuestro pilar, fuente inagotable de inspiración y apoyo incondicional en cada desafío.

Asimismo, dedicamos este logro a todos aquellos que creen en la mejora continua y en la importancia de la innovación en el mantenimiento industrial, con la esperanza de que este trabajo aporte valor al desarrollo del sector.

Agradecimiento

Agradecemos a la Universidad Privada del Norte y a su cuerpo docente por proporcionarnos las bases teóricas y prácticas que han fortalecido nuestro desarrollo profesional. Su enseñanza y orientación no solo han sido fundamentales en nuestra formación académica, sino que también han enriquecido nuestras habilidades para enfrentar con éxito los desafíos en nuestro entorno laboral y en nuestra vida diaria.

Tabla de contenido

Índice de tablas	7
Índice de Figuras.....	8
Índice de ecuaciones	¡Error! Marcador no definido.
RESUMEN EJECUTIVO.....	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. Trayectoria del autor.....	13
1.2. Descripción de la empresa	13
1.3. Organigrama de la empresa	16
1.4. Áreas y funciones desempeñadas	19
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Antecedentes.....	21
2.2. Bases teóricas.....	26
2.2.1. Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo.....	27
2.2.2. Disponibilidad de los equipos.....	33
2.2.3. Marco Legal y Normativo	41
2.2.4. Limitaciones del trabajo	42
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA	43
3.3. Análisis de falla	57

3.4.1. Objetivo General.....	47
3.4.2. Objetivos Específicos	47
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	63
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	66
REFERENCIAS	68
ANEXOS	74

Índice de tablas

Tabla 1 Tiempo improductivo 2023	56
Tabla 2 Merma por máquina.....	60
Tabla 3 Planes de acción.....	62

Índice de Figuras

Figura 1 Organigrama empresarial	17
Figura 2 Línea de extrusión BOPA	18
Figura 3 Análisis vibracional.....	36
Figura 4 Tendencia de ultrasonido	38
Figura 5 Valores termografía.....	40
Figura 6 Fisura de husillo	41
Figura 7 Disponibilidad de mantenimiento	45
Figura 8 Software SGM.....	46
Figura 9 Árbol de equipos	488
Figura 10 Codificación de activo.....	49
Figura 11 Codificación de equipos	49
Figura 12 Codificación de proveedores.....	50
Figura 13 Asignación de Kardex	50
Figura 14 Asignación de técnicos.....	51
Figura 15 Asignación de MP	52
Figura 16 Asignación de PT	53
Figura 17 Asignación de fechas.....	53
Figura 18 Asignación de OT	54
Figura 19 Asignación de OT por técnicos	54

Figura 20 Pareto de máquina	59
Figura 21 Árbol de falla.....	61
Figura 22 Disponibilidad de mantenimiento 2024	63
Figura 23 Cumplimiento de actividades programadas	64

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa OBEN GROUP, dedicada a la fabricación de películas plásticas para empaques y otros productos industriales, enfrentaba problemas de disponibilidad en sus equipos de producción debido a fallas imprevistas. Ante esta situación, se diseñó e implementó un plan de mantenimiento preventivo para reducir paradas no programadas y optimizar la eficiencia operativa.

Para el desarrollo de la solución, se aplicaron metodologías como RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad) y análisis de criticidad de equipos. Se utilizó un plan de mantenimiento preventivo en el sistema de gestión de mantenimiento (SGM).

Como resultado, se logró un incremento en el valor de disponibilidad (<90%) en comparación con el periodo de 2023. Además, se optimizaron los costos de mantenimiento al reducir intervenciones correctivas.

Las principales competencias aplicadas en este proyecto fueron el análisis técnico, la gestión de mantenimiento, la toma de decisiones basada en datos y la coordinación de equipos multidisciplinarios. En conclusión, la implementación del plan permitió mejorar la eficiencia operativa y fortalecer la cultura de mantenimiento preventivo en la empresa.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En las plantas industriales de diversos sectores, las máquinas operan con distintos sistemas, ya sean mecánicos, eléctricos, neumáticos o hidráulicos, dentro de las líneas de producción. Con el tiempo, su rendimiento puede deteriorarse de manera parcial o total, afectando la eficiencia del proceso. Por ello, el área de mantenimiento desempeña un papel clave en la conservación y recuperación de las condiciones operativas de los equipos, aplicando estrategias como el mantenimiento correctivo, preventivo, predictivo y basado en la confiabilidad. Esto requiere un compromiso continuo por parte del personal de mantenimiento para garantizar el óptimo funcionamiento de las máquinas.

El diseño e implementación de la optimización de un plan de mantenimiento preventivo aplicada en la empresa OBEN GROUP, se describe en varias fases; levantamiento de información de la máquina, funciones de operación, actividades de mantenimiento según fabricante o el análisis de falla. Los planes de prevención de fallos son importantes para aumentar los indicadores de disponibilidad y confiabilidad.

En los últimos años, la gestión de mantenimiento en OBEN GROUP ha experimentado diversas modificaciones en las estrategias implementadas. Estas estrategias, basadas en las condiciones previas de producción, han generado resultados positivos, ajustándose a las oportunidades de intervención que surgen conforme las máquinas lo requieren. Sin embargo, debido al aumento de la carga y las exigencias de producción, la estrategia de mantenimiento actual ha alcanzado un límite, impidiendo que la disponibilidad de los equipos supere el 95%.

Se desarrolló un modelo sistemático para identificar las máquinas más críticas del proceso, priorizando los recursos necesarios para su ejecución. Se seleccionaron técnicas predictivas como el análisis de vibración, termografía, ultrasonido y análisis de aceite,

cuya aplicación es fundamental para el desarrollo de un plan de prevención. Este plan se enfoca en la realización de inspecciones y revisiones menores a los equipos, basándose en las recomendaciones del fabricante (intervalos), la experiencia de los técnicos y las réplicas de planes de acción aplicados a otras máquinas. Asimismo, se consideran los planes de lubricación y los planes de mantenimiento predictivo.

El plan de mantenimiento se utiliza para optimizar de manera estructurada las actividades ejecutadas por el personal de mantenimiento, con el objetivo de aumentar la confiabilidad de las instalaciones y minimizar los tiempos improductivos que afectan el cumplimiento de los objetivos de producción. De igual manera, es crucial llevar a cabo una mejora continua en el plan de prevención de fallas, teniendo en cuenta las lecciones aprendidas y los ajustes en el proceso productivo.

Para alcanzar los objetivos planteados, se procederá al análisis de los indicadores de mantenimiento que influyen en la vida útil de las máquinas, como la disponibilidad y confiabilidad. Además, se presentará el desarrollo del plan de mantenimiento dentro del programa SGM, lo que permitirá que las actividades se ejecuten automáticamente según la frecuencia establecida, ya sea por periodo calendario o tiempo de operación. Con el fin de incrementar la disponibilidad de los activos y reducir los tiempos de inactividad, se hace necesario un análisis periódico de los datos, lo que posibilita la identificación de tendencias y patrones a lo largo del tiempo.

Este informe proporcionará una descripción detallada de las diversas funciones desempeñadas del autor como jefe de mantenimiento, las cuales se han visto reflejadas en los conocimientos adquiridos durante mi formación universitaria y las experiencias prácticas realizadas en OBEN GROUP.

1.1. Trayectoria del autor

Los autores del presente trabajo han acumulado una sólida trayectoria en el ámbito del mantenimiento industrial, cada uno con un enfoque especializado que complementa el otro. Uno de los autores (*Renne Quiñonez*) trabaja en la empresa OBEN GROUP, donde ha desempeñado diversas funciones en el área de mantenimiento, comenzando como Mecánico de Mantenimiento en 2011, avanzando a Supervisor de Mantenimiento Mecánico en 2015, y alcanzando la posición de Jefe de Mantenimiento en 2022. Su experiencia abarca desde la reparación y mantenimiento de equipos hasta la dirección estratégica del departamento de mantenimiento.

El otro autor (*Luis Montenegro*), por su parte, posee conocimientos sólidos en área de mantenimiento preventivo y predictivo, con un conocimiento sistemático de las actividades que componen estas disciplinas. Su experiencia se centra en la implementación de estrategias de mantenimiento proactivo, optimización de procesos y aseguramiento de la disponibilidad de equipos en el sector de aire comprimido.

Al juntar las experiencias y conocimientos adquiridos en ambas áreas, se ha desarrollado este trabajo, que refleja la integración de enfoques prácticos y estratégicos, con el objetivo de aportar soluciones innovadoras y eficaces al mantenimiento industrial.

1.2. Descripción de la empresa

La empresa en la que se desarrolló el presente informe es OPP FILM S.A., perteneciente al grupo OBEN HOLDING GROUP. Fundada en Quito, Ecuador, en 1991, expandió sus operaciones a Perú en el año 2000, con la apertura de su primera fábrica en el distrito de Lurín. Actualmente, se especializa en la producción de películas plásticas de polipropileno, nylon y poliéster destinadas a empaques flexibles.

OBEN GROUP cuenta con una capacidad de producción de 800,000 toneladas métricas anuales, consolidándose como líder en el sector de fabricación de películas plásticas para el empaque de alimentos en el país. A lo largo de los años, ha ganado reconocimiento en Latinoamérica y Europa, obteniendo certificaciones que le han permitido expandirse a nuevos mercados a nivel mundial. Entre sus certificaciones más destacadas se encuentran:

- Sistema de control y seguridad de BASC (Business Alliance for Secure Commerce).
- Sistema de gestión de la calidad ISO 9001.
- Sistema de gestión y seguridad alimentaria FSSC 22000.

Su principal objetivo ser proveedores en soluciones de empaques flexibles en el mundo sus objetivos específicos son los siguientes:

- Mejorar continuamente los procesos productivos y métodos de trabajo.
- Cumplir con nuestros clientes con los productos en tiempos establecidos.
- Fabricación de películas plásticas que cumplan con los requisitos de los clientes e inocuidad requerida para el uso.
- Garantizar la seguridad alimentaria de los productos.
- Generar el pedido de nuevos productos con nuestros clientes potenciales.
- Mejorar la eficiencia en las líneas de los procesos de manufactura.
- Desarrollar el talento humano de los trabajadores en la planta con oportunidad de crecimiento.

OBEN GROUP desarrolla los siguientes productos:

BOPP Película biaxial orientado polipropileno

- Líneas de extrusión: 12
- Capacidad: 500,000 toneladas conjuntas
- Ancho: hasta 8.8 metros
- Espesores: desde 10 μ hasta 100 μ
- Velocidad: 450 m/min
- Capas: 3, 5 y 7
- Tratamiento: corona, a la flama
- Países: Perú, Argentina, Chile, Ecuador, El Salvador, Colombia, México, Brasil, Portugal y Polonia
- Origen de equipos: Alemania, Francia, USA

BOPET Polietileno teflalato biaxialmente orientado.

- Líneas de extrusión: 2
- Capacidad: 180,000 toneladas
- Ancho: hasta 8.8 metros
- Espesores: desde 8 μ hasta 75 μ
- Velocidad: 450 m/min
- Tratamiento: corona, químico, híbrido, coextruida, acrílico
- Países: Perú y Colombia
- Origen de equipos: Alemania

CPP Película de propileno coextruida sin orientación

- Líneas de extrusión: 2
- Capacidad: 58,000 toneladas
- Ancho: hasta 6.2 metros

- Espesores: desde 15 μ hasta 100 μ
- Velocidad: 400 m/min
- Tratamiento: corona
- Países: Perú, Portugal y México
- Origen de equipos: Alemania

BOPA Polialmida de orientación biaxial.

- Líneas de extrusión: 2
- Capacidad: 40,000 toneladas
- Ancho: hasta 5.1 metros
- Espesores: desde 10 μ hasta 25 μ
- Velocidad: 200 m/min
- Tratamiento: corona
- Capas: 3
- Países: Perú y Colombia
- Origen de equipos: Alemania

1.3. Organigrama de la empresa

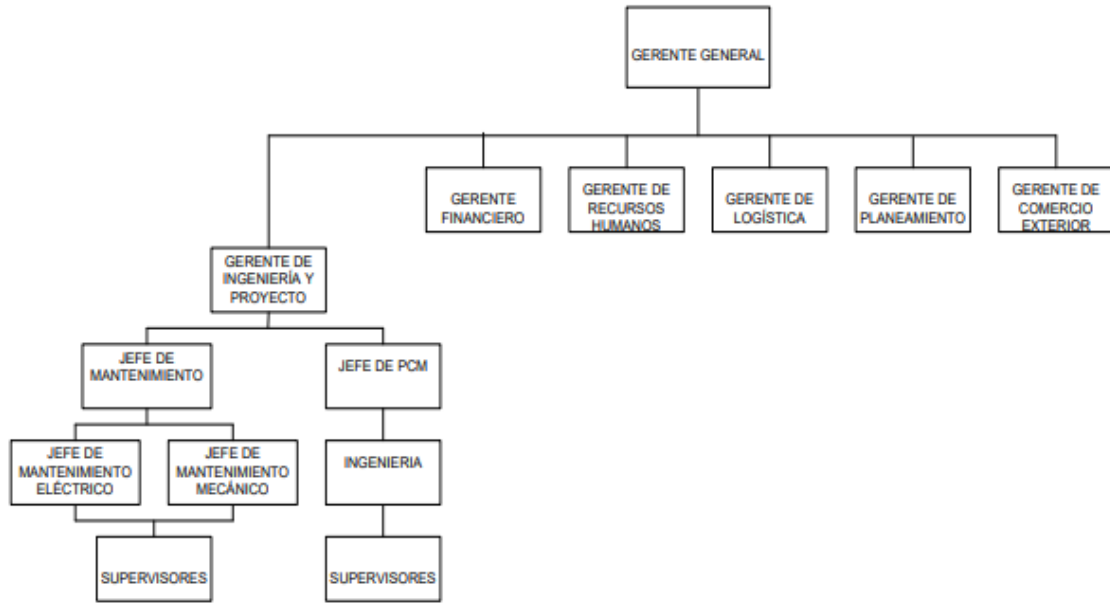
La empresa cuenta con 2500 colaboradores y están distribuidos de la siguiente manera: Personal de planta 70% y personal administrativo 30%. La empresa posee cuatro unides de negocio:

- BOPP. Película biaxial orientado polipropileno
- BOPET. Polietileno teflalato biaxialmente orientado.
- BOPA. Polialmida de orientación biaxial.

- CAST. Película de propileno coextruida sin orientación

Figura 1

Organigrama empresarial



Nota. Información de la empresa.

EXTRUSIÓN: Mediante el abastecimiento de los pellets a las tolvas principal se inicia el proceso productivo, donde este material se funde a los 250°C pasando por sistemas:

- Chill Roll: Enfriamiento de la película en un tambor por donde circula el agua fría.
- MDO: Se realiza el estiramiento de la película.
- TDO: Zona de calentamiento y estiro de la película.
- PRS: El tratamiento de la película con un rodillo y electrodo.
- WINDER: Sistema de enrollado de la película, rollo madre para las cortadoras primarias.

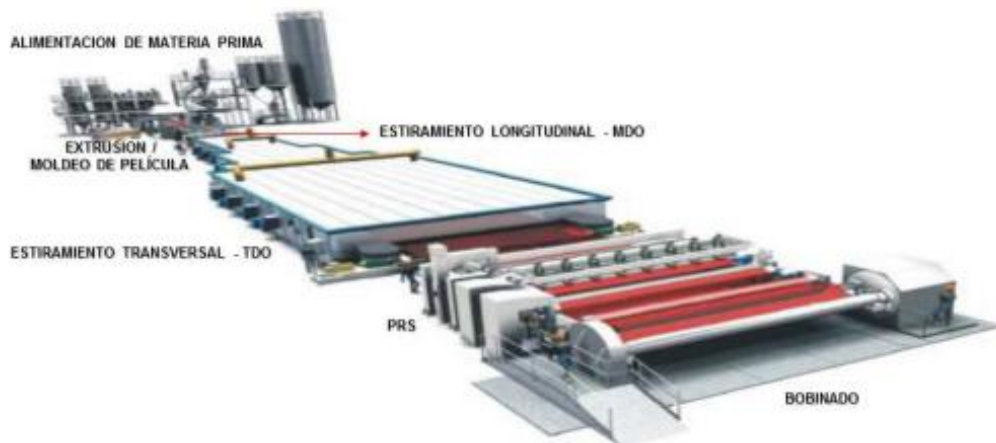
CORTE PRIMARIO: Se encarga de cortar la bobina madre que viene de las líneas de extrusión; el corte se ajuste a los requerimientos del cliente.

CORTE SECUNDARIO: Se encarga de cortar las bobinas que son entregados del corte primario y metalizado con requerimientos específicos.

METALIZADORA: Se encarga de metalizar la bobina proveniente del corte primario.

Figura 2

Línea de extrusión BOPA



Nota. Información de la empresa.

1.4. Áreas y funciones desempeñadas

El autor ha desempeñado funciones en el área de mantenimiento, que está conformada por un equipo multidisciplinario que incluye técnicos mecánicos, eléctricos, lubricadores, personal de servicios comunes e infraestructura, así como supervisores mecánicos y eléctricos, un planificador (planner) y un jefe de mantenimiento.

- **Jefe de Mantenimiento:** Es el responsable de gestionar el mantenimiento, de asignar roles a los demás colaboradores a su cargo y de implementar mejoras que beneficien la producción de la compañía. Se encarga de recoger las apreciaciones de los supervisores y de sus registros. Calcula la eficiencia global de las máquinas e informa al jefe de planta sobre el estado de estas y del Área de mantenimiento en general.
- **Supervisores:** Se encargan de recoger toda la información perteneciente a las diversas maquinarias a su cargo de acuerdo con su función de un determinado proceso productivo.
- **Técnico mecánico:** Se encargan del estado mecánico de las máquinas, de la reparación física, ajustes y otros similares.
- **Técnico eléctrico:** Es encargado de todas las actividades que involucren manipulación eléctrica, de todos los circuitos eléctricos en las maquinarias y otros que los afecten.
- **Técnico electrónico:** Se encargan de la manipulación, revisión y reparación, así como el mantenimiento de las máquinas en cuanto a aparatos electrónicos. Llevan el registro de problemas relacionados con las partes electrónicas de la máquina.
- **Técnico auxiliar:** Se encarga de colaborar con los demás técnicos con tareas

genéricas como reparación mecánica, eléctrica o electrónica.

En OBEN GROUP, estamos implementando una estrategia sistemática que incluye el mantenimiento preventivo (basado en inspecciones, revisiones y reemplazos) y el mantenimiento predictivo (basado en el monitoreo de la condición del activo). Las intervenciones se realizan cuando los valores operativos no se ajustan a los parámetros establecidos. Actualmente, estamos optimizando el plan de mantenimiento preventivo con el objetivo de mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos. Esta optimización constituye un paso clave hacia la prevención de fallas, y se enfoca en la mejora continua, generando los siguientes resultados:

- Mayor disponibilidad de los activos.
- Aumento del tiempo de operación.
- Utilización de los recursos de forma selectiva.
- Menor tiempo improductivo y merma.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

Internacionales

Espinosa et al. (2020) realizaron un estudio titulado *Contribución del mantenimiento centrado en la confiabilidad para el estudio de fallos en equipos consumidores de energía eléctrica* en Cuba. En esta investigación, se implementó un sistema de mantenimiento predictivo basado en inteligencia artificial que monitoreaba en tiempo real los parámetros críticos de los equipos de extrusión y laminación.

Durante un período de 18 meses, los investigadores llevaron a cabo la recopilación de datos operativos y la identificación de patrones de fallos mediante algoritmos de aprendizaje automático, alcanzando una precisión del 87 % en la predicción de averías. Como consecuencia de la implementación del sistema, se logró una reducción del 32 % en el tiempo de inactividad no planificado, lo que resultó en ahorros anuales de 1.2 millones de dólares.

Los autores concluyeron que la integración de estos procesos de mantenimiento representa una ventaja competitiva significativa para empresas manufactureras que operan con equipos similares a los utilizados en OBEN GROUP.

Para Abambari-Vera y Pérez-Vega (2020) publicaron “Epistemic approaches on maintenance as a basis for its application in the empacadora de conservas Herfraga, S.A.” donde analizaron la implementación de metodologías RCM en maquina empacadora de la empresa en Ecuador. Los investigadores aplicaron un enfoque sistemático para identificar los modos de falla críticos en equipos de extrusión, estiramiento biaxial y recubrimiento, estableciendo planes de mantenimiento preventivo personalizados según el contexto operativo de cada planta. Los resultados demostraron un incremento promedio

del 27 % en la disponibilidad de los equipos y una reducción del 42 % en fallas catastróficas. Esta investigación es particularmente relevante para OBEN GROUP, ya que establece parámetros internacionales y mejores prácticas de mantenimiento preventivo específicamente adaptadas a los procesos de máquinas empacadoras.

De acuerdo a Moreano-Castillo y Pérez-Vega (2020) realizaron el estudio "Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático" equipos industriales del sistema de transporte neumático en Ecuador. La investigación desarrolló e implementó un plan de mantenimiento preventivo para evitar daños o reparaciones a corto plazo, debido a la falta de control de cada uno de los componentes que conforma el sistema, en puntos de datos durante un periodo de 12 meses. El sistema monitoreaba continuamente vibraciones, temperaturas, consumo energético y patrones de producción, permitiendo la detección temprana de anomalías. Los resultados mostraron una reducción del 47 % en paradas no programadas y un incremento del 14 % en la eficiencia general de los equipos (OEE). Los investigadores establecieron que la inversión en tecnología IoT para mantenimiento preventivo tuvo un retorno de inversión en solo 11 meses, ofreciendo un modelo replicable para empresas como OBEN GROUP.

Según Barrera (2020) publicó "Propuesta de un Modelo de Confiabilidad QA para Mantenimiento Overhaul en la Empresa PCB Ingeniería SAS" donde analizaron la relación entre la gestión de inventarios de repuestos y la efectividad de programas de mantenimiento preventivo de equipos electrógenos de los campos de hidrocarburos de una empresa Canadiense. Los investigadores desarrollaron un modelo matemático para optimizar el inventario de repuestos críticos basado en datos históricos de fallas, tiempos de entrega y criticidad de equipos. La implementación del modelo resultó en una

reducción del capital inmovilizado en inventarios del 28 % mientras se mantuvo una disponibilidad de repuestos superior al 96 %. El estudio demostró cómo la optimización de inventarios de mantenimiento es un componente esencial para asegurar la confiabilidad operativa, especialmente en empresas con múltiples líneas de producción como OBEN GROUP, donde la indisponibilidad de repuestos críticos puede generar significativas pérdidas productivas.

Gordillo y Sierra (2022) desarrollaron la investigación " Propuesta de mejora al plan de mantenimiento para los equipos de mayor criticidad en la empresa OSG aplicando la metodología RCM" en de la línea de negocio de la compañía de línea de producción de poliestireno (se le asigna el nombre OSG por temas de confidencialidad solicitados por la compañía), a través del Poliestireno expandido (EPS). El estudio evaluó sistemáticamente los costos directos e indirectos asociados con diferentes estrategias de mantenimiento, incluyendo correctivo, preventivo y predictivo. Mediante análisis económico comparativo, los investigadores determinaron que la implementación de un programa de mantenimiento preventivo integral generó un retorno sobre la inversión del 342 % en un periodo de 3 años, con beneficios adicionales no cuantificables como mejora en la calidad del producto y cumplimiento de plazos de entrega. La investigación estableció un marco metodológico para la justificación económica de inversiones en mantenimiento preventivo, proporcionando herramientas de cálculo adaptables a empresas como OBEN GROUP para la evaluación financiera de sus programas de mantenimiento.

Nacionales

Ordoñez et al. (2024) realizaron la investigación " Implementation of reliability-centered maintenance (RCM) to improve the availability of CL120 Freightliner tractors

in J & J Transportes y Soluciones Integrales Inc." a cargo una flota de 10 tractocamiones de la marca Freightliner. El estudio analizó la implementación gradual de la metodología TPM durante 18 meses, enfocándose en la participación del personal operativo en tareas básicas de mantenimiento. Los investigadores documentaron una reducción del 38 % en paradas no programadas y un incremento del 22% en el indicador de Eficiencia Global de Equipos (OEE). El análisis costo-beneficio demostró un retorno de inversión en 14 meses, con mejoras sustanciales en la calidad del producto final. Los autores concluyeron que la implementación del TPM en el contexto industrial peruano requiere adaptaciones culturales específicas, pero genera resultados comparables a los estándares internacionales cuando se logra el compromiso de todos los niveles organizacionales.

Para Urquiza (2023) publico la investigación "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C., 2021" donde analizaron los procesos de transferencia de conocimiento técnico en 5 empresas líderes del sector. El estudio identificó que la alta rotación de personal técnico especializado (17 % anual) constituía una barrera significativa para la continuidad de los programas de mantenimiento. Los investigadores implementaron un sistema de gestión del conocimiento que incluía documentación estandarizada, capacitación cruzada y comunidades de práctica, logrando una reducción del 62 % en tiempos de diagnóstico de fallas y del 41 % en tiempos de reparación. Esta investigación resulta particularmente relevante para OBEN GROUP al proporcionar un marco metodológico para preservar y transferir el conocimiento crítico sobre los equipos especializados utilizados en la producción de películas plásticas en el contexto industrial peruano.

Paez (2022) desarrollo el estudio "Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial" expone el desarrollo de la ingeniería de confiabilidad operacional para el crecimiento económico y sostenible de las empresas que desean mantenerse, crecer, mejorar y desarrollar su propio entorno dinámico. La investigación identificó que las empresas que destinaban menos del 2 % de sus costos operativos al mantenimiento preventivo experimentaban sobrecostos por mantenimiento correctivo que oscilaban entre el 12 % y 18 % de sus gastos totales. Los investigadores utilizaron modelos estadísticos para determinar el punto de equilibrio óptimo para inversión en mantenimiento preventivo, estableciendo una correlación positiva con indicadores de productividad y rentabilidad. El estudio demostró que las empresas peruanas que implementaron programas estructurados de mantenimiento preventivo, similares a los propuestos para OBEN GROUP, lograron reducir sus costos totales de mantenimiento en un promedio del 23 % en el mediano plazo.

Según Muñante (2019) realizo el estudio " Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa del rubro metalmecánico" donde desarrollaron una versión simplificada del RCM adaptada a las restricciones presupuestarias y técnicas de empresas peruanas. La investigación implementó esta metodología adaptada en una planta de producción de films plásticos en Lima, involucrando al personal técnico en el análisis de criticidad y la determinación de estrategias de mantenimiento. Los resultados mostraron una mejora del 29% en el índice de confiabilidad de equipos críticos y una reducción del 34% en el tiempo medio entre fallas (MTBF). Los autores concluyeron que la adaptación contextualizada de metodologías internacionales como el RCM resulta más efectiva que la implementación de modelos estandarizados sin considerar las particularidades del sector industrial peruano, proporcionando un precedente valioso para

la implementación en OBEN GROUP.

Pumazon y Villegas (2020) publicaron la investigación " Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Confiabilidad de los Equipos Eléctricos del Laminador 2 - Siderperu, Chimbote 2020 ". El estudio analizó la transición desde registros manuales hacia un sistema CMMS (Computerized Maintenance Management System) integrado con sensores IoT básicos. Los investigadores documentaron mejoras significativas, incluyendo una reducción del 47 % en tiempos administrativos, 28 % en disponibilidad de equipos y 31 % en cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo. El análisis de costo-beneficio demostró que, a pesar de las limitaciones presupuestarias características del sector industrial peruano, la inversión en digitalización de procesos de mantenimiento generó un retorno positivo en menos de 18 meses, estableciendo un precedente viable para empresas como OBEN GROUP que buscan modernizar sus sistemas de gestión de mantenimiento.

2.2. Bases teóricas

Con el tiempo, los ingenieros identificaron la importancia del mantenimiento y comenzaron a aplicar las recomendaciones de los fabricantes de los equipos. Como resultado, se establecieron grupos especializados en la ejecución periódica de tareas de mantenimiento, dando origen a lo que hoy se conoce como mantenimiento preventivo. Este enfoque se complementa con otras estrategias, como el mantenimiento predictivo, cuyo principal objetivo es reducir la inactividad de los equipos, ya que el tiempo de inoperatividad genera pérdidas económicas significativas (Guaitarilla, 2019).

2.2.1. Diseño de un Plan de Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo consiste en un conjunto de acciones programadas que buscan evitar fallos en los equipos. Se trata de una estrategia proactiva que se lleva a cabo incluso cuando los equipos están en funcionamiento. Para diseñar un plan de mantenimiento preventivo efectivo, es necesario adoptar un enfoque sistemático y personalizado que tenga en cuenta las características específicas de los equipos, las condiciones operativas y los objetivos organizacionales. No existe un modelo único aplicable a todas las situaciones, por lo que es fundamental adaptar el plan a las necesidades particulares de cada empresa (Medina, 2022).

Este enfoque debe incluir los siguientes pasos clave:

- **Definición de tareas de mantenimiento:** Determinar las tareas específicas necesarias para cada equipo, como inspección, lubricación, ajuste y reemplazo de componentes. Estas tareas deben estar basadas en las recomendaciones del fabricante, la experiencia operativa y el análisis de fallas (Arroyo y Obando, 2022).
- **Establecimiento de frecuencias:** Definir la frecuencia con la que se deben realizar las tareas de mantenimiento, considerando las recomendaciones del fabricante, la experiencia operativa y el análisis de fallas. Es importante encontrar un equilibrio entre la frecuencia del mantenimiento y el costo asociado (Pillado et al., 2022).
- **Desarrollo de procedimientos:** Crear procedimientos detallados para cada tarea de mantenimiento, incluyendo los materiales, herramientas y equipos necesarios, así como las instrucciones paso a paso. Los procedimientos deben ser claros,

concisos y fáciles de seguir (Urquiza, 2023).

- **Asignación de recursos:** Asignar los recursos necesarios para ejecutar el plan de mantenimiento, incluyendo personal, presupuesto y equipos. Es importante asegurar que se disponga de los recursos suficientes para realizar el mantenimiento de forma oportuna y eficaz (Pillado et al., 2022).
- **Relación con el Monitoreo y Control:** El diseño del plan de MP debe tener en cuenta los indicadores de desempeño (KPIs) que se utilizarán para monitorear y controlar su eficacia (Urquiza, 2023).
- **Análisis de criticidad:** Identificar los equipos más críticos para las operaciones de OBEN GROUP y priorizar su mantenimiento. Esto se puede hacer mediante el análisis de riesgos, que evalúa la probabilidad y el impacto de las fallas en cada equipo. Los equipos críticos deben recibir una mayor atención y un mantenimiento más frecuente (Pillado et al., 2022).

2.2.1.1. Mantenimiento Preventivo (MP). El Mantenimiento Preventivo (MP) es una estrategia proactiva fundamental para garantizar la durabilidad y el rendimiento óptimo de los equipos en cualquier organización. A diferencia del Mantenimiento Correctivo (MC), que se lleva a cabo como respuesta a fallas, el MP se planifica y ejecuta de manera periódica con el fin de prevenir el desgaste y las fallas imprevistas (Anyelina & Adrianzén, 2023). Este tipo de mantenimiento no solo se limita a la inspección de los equipos, sino que también incluye la sustitución programada de componentes, la lubricación, los ajustes y la limpieza, todas estas acciones basadas en las recomendaciones de los fabricantes, la experiencia operativa y las mejores prácticas de la industria (Rayme & Díaz, 2021).

Entre los beneficios del Mantenimiento Preventivo se encuentran:

- **Reducción de tiempos de inactividad no planificados:** El MP reduce drásticamente los paros imprevistos de producción, permitiendo una mejor planificación y programación de las actividades. Un equipo bien mantenido es menos propenso a fallas, lo que se traduce en una mayor disponibilidad (Pillado et al., 2022).
- **Extensión de la vida útil de los equipos:** Al realizar el mantenimiento de forma regular, se minimiza el desgaste y la corrosión, prolongando la vida útil de los equipos y retrasando la necesidad de inversiones costosas en nuevas adquisiciones (Rayme y Diaz, 2021).
- **Disminución de costos de reparación a largo plazo:** El MP puede ser inicialmente más costoso que el MC, pero a largo plazo resulta más económico al prevenir fallas mayores que requerirían reparaciones más complejas y costosas (Rayme y Diaz, 2021).
- **Mejora de la seguridad operativa:** El MP garantiza que los equipos funcionen de acuerdo con los estándares de seguridad, reduciendo el riesgo de accidentes y lesiones en el lugar de trabajo (Herrera-Sánchez et al., 2020).
- **Mayor confiabilidad de los procesos productivos:** Al asegurar que los equipos funcionen de forma fiable, el MP contribuye a la estabilidad y la predictibilidad de los procesos productivos, lo que se traduce en una mayor eficiencia y una mejor calidad del producto final (Herrera-Sánchez et al., 2020).

- **Relación con la Planificación Operativa:** El MP es una actividad clave dentro de la planificación operativa, vinculada a la definición de objetivos operativos alineados con la visión estratégica (Herrera-Sánchez et al., 2020).

2.2.1.2. Implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo. La implementación del Plan de Mantenimiento Preventivo exige el compromiso de toda la organización, una adecuada gestión de los recursos y una comunicación efectiva. Este proceso conlleva modificaciones en la cultura organizacional y en los hábitos de trabajo, lo que hace crucial la participación de todos los niveles de la empresa (Aquino & Atalaya, 2020). Esta implementación debe basarse en los siguientes criterios:

- **Capacitación del personal:** Asegurar que el personal de mantenimiento esté capacitado en los procedimientos de mantenimiento y en el uso de las herramientas y equipos. La capacitación debe ser continua y adaptarse a las nuevas tecnologías y equipos (Chica-Castro et al., 2024).
- **Gestión de inventario:** Mantener un inventario adecuado de repuestos y consumibles para evitar retrasos en el mantenimiento. Es importante establecer un sistema de gestión de inventario que permita controlar las existencias, realizar pedidos de forma oportuna y evitar la obsolescencia (Zegarra y Mendoza, 2024).
- **Programación del mantenimiento:** Programar las tareas de mantenimiento de manera que se minimice el tiempo de inactividad de los equipos y se eviten interrupciones en las operaciones. Es importante coordinar el mantenimiento con la producción y otros departamentos para evitar conflictos (Chica-Castro et al., 2024).

- **Documentación:** Registrar todas las actividades de mantenimiento realizadas, incluyendo la fecha, el personal, las tareas realizadas y los materiales utilizados. La documentación permite realizar un seguimiento del historial de mantenimiento de los equipos y analizar las tendencias de fallas (Zegarra y Mendoza, 2024).
- **Monitoreo y control:** Monitorear el desempeño del plan de mantenimiento, incluyendo el tiempo de inactividad de los equipos, los costos de mantenimiento y la confiabilidad de los equipos. Esto permite identificar áreas de mejora y tomar decisiones informadas (Zegarra y Mendoza, 2024).
- **Relación con la Mejora Continua:** La implementación del plan de MP debe estar vinculada a un proceso de mejora continua, basado en el análisis de lecciones aprendidas y la adaptación a las nuevas tecnologías y tendencias (Alvarado-Betancourt y Sabando-Piguabe, 2021).

2.2.1.3. Seguimiento predictivo. Gracias al avance tecnológico, se emplean técnicas predictivas para evaluar el estado de los activos y detectar posibles fallas antes de que ocurran. Los informes generados son revisados por el ingeniero de confiabilidad, quien analiza las tendencias y compara los resultados con los rangos establecidos. Si los valores alcanzan niveles de alerta, se planifica una acción correctiva para restaurar las condiciones operativas del equipo, ya sea mediante el reemplazo de un componente o la realización de un servicio especializado (Alvarado-Betancourt & Sabando-Piguabe, 2021). En OPP FILM, se utilizan técnicas como la termografía, análisis de vibraciones, ultrasonido, ensayos no destructivos y análisis de aceite.

El **mantenimiento predictivo** es una estrategia orientada a prever las fallas de los equipos, permitiendo programar las actividades de mantenimiento preventivo antes de que ocurran los fallos, lo que brinda los siguientes beneficios (Zegarra & Mendoza, 2024):

- **Reducción de costos de reparación:** El mantenimiento predictivo puede ayudar a prevenir fallas graves en el equipo, lo que significa que se pueden realizar reparaciones menores antes de que se conviertan en problemas mayores. Esto reduce los costos de reparación, ya que las reparaciones menores son menos costosas que las reparaciones de emergencia o los reemplazos de equipos (Zegarra y Mendoza, 2024).
- **Reducción de costos de mantenimiento:** El mantenimiento predictivo puede ayudar a programar el mantenimiento preventivo en momentos óptimos, lo que significa que se pueden evitar costos innecesarios de mantenimiento. Por ejemplo, si se realiza un mantenimiento en el momento equivocado, se pueden reemplazar piezas que aún tienen una vida útil, lo que representa un costo innecesario (Chica-Castro et al., 2024).
- **Reducción de costos de parada de producción:** El mantenimiento predictivo puede ayudar a predecir cuándo se producirán las fallas del equipo, lo que significa que se pueden programar las reparaciones durante momentos de baja actividad, minimizando la interrupción de la producción. Esto ayuda a evitar los costos de detener la producción para realizar reparaciones de emergencia (Chica-Castro et al., 2024).

- Mejora de la eficiencia del equipo: El mantenimiento predictivo puede ayudar a mantener el equipo en óptimas condiciones de funcionamiento, lo que mejora su eficiencia. Esto se traduce en un menor consumo de energía, lo que significa ahorros de costos a largo plazo.

Se pueden sustentar los ahorros de dinero con el mantenimiento predictivo a través de la reducción de costos de reparación, reducción de costos de mantenimiento, reducción de costos de parada de producción y mejora de la eficiencia del equipo. Estos ahorros pueden ser medidos y comparados con los costos del mantenimiento predictivo para evaluar su efectividad en términos de costo-beneficio (Herrera-Sánchez et al., 2020).

Los parámetros de funcionamiento en la máquina pueden ser analizados y medidos de manera confiable y con exactitud utilizando las siguientes técnicas predictivas (Herrera-Sánchez et al., 2020):

- Análisis de vibraciones
- Termografía infrarroja
- Ultrasonido.
- Análisis de aceite
- Ensayos no destructivos (END)

2.2.2. Disponibilidad de los equipos

La disponibilidad de equipos es un concepto crucial en el ámbito de la gestión de mantenimiento y producción. Se refiere a la probabilidad de que un equipo esté en condiciones de operar cuando se requiere su uso. Esta medida es fundamental para garantizar la eficiencia y productividad de las operaciones, ya que equipos indisponibles pueden causar retrasos, pérdidas económicas y disminuir la calidad del servicio o

producto final (Canahua, 2021).

Factores que Afectan la Disponibilidad

La disponibilidad de los equipos está influenciada por varios factores, incluyendo (Flores et al., 2020):

- **Mantenimiento Preventivo:** Programas regulares de mantenimiento que buscan prevenir fallas antes de que ocurran (Flores et al., 2020).
- **Calidad del Equipo:** La calidad del diseño y construcción del equipo afecta su fiabilidad y durabilidad (Flores et al., 2020).
- **Capacidad de Reparación:** La capacidad para reparar o reemplazar componentes defectuosos rápidamente (Flores et al., 2020).
- **Entrenamiento del Personal:** El nivel de capacitación del personal en el uso y mantenimiento adecuado de los equipos (Flores et al., 2020).

Tipos de Disponibilidad

Existen diferentes tipos de disponibilidad, cada uno enfocado en aspectos específicos del funcionamiento de los equipos (Pérez, 2021):

- a) **Disponibilidad Inherente (DI):** Hace referencia a la probabilidad de que un equipo esté operativo y disponible para su uso, sin tener en cuenta los tiempos de reparación. Este concepto está estrechamente relacionado con la fiabilidad del equipo, ya que refleja su capacidad para funcionar correctamente en condiciones normales de operación (Pérez, 2021).
- b) **Disponibilidad Operativa (DO):** Este concepto abarca tanto la fiabilidad del equipo como su capacidad de reparación, proporcionando una evaluación más integral de la disponibilidad real de los equipos en

un entorno operativo. La Disponibilidad Operativa refleja no solo la capacidad de un equipo para funcionar sin fallas, sino también su eficiencia para ser reparado y reintegrado a la operación en caso de fallos (Pérez, 2021).

Cálculo de la Disponibilidad

La disponibilidad se puede calcular utilizando fórmulas específicas (Pérez, 2021):

- a) Disponibilidad Inherente (DI):

$$DI = \frac{\textit{Tiempo de funcionamiento}}{\textit{Tiempo de funcionamiento} + \textit{Tiempo de falla}}$$

- b) Disponibilidad Operativa (DO):

$$DO = \frac{\textit{Tiempo de funcionamiento}}{\textit{Tiempo de funcionamiento} + \textit{Tiempo de falla} + \textit{Tiempo de reparación}}$$

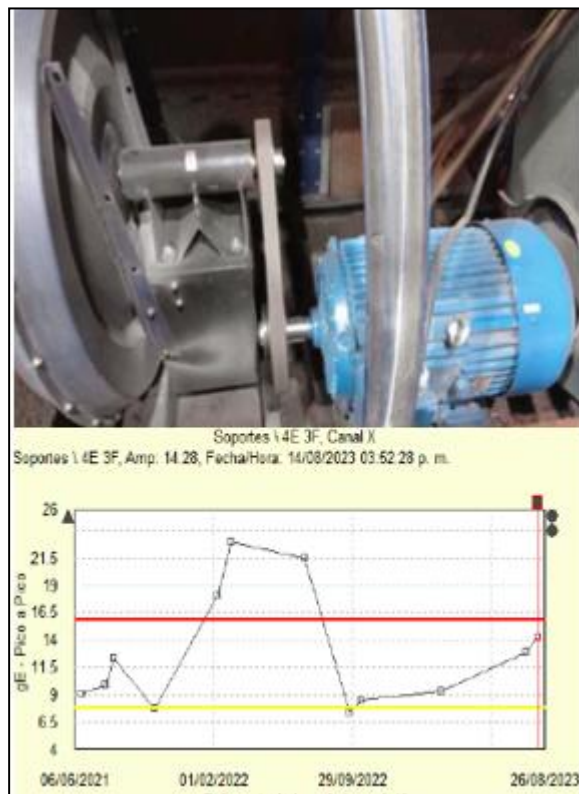
2.2.2.1. Análisis de vibración. Se tiene una rutina de medición a equipos críticos, el instrumento utilizado es de la marca SKF el cual nos proporciona el tipo de falla por vibración ya se desalineación, desbalanceo, holgura, etc. Mediante los colectores de datos electrónicos y el software asociado permiten tanto realizar espectros o tendencias, para analizar los datos según ruta de campo. Es una técnica utilizada para medir y analizar las vibraciones mecánicas de una máquina o estructura. La vibración es un fenómeno natural en cualquier objeto que esté en movimiento, y el análisis vibracional se enfoca en medir la amplitud, frecuencia y otros aspectos de las vibraciones para entender cómo se comporta (More, 2022).

El análisis vibracional se utiliza para detectar problemas en maquinaria, como desgaste excesivo en piezas, desequilibrios, desalineaciones, holguras, entre otros, que

pueden causar fallas en el equipo. Al monitorear las vibraciones de la maquinaria y analizar los patrones que se presentan, es posible identificar problemas en sus primeras etapas, antes de que se conviertan en fallas catastróficas. Además, el análisis vibracional también se utiliza para optimizar el rendimiento de la maquinaria, para mejorar la eficiencia energética y reducir costos de mantenimiento. Por lo tanto, el análisis vibracional es una herramienta esencial en el mantenimiento predictivo de equipos y maquinaria (Cruz, 2023).

Figura 3

Análisis vibracional



Nota. El análisis vibracional, tomado de: Cruz (2023).

2.2.2.2. Análisis de Lubricación. Se realiza el análisis de aceite para determinar la presencia de contaminantes externos, contenido metálico, conteo de partículas,

densidad ferrosa y condiciones fisicoquímicas. Los reportes son emitidos por DICOMET y evaluados por el ingeniero de confiabilidad. El muestro se realiza con una frecuencia semestral donde el lubricador tiene una ruta de equipos para almacenar el aceite a analizar (Gallozo, 2020).

La cantidad de silicio en un análisis de aceite puede indicar la presencia de contaminación del aceite por partículas de suciedad o desgaste de componentes metálicos, como rodamientos o engranajes. Un aumento en los niveles de silicio puede ser un indicador temprano de un problema en los componentes del sistema lubricado, lo que permite la planificación de un mantenimiento preventivo antes de que ocurra una falla costosa (Villegas, 2020).

El análisis de aceite es una herramienta de diagnóstico y mantenimiento predictivo para monitorear y evaluar las condiciones del lubricante y de la maquinaria. Participar en un programa de análisis de aceite le permite ver lo que sucede dentro de su máquina para identificar problemas, prevenir fallas catastróficas y aumentar la confiabilidad de la maquinaria (Gallozo, 2020).

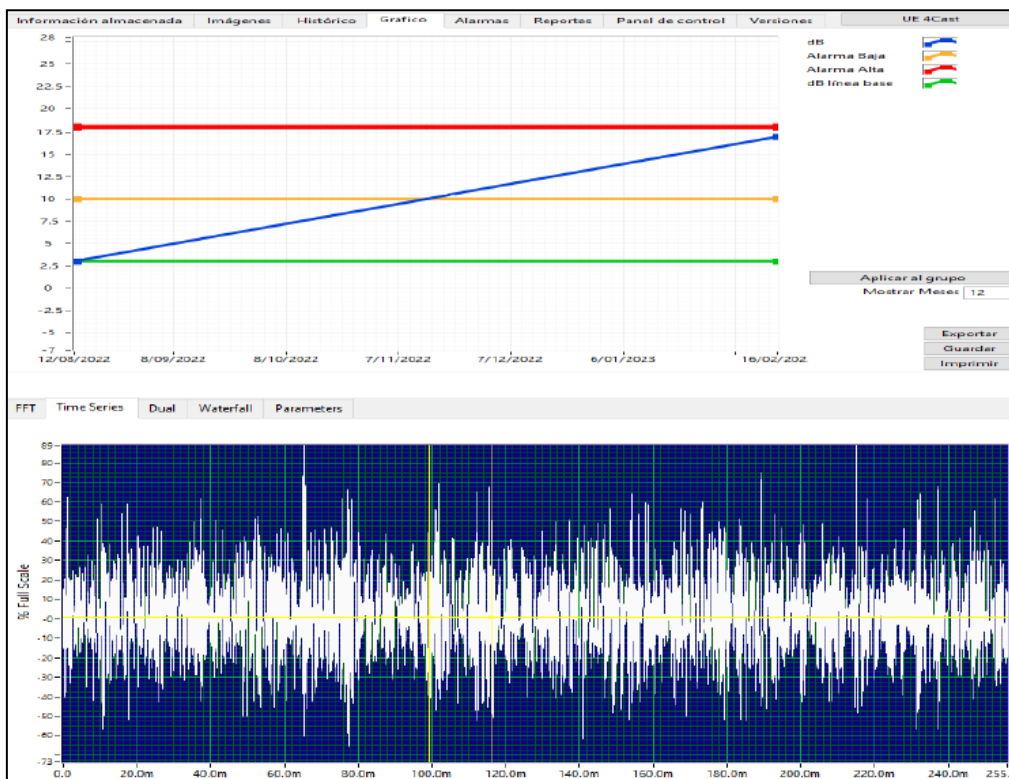
2.2.2.3. Ultrasonido Acústico. Esta técnica se utiliza para detectar descargas eléctricas (tracking) en las salas eléctricos que pueden generarse presencia de humedad, polvo, pérdida de aislamiento o falso contacto; además de detectar fugas de aire en los sistemas neumáticos. La unidad de medida db (Villegas, 2020). Se realiza los siguientes pasos:

- Inspección visual: Antes de utilizar el equipo de ultrasonido, realiza una inspección visual de los componentes del sistema de vacío. Busca signos de fugas como sellos dañados, conexiones sueltas o abrazaderas mal ajustadas (Cruz, 2023).

- Verifica la estabilidad del sistema: Asegúrate de que el sistema de vacío esté en su estado de funcionamiento normal antes de realizar la inspección con el equipo de ultrasonido. Esto incluye asegurarte de que las válvulas estén cerradas y que el sistema esté en vacío (Villegas, 2020).
- Utiliza el modo de ultrasonido acústico: Conecta el transductor de ultrasonido al equipo UL101 y selecciona el modo de ultrasonido acústico. Coloca el transductor cerca de las áreas donde se sospecha que hay fugas y escucha cualquier sonido audible. También puedes utilizar el modo de sonda de contacto para detectar fugas en tuberías y otros componentes del sistema (Cruz, 2023).

Figura 4

Tendencia de ultrasonido



Nota. Tendencia del sonido, tomado de Villegas (2020).

2.2.2.4. Termografía Infrarroja. Usado para calcular y determinar temperatura a distancia, principalmente para detección de defectos de circuito eléctricos. Esta técnica lo aplicamos en los tableros eléctricos. Los valores aceptables deben tener un delta menor a 7°C sino están dentro de los valores mencionados los componentes tienen un defecto que pueden ocasionar una falla (Bazán, 2020).

La termografía eléctrica es una técnica predictiva no invasiva que permite diagnosticar fallas en los sistemas eléctricos mediante la medición de la radiación infrarroja que emiten los componentes. En el caso de los tableros eléctricos, la termografía se ha convertido en una herramienta fundamental para la detección de averías. No solo se trata de ubicar la temperatura más alta dentro del sistema eléctrico, también se debe conocer los dispositivos y sus fallas (Arias y Padilla, 2024).

- Falso contacto: Es la falla más común de encontrar en las inspecciones termográficas, y tal como dice su nombre, se presenta por un desajuste en los terminales de conexión, por lo que es importante que nunca pases por alto ningún tipo de conexión eléctrica (Arias y Padilla, 2024).
- Desbalance de cargas: Es una falla poco común, pero se da cuando una de las líneas está sobre cargada y se calienta en todo su recorrido, a diferencia del falso contacto, que solo se calienta en el punto de conexión (Bazán, 2020).
- Componente en mal estado: Para detectar este tipo de falla, es importante que conozcas la temperatura normal de trabajo de los componentes, sobre todo si están trabajando en baja o alta carga (Bazán, 2020).

Figura 5

Valores termografía



Nota. Valores termografía, tomado de: Arias y Padilla (2024).

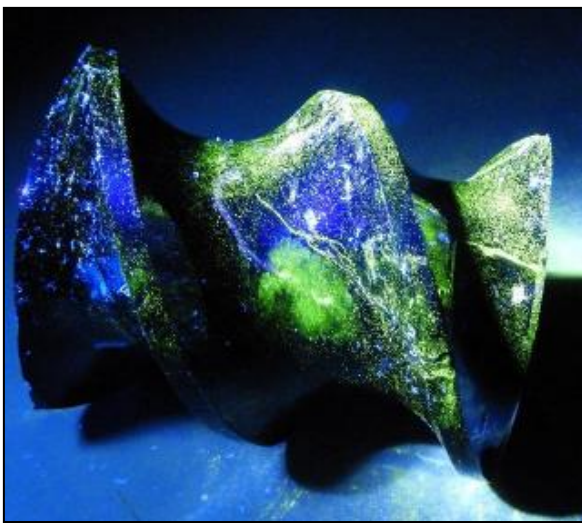
2.2.2.5. Ensayo no destructivo. Esta técnica tiene una frecuencia anual o por condición solo para equipos críticos estructura de puente grúa, estructura de molinos y husillo de las extrusoras. Esta técnica se realiza mediante (Añamuro, 2021):

- **Partículas Magnéticas:** Es la evaluación superficial y subsuperficial por la inyección de un campo magnético a través de un yugo y la orientación de las limaduras de hierro. Se emplea para la prueba partículas húmedas fluorescentes (Añamuro, 2021).

- **Inspección Visual Directa:** Es la evaluación de la condición superficial y accesorios aledaños a las zonas críticas, que están expuestos a concentraciones de esfuerzos por el trabajo de este, ver el estado de la parte estructural del componente (Añamuro, 2021).

Figura 6

Fisura de husillo



Nota. Fisura de husillo, tomado de: Añamuro (2021).

2.2.3. Marco Legal y Normativo

Es fundamental considerar el marco legal y normativo aplicable a las actividades de mantenimiento, incluyendo las normas de seguridad y salud en el trabajo, así como las regulaciones específicas del sector industrial en el que opera OBEN GROUP. Esto incluye:

- **Normas de Seguridad:** Relacionadas con el uso de equipos de protección personal, la seguridad en trabajos con electricidad, trabajos en altura, etc. Decreto de Urgencia N° 044-2019
- **Regulaciones Ambientales:** Relacionadas con el manejo de residuos

peligrosos, la prevención de la contaminación y el cumplimiento de las normas ambientales. Ley General del Ambiente (Ley N° 28611)

2.2.4. Limitaciones del trabajo

Durante la ejecución del plan de mantenimiento preventivo en OBEN GROUP, se presentaron diversas limitaciones que impactaron en el desarrollo del proyecto:

- **Falta de recursos humanos capacitados:** La disponibilidad de personal técnico especializado en mantenimiento predictivo fue limitada, lo que dificultó la implementación de algunas estrategias avanzadas.
- **Resistencia al cambio:** La transición de un modelo reactivo a uno preventivo generó resistencia en algunos operadores y personal de mantenimiento, lo que requirió capacitaciones constantes y sensibilización sobre los beneficios del mantenimiento preventivo.
- **Disponibilidad de repuestos:** En algunas intervenciones preventivas, la falta de repuestos críticos ocasionó retrasos en la ejecución de actividades programadas, afectando la continuidad operativa.
- **Restricciones presupuestarias:** La implementación de tecnologías de monitoreo condicional y software de gestión de mantenimiento requirió una inversión significativa, lo que limitó su adopción en la totalidad de los equipos.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Los profesionales han desarrollado una trayectoria ascendente en la industria de manufactura, iniciando como Mecánico de Mantenimiento, avanzando a Supervisor de Mantenimiento Mecánico, hasta alcanzar la posición de jefe de Mantenimiento. Esta progresión profesional refleja la capacidad para asumir responsabilidades crecientes en la gestión del mantenimiento industrial, desde la reparación de equipos hasta la dirección estratégica del departamento, han desarrollado las siguientes funciones:

- Registrar los tiempos improductivos cargado por el área de producción en el software SCP (Sistema de control producción), administrar la base de datos de eventos de mantenimiento, en el software SGM (Sistema de gestión mantenimiento) donde se detalla el reporte de las fallas por parte del técnico; planificación de paradas y los KPI de disponibilidad que son gestionados por el jefe de Mantenimiento.
- Implementar, evaluar y optimizar los planes de mantenimiento, establecer la categoría jerárquica de los activos; por plantas, líneas de proceso productivo, maquinaria, sistemas y equipos a esto se le conoce como árbol de máquinas.
- Realizar una investigación del análisis de falla, recolectando los datos de operación comprendiendo el funcionamiento del activo mediante la lectura de los manuales y recomendaciones del fabricante siendo de gran importancia para el estudio de ACR.
- Reuniones multidisciplinarias de las fallas de gran impacto en el proceso productivo que afectan la disponibilidad o que ocasionen grandes pérdidas en merma consolidando la información en un reporte.

- Realizar el análisis estadístico y modelamiento de las fallas de equipos mediante el análisis de modo de efecto y falla (FMEA) estableciendo un seguimiento a los planes de acción para determinar los cambios necesarios en los planes de mantenimiento. Liderar la aplicación de técnicas para solución de problemas mediante estudios de ACR.
- Proponer y participar en la implementación de las mejoras en las estrategias de mantenimiento preventivo y predictivo centrándolos en mejorar la disponibilidad del proceso productivo. Gestión del monitoreo por condición del activo.
- Seguimiento a los reportes emitidos por los terceros coordinando los servicios por horas de funcionamiento y levantamiento de las observaciones en los equipos auxiliares compresores, chiller, puente grúa y subestaciones.
- Reporte semanal del estado de los equipos, pendientes de aprobación a las solicitudes de servicio o materiales por el área compras y pedir disponibilidad al área de producción para ejecutar el servicio.
- Seguimiento a los reportes predictivos vibración, termografía, ultrasónico y análisis de aceite; elaborar reportes con los resultados obtenidos, analizar tendencias, brindar recomendaciones y planes de acción.
- Desarrollar e implementar metodologías predictivas para el monitoreo de los equipos basado en condición utilizando herramientas tecnológicas disponibles

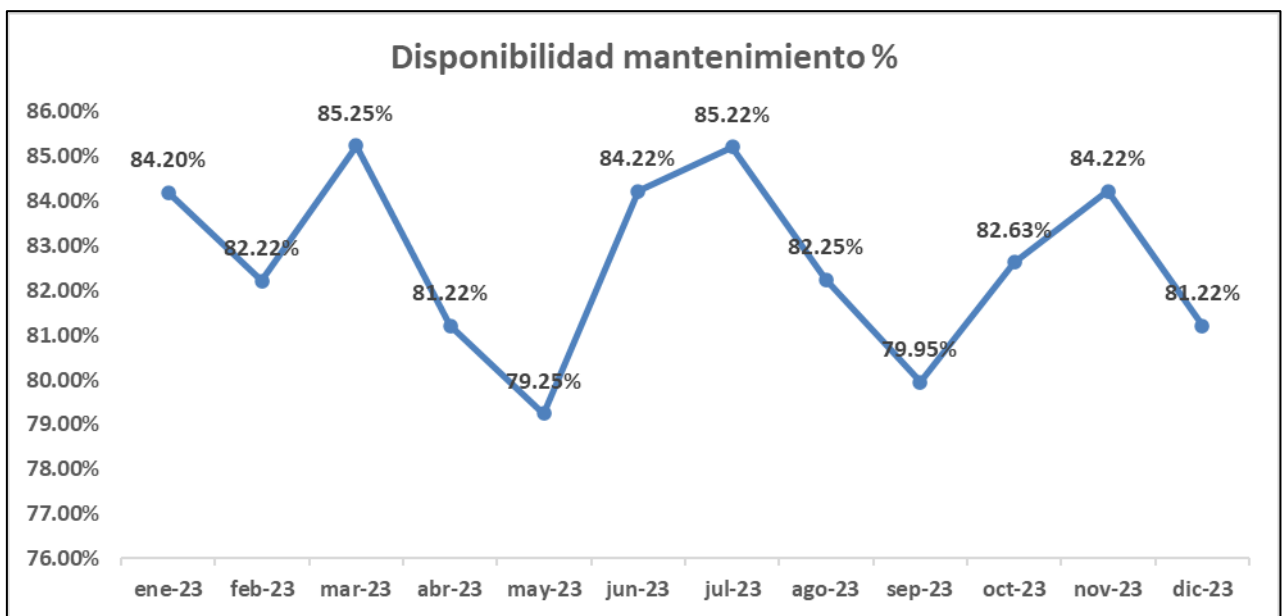
3.1. Descripción del problema

La ausencia de inspecciones, ajustes, limpiezas, lubricaciones, reemplazos o pruebas periódicas en equipos industriales constituye una deficiencia en el mantenimiento preventivo. Esta situación puede originarse por diversas razones, como la falta de tiempo, presupuesto, personal capacitado, herramientas adecuadas o una planificación deficiente. Las consecuencias de esta negligencia pueden ser significativas, incluyendo el desgaste acelerado de los equipos, fallas imprevistas, disminución del rendimiento, mayor consumo de energía e incluso el incumplimiento de normativas vigentes.

La ausencia de un plan de mantenimiento preventivo resulta en fallas en las máquinas debido a la falta de inspección, revisión y/o reemplazo, lo que se refleja en nuestro indicador de disponibilidad (<90).

Figura 7

Disponibilidad de mantenimiento



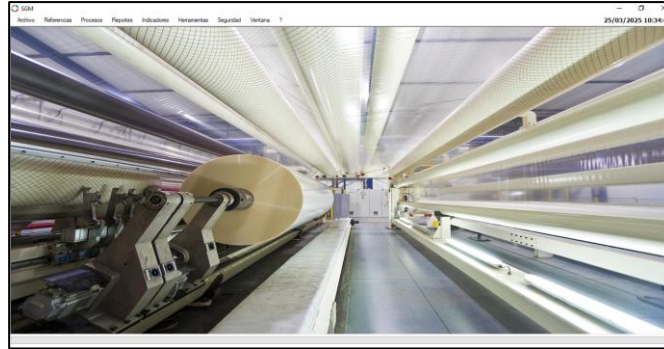
Nota. Información de la empresa.

El desinterés por realizar adecuadamente la limpieza y lubricación de los equipos industriales puede afectar seriamente su rendimiento. Este problema puede originarse por falta de conocimiento, negligencia, rutinas ineficaces, búsqueda de economías a corto plazo o imprudencia. Las consecuencias incluyen la acumulación de suciedad, corrosión, aumento de la fricción, sobrecalentamiento y un desgaste prematuro de las máquinas.

- Se recopiló la información sobre los indicadores de disponibilidad correspondientes al periodo 2023, que servirá como punto de partida para compararlos con los indicadores de disponibilidad una vez ejecutados los planes de acción.
- El plan de mantenimiento actualmente se gestiona en Excel, pero se está llevando a cabo la migración de los planes de mantenimiento de los activos al software de gestión de mantenimiento SGM. Durante este proceso, se está revisando y validando en el campo la correcta ejecución de los planes, ya que algunos no estaban siendo interpretados adecuadamente por los técnicos o carecían de información suficiente. El archivo Excel del plan de mantenimiento preventivo se encuentra en el ANEXO 1.
- Los planes de mantenimiento en Excel presentan limitaciones, ya que no incluyen secciones específicas para la solicitud de materiales ni para la asignación de personal según sus especialidades.

Figura 8

Software SGM



Nota. Información de la empresa.

3.2. Objetivos

3.1.1. *Objetivo General*

Diseñar e implementar un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los equipos en la empresa OBEN GROUP.

3.1.2. *Objetivos Específicos*

- Realizar un diagnóstico de la situación actual de la disponibilidad de los equipos en la empresa OBEN GROUP.
- Diseñar un plan de mantenimiento preventivo adaptado a las necesidades de la empresa OBEN GROUP.
- Implementar el plan de mantenimiento preventivo en la empresa OBEN GROUP.
- Evaluar la efectividad del plan de mantenimiento preventivo y su impacto en la disponibilidad de los equipos en la empresa OBEN GROUP

3.3. Estrategia de desarrollo

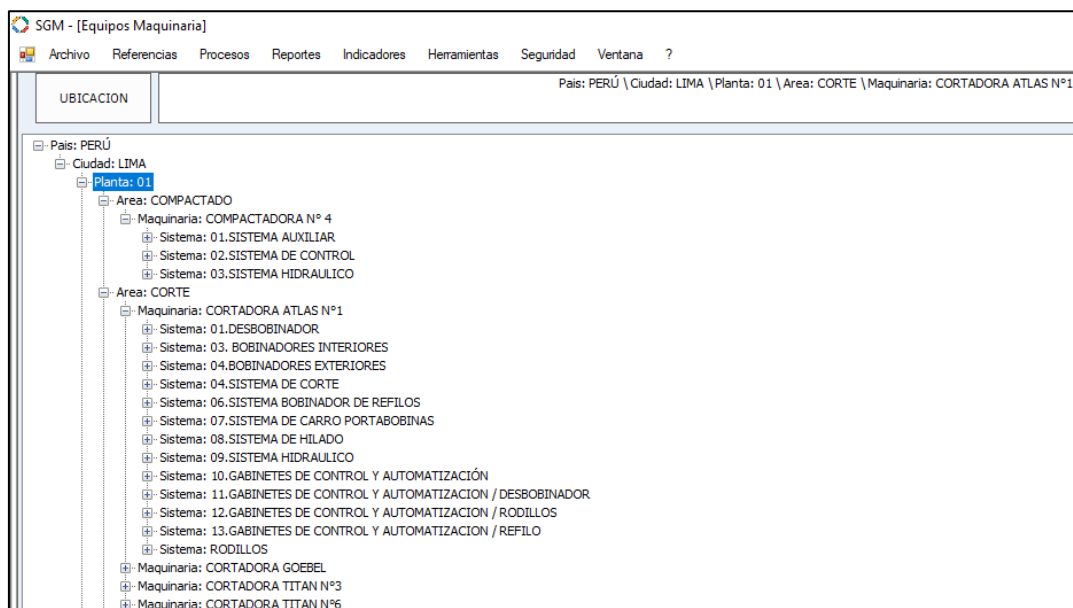
No aprovechar las oportunidades que ofrecen las innovaciones tecnológicas y los

avances del sector puede conducir a múltiples problemas para el equipo industrial. Esto puede derivar de una falta de vigilancia tecnológica, visión, medios, habilidades o adaptabilidad. Las consecuencias pueden ser desastrosas, como la obsolescencia, pérdida de competitividad, vulnerabilidad aumentada, problemas de compatibilidad o exclusión del mercado. Es debido a eso que se plantea el manejo del plan de mantenimiento en el SGM, donde se desarrolla de la siguiente manera.

Árbol de equipos: Las maquinas se encuentran en el árbol de equipos y cuentan con la codificación correspondiente para la creación de los MP.

Figura 9

Árbol de equipos

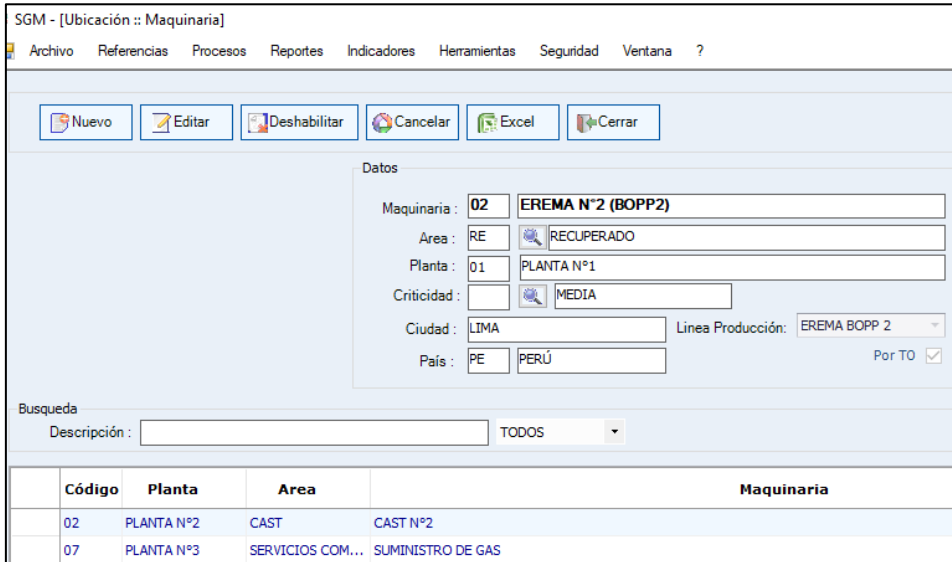


Nota. Información de la empresa.

Codificación de activo: Se realiza con la asignación de Planta, el área de producción y nombre de la máquina.

Figura 10

Codificación de activo



SGM - [Ubicación :: Maquinaria]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Nuevo Editar Deshabilitar Cancelar Excel Cerrar

Datos

Maquinaria: 02 EREMA N°2 (BOPP2)

Area: RE RECUPERADO

Planta: 01 PLANTA N°1

Criticidad: MEDIA

Ciudad: LIMA Linea Producción: EREMA BOPP 2

Pais: PE PERÚ Por TO

Busqueda

Descripción: TODOS

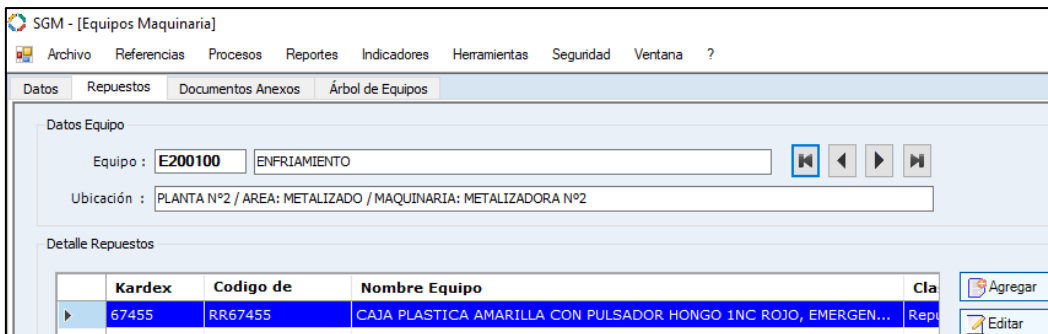
Código	Planta	Area	Maquinaria
02	PLANTA N°2	CAST	CAST N°2
07	PLANTA N°3	SERVICIOS COM...	SUMINISTRO DE GAS

Nota. Información de la empresa.

Asignación de repuestos: Se cargan todos los repuestos para el mantenimiento de la máquina, haciendo fácil la asignación de recursos necesarios para realizar la ejecución de los trabajos. Debe contener el Kardex (para el requerimiento), descripción del repuesto, clasificación (repuesto y/o suministro), cantidad y unidad de medida.

Figura 11

Codificación de equipos



SGM - [Equipos Maquinaria]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Datos Repuestos Documentos Anexos Árbol de Equipos

Datos Equipo

Equipo: E200100 ENFRIAMIENTO

Ubicación: PLANTA N°2 / AREA: METALIZADO / MAQUINARIA: METALIZADORA N°2

Detalle Repuestos

Kardex	Codigo de	Nombre Equipo	Cla
67455	RR67455	CAJA PLASTICA AMARILLA CON PULSADOR HONGO 1NC ROJO, EMERGEN...	Repl

Agregar Editar

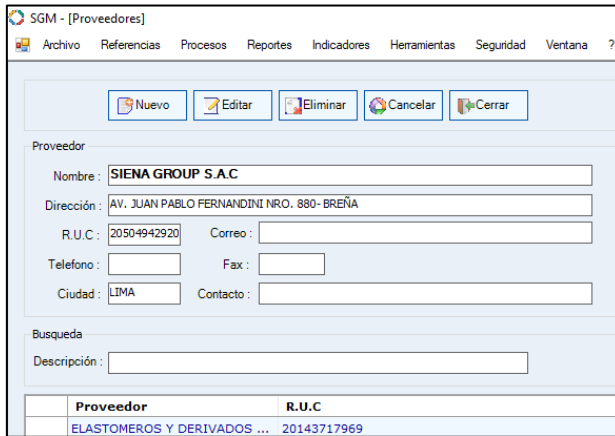
Nota. Información de la empresa.

Asignación de proveedores: Se detalla el nombre de la empresa que brindara el

servicio especializado a las maquinas. Los servicios de mantenimiento a compresores, chillers, subestaciones, torres de refrigeración entre otros.

Figura 12

Codificación de proveedores



SGM - [Proveedores]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Nuevo Editar Eliminar Cancelar Cerrar

Proveedor

Nombre: SIENA GROUP S.A.C

Dirección: AV. JUAN PABLO FERNANDINI NRO. 880- BREÑA

R.U.C.: 20504942920 Correo:

Telefono: Fax:

Ciudad: LIMA Contacto:

Busqueda

Descripción:

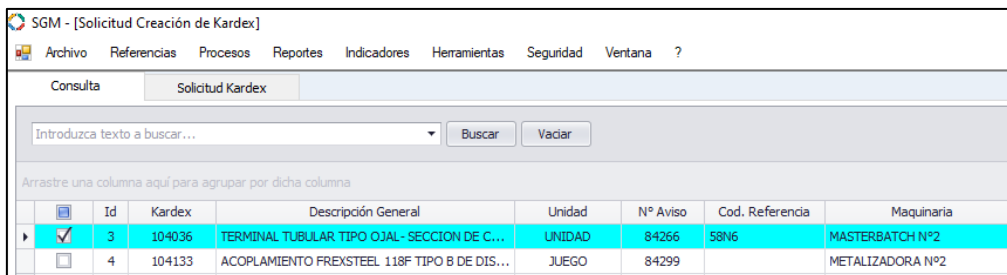
Proveedor	R.U.C
ELASTOMEROS Y DERIVADOS ...	20143717969

Nota. Información de la empresa.

Asignación de Kardex: Es importante codificar los repuestos y/o insumos que se tiene para la ejecución de actividades; ya que se contemplo que varios repuestos con las mismas características tenían un mismo Kardex, de la misma manera el Kardex no coincidía con el repuesto que se necesita para el mantenimiento. Es importe asignarle el nombre del repuestos incluyendo el fabricante, modelo y unidad de medida.

Figura 13

Asignación de Kardex



SGM - [Solicitud Creación de Kardex]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Consulta Solicitud Kardex

Introduzca texto a buscar... Buscar Vaciar

Arrastre una columna aquí para agrupar por dicha columna

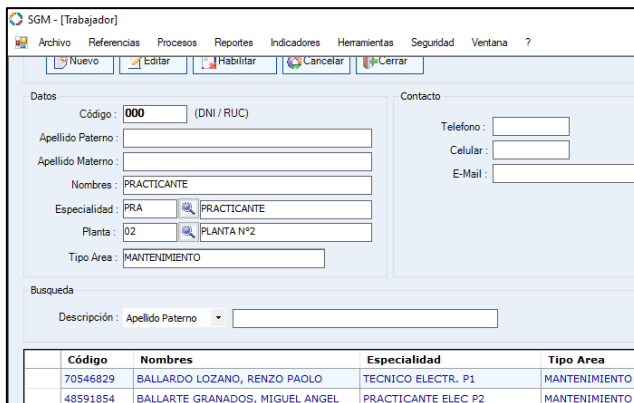
	Id	Kardex	Descripción General	Unidad	Nº Aviso	Cod. Referencia	Maquinaria
<input checked="" type="checkbox"/>	3	104036	TERMINAL TUBULAR TIPO OJAL- SECCION DE C...	UNIDAD	84266	58N6	MASTERBATCH N°2
<input type="checkbox"/>	4	104133	ACOPLAMIENTO FREXSTEEL 118F TIPO B DE DIS...	JUEGO	84299		METALIZADORA N°2

Nota. Información de la empresa.

Asignación de técnicos: Para la progresión de las actividades es necesario crear el usuario que va a ejecutar la actividad además incluye la especialidad para desarrollar la actividad.

Figura 14

Asignación de técnicos



Código	Nombres	Especialidad	Tipo Area
70546829	BALLARDO LOZANO, RENZO PAOLO	TECNICO ELECTR. P1	MANTENIMIENTO
48591854	BALLARTE GRANADOS, MIGUEL ANGEL	PRACTICANTE ELEC P2	MANTENIMIENTO

Nota. Información de la empresa.

Asignación de MP: Ya con los recursos necesarios se procede a crear los MPs, se codifican como se muestra en la imagen con la siguiente nomenclatura, La planificación insuficiente se traduce en una falta de definición clara con respecto a los objetivos, recursos, plazos, procedimientos y responsabilidades. Las causas pueden ser múltiples: falta de comunicación, estimaciones erróneas de las necesidades, ausencia de herramientas adecuadas o imprevisibilidad. ¿Las consecuencias? Trabajo urgente, presión temporal, interrupciones, intervenciones imprevistas, pérdida de eficacia y productividad

REV.NOP.24SEM.ELE.TRATADOR PLASMA.CARRO

BOBINADOR.METALIZADORA3

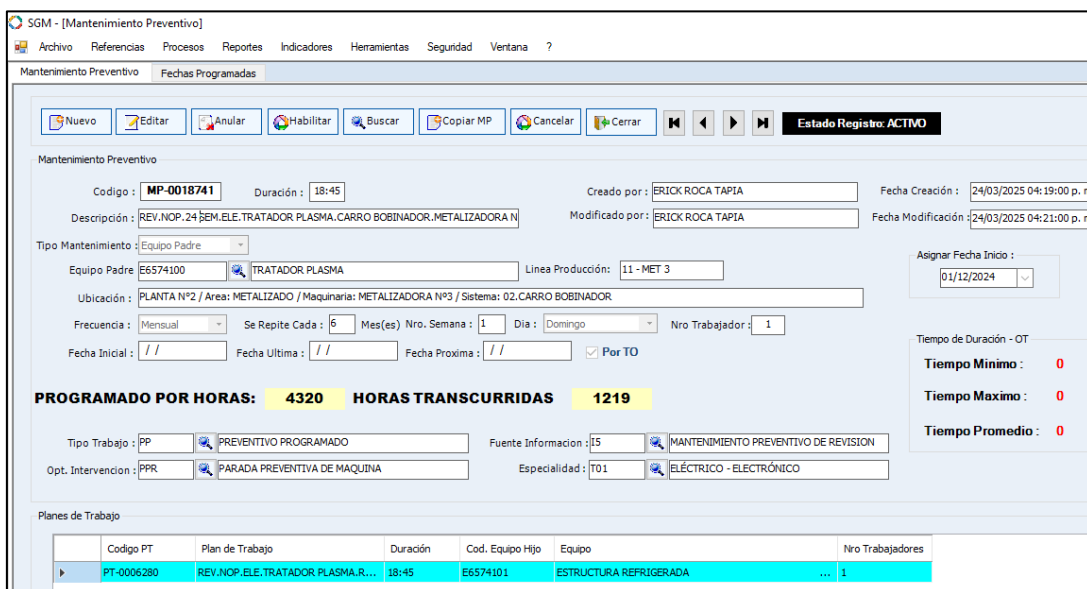
- INS (inspección en situ de los componentes con los instrumentos de medición

termografía, llenado de formato, medición con estetoscopio entre otros), REV (revisión de los componentes, desmontando y verificando el desgaste de los mismos para su posterior sustitución) y SUS (cambios de componentes con una frecuencia anual debido a los detalles en los manuales por los fabricantes y/o experiencia del personal)

- NOP (son actividades no operativas que se realizan cuando la maquina esta parada) y OP (actividades realizadas cuando la maquina esta en marcha).
- SEM (detalla la frecuencia de la actividad por semanas)
- ELE (actividades realacionados a los eléctricos), MEC (mecánicos) y INF (infraestructura)
- Detallamos el equipo a intervenir en este ejemplo es el TRATADOR PLASMA.
- Detallamos el sistema CARRO BOBINADOR.
- Detallamos la maquina METALIZADORA.

Figura 15

Asignación de MP



The screenshot shows the 'Mantenimiento Preventivo' (Preventive Maintenance) form in the SGM system. The form is titled 'Fechas Programadas' and includes a toolbar with actions like 'Nuevo', 'Editar', 'Anular', 'Habilitar', 'Buscar', 'Copiar MP', 'Cancelar', and 'Cerrar'. A status indicator shows 'Estado Registro: ACTIVO'.

Key data fields include:

- Codigo:** MP-0018741
- Duración:** 18:45
- Descripción:** REV.NOP.24 SEM.ELE.TRATADOR PLASMA.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N
- Equipo Padre:** E6574100 TRATADOR PLASMA
- Ubicación:** PLANTA N°2 / Area: METALIZADO / Maquinaria: METALIZADORA N°3 / Sistema: 02.CARRO BOBINADOR
- Frecuencia:** Mensual
- Se Repite Cada:** 6 Mes(es)
- Nro. Semana:** 1
- Dia:** Domingo
- Nro Trabajador:** 1
- Programado por Horas:** 4320
- Horas Transcurridas:** 1219
- Tipo Trabajo:** PP PREVENTIVO PROGRAMADO
- Opt. Intervención:** PPR PARADA PREVENTIVA DE MAQUINA
- Especialidad:** T01 ELÉCTRICO - ELECTRÓNICO

At the bottom, a table titled 'Planes de Trabajo' shows the following entry:

Codigo PT	Plan de Trabajo	Duración	Cod. Equipo Hijo	Equipo	Nro Trabajadores
PT-0006280	REV.NOP.ELE.TRATADOR PLASMA.R...	18:45	E6574101	ESTRUCTURA REFRIGERADA	1

Nota. Información de la empresa.

Asignación de PT: Se detallan las actividades paso a paso que serán desarrolladas para la ejecución de las actividades.

Figura 16

Asignación de PT



Nota. Información de la empresa.

Asignación de fechas: Después de cargar las actividades en las MPs, a estos códigos se generan fechas para programarlos, se realiza mensualmente como se muestra en la siguiente imagen.

Figura 17

Asignación de fechas

The screenshot shows a table of Maintenance Plans (MPs) with the following columns: 'Estadc', 'Código MP', 'Descripción MP', 'Especialidad MP', 'Duración MP', 'Maquina', 'Sistema', 'Equipo', and 'Cada'. The table contains several rows of data, including MP-0008680, MP-0016447, MP-0017850, MP-0014002, MP-0014159, MP-0014160, MP-0014164, MP-0014165, and MP-0014170.

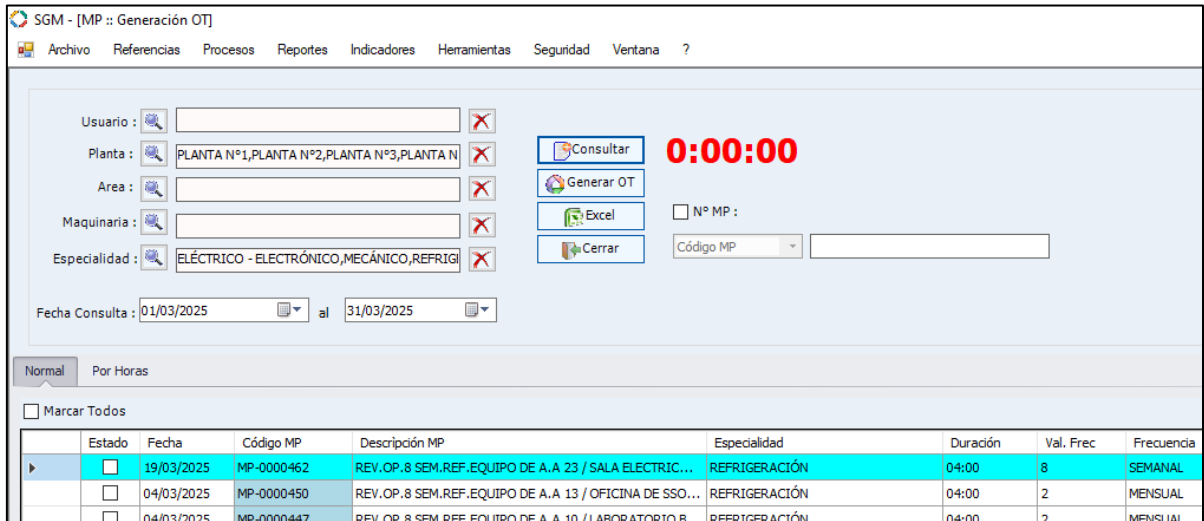
Estadc	Código MP	Descripción MP	Especialidad MP	Duración MP	Maquina	Sistema	Equipo	Cada
<input checked="" type="checkbox"/>	MP-0008680	SERV.TERC.52 SEM.MEC.PLANTA DE OSMOSIS INVERSA ...	CALIDAD DE A...	08:00 ...	SUMINISTRO DE AG...	02.SISTEMA DE DIS...	PLANTA DE O...	1
<input type="checkbox"/>	MP-0016447	SERV.TERC.156 SEM.MEC.PLANTA DE OSMOSIS INVERSA...	CALIDAD DE A...	08:00 ...	SUMINISTRO DE AG...	02.SISTEMA DE DIS...	PLANTA DE O...	3
<input type="checkbox"/>	MP-0017850	SERV.TER.26 SEM.SANITIZACIÓN DE LOS TANQUES DE A...	CALIDAD DE A...	00:15 ...	SUMINISTRO DE AG...	02.SISTEMA DE DIS...	PLANTA DE O...	26
<input type="checkbox"/>	MP-0014002	REV.NOR.4 SEM.MEC.FLEJADORA ELECTRICA N°6.FLEJAD...	MECÁNICO	00:30 ...	EQUIPOS DE SUJECI...	01.FLEJADORAS P5 ...	FLEJADORA E...	4
<input type="checkbox"/>	MP-0014159	REV.NOR.12 SEM.ELE.CORTINAS DE AIRE N°1/ENTRADA ...	ELÉCTRICO - E...	02:00 ...	SUMINISTRO DE AIR...	CORTINAS DE AIRE ...	CORTINAS D...	12
<input type="checkbox"/>	MP-0014160	REV.NOR.12 SEM.ELE.CORTINAS DE AIRE N°2/SALIDA EX...	ELÉCTRICO - E...	02:00 ...	SUMINISTRO DE AIR...	CORTINAS DE AIRE ...	CORTINAS D...	12
<input type="checkbox"/>	MP-0014164	REV.NOR.12 SEM.ELE.CORTINAS DE AIRE N°6/RAMPA 1 - ...	ELÉCTRICO - E...	02:00 ...	SUMINISTRO DE AIR...	CORTINAS DE AIRE ...	CORTINAS D...	12
<input type="checkbox"/>	MP-0014165	REV.NOR.12 SEM.ELE.CORTINAS DE AIRE N°7/RAMPA 2 - ...	ELÉCTRICO - E...	02:00 ...	SUMINISTRO DE AIR...	CORTINAS DE AIRE ...	CORTINAS D...	12
<input type="checkbox"/>	MP-0014170	REV.NOR.12 SEM.ELE.CORTINAS DE AIRE N°12/CALDERO...	ELÉCTRICO - E...	02:00 ...	SUMINISTRO DE AIR...	CORTINAS DE AIRE ...	CORTINAS D...	12

Nota. Información de la empresa.

Asignación de OT: Después de generar fechas para las MPs, se generan las Ots las cuales se asignan por especialidad y maquina según la frecuencia del programa.

Figura 18

Asignación de OT



Estado	Fecha	Código MP	Descripción MP	Especialidad	Duración	Val. Frec	Frecuencia
<input type="checkbox"/>	19/03/2025	MP-0000462	REV.OP.8 SEM.REF.EQUIPO DE A.A 23 / SALA ELECTRIC...	REFRIGERACIÓN	04:00	8	SEMANAL
<input type="checkbox"/>	04/03/2025	MP-0000450	REV.OP.8 SEM.REF.EQUIPO DE A.A 13 / OFICINA DE SSO...	REFRIGERACIÓN	04:00	2	MENSUAL
<input type="checkbox"/>	04/03/2025	MP-0000447	REV.OP.8 SEM.REF.EQUIPO DE A.A 10 / LABORATORIO B...	REFRIGERACIÓN	04:00	2	MENSUAL

Nota. Información de la empresa.

Asignación de OT para técnico: El técnico visualiza las actividades programadas.

Figura 19

Asignación de ot por técnicos

SGM - [Seguimiento de Horas :: Trabajador]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Trabajador: RAMOS TAIPE, GIOMAR VLADIMIR

Tipo: Trabajador - Horas Asignadas

Tipo Trabajo: TODOS

Fecha: 01/03/2025 al 25/03/2025

TRABAJADOR	NRO_OT	DESCRIPCION_OT	DESCRIPCIO
G.RAMOS	590582	SUS.OP.1 SEM.MEC.EXTRACTOR - COCINA (3ER NIVEL).SISTEMA EXTRACCION/INYECCION BOPA N°2...	CONCLUIDO
G.RAMOS	592778	REV.OP.2SEM.MEC.SISTEMA-RECUPERADOR INYECTOR DE AIRE.TDO.BOPA 1-OPA	CONCLUIDO
G.RAMOS	593190	REV.OP.2 SEM.MEC.SECADOR DE AIRE N°3 KAESER TCH45 1282.SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.	CONCLUIDO
G.RAMOS	593189	REV.OP.2 SEM.MEC.SECADOR DE AIRE N°2 KAESER TCH45 1217.SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.	CONCLUIDO
G.RAMOS	593188	REV.OP.2 SEM.MEC.SECADOR DE AIRE N°1 KAESER TCH45 1219.SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.	CONCLUIDO
G.RAMOS	593191	REV.OP.2 SEM.MEC.SECADOR DE AIRE KAESER SECOTEC TF 230 - 2069.BOPA 1	CONCLUIDO
G.RAMOS	593192	REV.OP.2 SEM.MEC.SECADOR DE AIRE KAESER SECOTEC TD61 - 1176.BOPA 2	CONCLUIDO
G.RAMOS	593187	REV.OP.2 SEM.MEC.COMPRESOR DE AIRE N°4 KAESER AS30 8941.SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.	CONCLUIDO
G.RAMOS	593185	REV.OP.2 SEM.MEC.COMPRESOR DE AIRE N°3 KAESER AS30 9072.SUMINISTRO DE AIRE COMPRIMIDO.	CONCLUIDO
G.RAMOS	593186	REV.OP.2 SEM.MEC.COMPRESOR DE AIRE N°2 GA22P ITJ196734.SISTEMA MEZANINE BOPA N°1.SUMI...	CONCLUIDO

Nota. Información de la empresa.

Para evitar errores durante la planificación y la ejecución de tareas de mantenimiento, es crucial adoptar estrategias de gestión y formación continua. En el corazón de estas estrategias se encuentran:

- Definir una política de mantenimiento que sea clara y esté alineada con los objetivos estratégicos de la empresa.
- Usar herramientas adecuadas para la planificación, documentación, seguimiento y evaluación de las operaciones.
- Establecer criterios claros para la priorización de tareas y la implementación de indicadores de rendimiento confiables.
- Involucrar activamente a todos los actores internos y externos en estos procesos, fomentando una comunicación efectiva.
- Invertir en formación continua, apoyo, valorización y desarrollo de las

habilidades del personal de mantenimiento.

- Adoptar estas estrategias conducirá a la optimización de recursos, una mejora significativa de la calidad, una reducción notable de costos, el cumplimiento de estándares y un refuerzo de la satisfacción del cliente.

Una mala priorización de las tareas resulta de la incapacidad para jerarquizar las operaciones según su importancia, urgencia, impacto y factibilidad. Las razones pueden ser diversas: criterios insuficientes, confusión de prioridades, presión de demandas externas o negligencia de riesgos.

La ejecución de un plan de mantenimiento preventivo requiere personal capacitado en técnicas y herramientas específicas que analicen el estado en el que se encuentran los equipos, esto varía dependiendo de la industria y sus operaciones. Control de los equipos. Monitorear las condiciones en las que se encuentran los equipos ayuda a prevenir fallos inesperados que pueden afectar la operación y reduce la necesidad de mantenimiento correctivo.

Control del inventario. Al identificar las necesidades de los equipos e instalaciones, se puede anticipar la compra de piezas, herramientas, productos y recursos requeridos para su mantenimiento. Genera ahorros significativos. Invertir en un plan de mantenimiento preventivo evita gastos futuros de tiempo, energía, mano de obra y dinero cuando se presenta un imprevisto.

Se presenta en la siguiente tabla los tiempos improproductivos:

Tabla 1

Tiempo improductivo 2023

Máquina	Eléctrica	Mecánica	SC	Total
BOPA N°1	136.85	245.39	15.04	397.28
BOPA N°2	407.67	788.84	11.86	1208.37
BOPET N°1	98.95	76.65	0.00	175.60
BOPET N°2	44.30	78.42	0.00	122.72
BOPP N°2	182.45	91.55	0.00	274.00
BOPP N°3	3574.01	168.61	13.92	3756.54
BOPP N°4	499.21	182.55	4.25	686.01
CAST N°1	39.80	34.95	0.00	74.75
CAST N°2	1275.65	186.46	17.50	1479.61
COATING	113.58	33.39	6.61	153.58
CORTADORA ATLAS N°2	35.65	161.95	0.00	197.61
CORTADORA ATLAS N°3	115.93	85.70	2.47	204.10
CORTADORA ATLAS N°4	75.59	117.31	0.00	192.89
CORTADORA ATLAS N°5	67.29	25.98	8.67	101.94
CORTADORA ATLAS N°6	22.36	30.61	0.00	52.97
CORTADORA ATLAS N°7	67.77	88.24	0.00	156.01
CORTADORA ATLAS N°8	14.08	35.11	0.00	49.19
CORTADORA GOEBEL	56.36	206.46	0.00	262.82
CORTADORA M-ATLAS N°2	62.28	60.05	2.27	124.60
CORTADORA M-ATLAS N°3	214.87	87.89	0.00	302.76
CORTADORA M-ATLAS N°4	21.21	88.42	0.00	109.63
CORTADORA TITAN N°1	13.92	8.63	0.00	22.55
CORTADORA TITAN N°2	146.86	66.29	4.58	217.72
CORTADORA TITAN N°3	3.08	26.65	0.00	29.73
CORTADORA TITAN N°4	2.50	3.00	0.00	5.50
CORTADORA TITAN N°5	12.54	4.60	4.25	21.39
CORTADORA TITAN N°6	0.00	49.35	0.00	49.35
CORTADORA X-GOEBEL	72.38	121.17	0.00	193.55
EREMA N°1 (BOPP1)	10.75	8.00	0.00	18.75
EREMA N°2 (BOPP2)	0.00	43.50	0.00	43.50
EREMA N°3 (BOPP3)	8.00	30.75	0.00	38.75
EREMA N°4 (BOPP4)	15.83	57.66	1.20	74.69
EREMA N°5 (CPP COATING)	210.30	14.00	0.00	224.30
EREMA N°6 (BOPET1)	9.50	126.61	0.00	136.11
EREMA N°7 (BOPET2)	1.20	20.55	0.00	21.75
EREMA N°8 (BOPA1)	16.80	56.32	0.00	73.12
EREMA N°9 (BOPA2)	43.60	284.00	0.00	327.60
MASTERBATCH N°2	124.75	333.53	43.00	501.28
MASTERBATCH N°3	99.80	181.60	36.10	317.50
MASTERBATCH N°4	97.00	227.20	18.90	343.10
METALIZADORA N°1	183.36	529.81	294.18	1007.35
METALIZADORA N°2	498.61	430.49	79.33	1008.43
METALIZADORA N°3	206.23	189.59	59.93	455.75
METALIZADORA N°4	142.86	502.69	38.18	683.73
METALIZADORA N°5	328.26	592.15	210.76	1131.17

Nota. Información de la empresa.

3.4. Análisis de falla

Realizar la trazabilidad con frecuencia semanal y validar con los supervisores de

mantenimiento y clientes internos de operación las fallas que han generado tiempos improductivos tanto en las plataformas de reporte de producción como en el software de mantenimiento, todas estas actividades identificadas como fallas deben tener un número de orden de trabajo asociado. En caso no exista una orden de trabajo (OT), el supervisor de mantenimiento debe crearla luego de corroborar que dicho tiempo improductivo es real. Para la selección de los modos de falla que pasaran por un análisis multidisciplinario para identificar las posibles causas del evento se consideraran 5 criterios de apertura las cuales se detallan a continuación:

Impacto a la meta de disponibilidad establecida

Disponibilidad inherente, realizar el cálculo de acuerdo con los tiempos de operación de las diferentes máquinas este tiempo de operación se le restan los tiempos improductivos y se divide entre el mismo tiempo de operación.

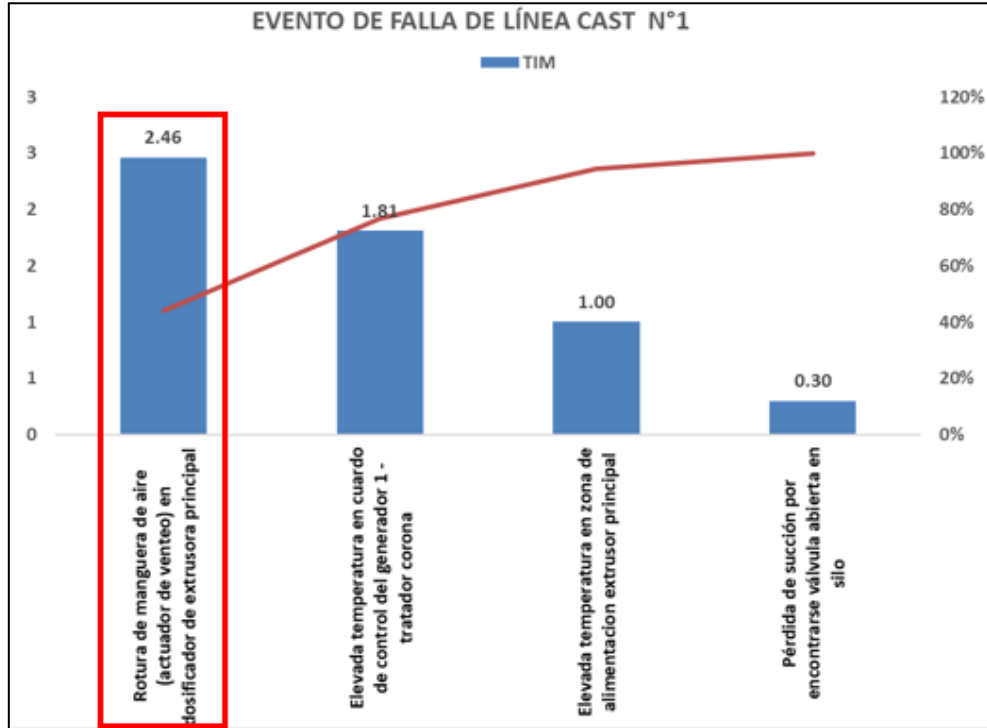
$$\text{Disponibilidad inherente } \% = \frac{\text{Tiempos operación} - \text{Tiempos improductivos}}{\text{Tiempos de operación}}$$

Pareto de máquina

Cuando una falla o evento ocurre dentro del 20 % de las fallas que representan el 80 % del tiempo improductivo (según el principio de Pareto), y afecta a aquellas máquinas que no han alcanzado el valor de disponibilidad inherente establecido como meta en el área de mantenimiento, se considera relevante. Solo se toman en cuenta las máquinas cuyo valor de disponibilidad se encuentra por debajo de la meta establecida. Para identificar las fallas mediante el análisis de Pareto, es necesario verificar a qué máquina corresponde cualquier desviación en los objetivos anuales y determinar, mediante Pareto, cuáles son las fallas que representan el 80 % del impacto en dicha desviación.

Figura 20

Pareto de máquina



Nota. Información de la empresa.

Impacto directo a la disponibilidad, cuando la falla o evento suscitado ha afectado de manera significativa a la disponibilidad del equipo, superando a las 4 horas de parada de máquina. Este análisis multidisciplinario debe realizarse de manera inmediata con todos los involucrados y no se debe esperar hasta una validación de desviación del indicador de disponibilidad inherente.

Impacto por merma generada en líneas de extrusión

Cuando la falla o evento suscitado en una línea de extrusión no genera tiempo improductivo que afecta a la disponibilidad, pero si se generan pérdidas de materiales como la merma generada también debe analizarse con un ACR multidisciplinario de la misma forma que se analiza el impacto directo a la disponibilidad.

Tabla 2

Merma por máquina

MÁQUINA	EVENTO	MERMA
BOPP 2	1. Bajo rendimiento en el guiador de orillas LO por fuga de aceite y obstrucción en el diafragma.	7974 kg
BOPET 2	1. Pérdida de lectura en el sensor de temperatura coextrusora 2.	5425 kg
BOPP 3	1. Disparo del interruptor principal por falso contacto en el chiller carrier 2. Pérdida de control de temperatura en el quemador de la tratadora flama	2299 kg
BOPP 4	1. Alarma en el dosificador principal se evidencio descalibración de la celda de carga 2. Falla en el puente grúa, sobreesfuerzo en el motorreductor del testero.	3348 kg

Nota. Información de la empresa.

Merma (kg) asociada a fallas En el software de reporte de producción se asignan perdidas (mermas) asociadas al arranque después de cada falla.

Falla de operación interna (provocada por mantenimiento)

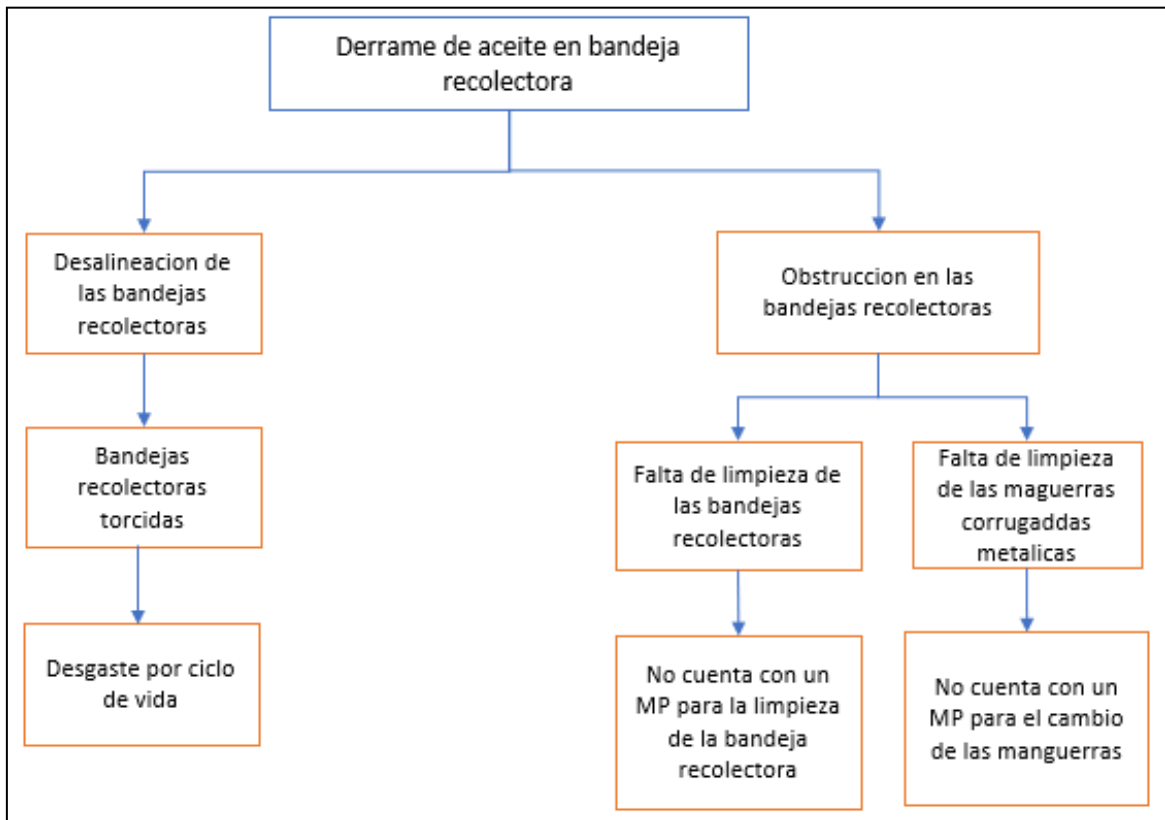
Cuando la falla o evento ha sido generado por una mala maniobra o actividad de mantenimiento, comúnmente conocido como “error humano” debe realizarse el análisis de manera inmediata con todos los involucrados y no se debe esperar hasta una validación de desviación del indicador de disponibilidad inherente. Se debe aperturar un análisis causa raíz multidisciplinario cada vez que una jefatura de mantenimiento y/o

producción lo soliciten, no es necesario esperar hasta una validación de desviación del indicador de disponibilidad inherente.

Se realiza con los acuerdos del área de producción, mantenimiento y calidad sobre los eventos que afectan a la máquina con respecto a la disponibilidad, rendimiento y calidad. En las reuniones multidisciplinarias surgen actividades que deben llegar a cumplirse para mejorar el estado de la máquina o restablecer sus condiciones de operación.

Figura 21

Árbol de falla



Nota. Información de la empresa.

El análisis de falla se complementa con el árbol de fallas, que busca la causa de

la avería y de esta manera realizar planes de acción para evitar que el mismo evento se repita. Se detalla un ejemplo por derrame de aceite en la bandeja recolectora del sistema TDO perteneciente a la línea principal. Los planes de acción se realizan de acuerdo con el impacto de la falla que puede afectar el proceso productivo, costo o seguridad del personal. Estas fallas son analizadas por Pareto, Ishikawa, Jacknife, disponibilidad o MTBF que lo lleva a cabo el ingeniero de confiabilidad. En la reunión multidisciplinaria se mencionan los acuerdos para los planes de acción.

Tabla 3

Planes de acción

Causas	Plan de acción	Responsable	Como
Obstrucción de material residuos plástico y aceite	Realizar la limpieza de las bandejas recolectoras con una frecuencia semestral	Supervisor mecánico A. Ramírez	Agregar al SG la limpieza de las bandejas recolectoras (MP)
Obstrucción de material residuos plástico y aceite	Realizar el cambio de las mangueras recolectoras con una frecuencia anual	Supervisor mecánico A. Ramírez	Agregar al SG el cambio de mangueras recolectoras (MP)
Desgaste de las bandejas recolectoras	Verificar el estado de las bandejas recolectoras y rediseñar	Supervisor Producción R. López	Diseñar una bandeja recolectora

Nota. Información de la empresa.

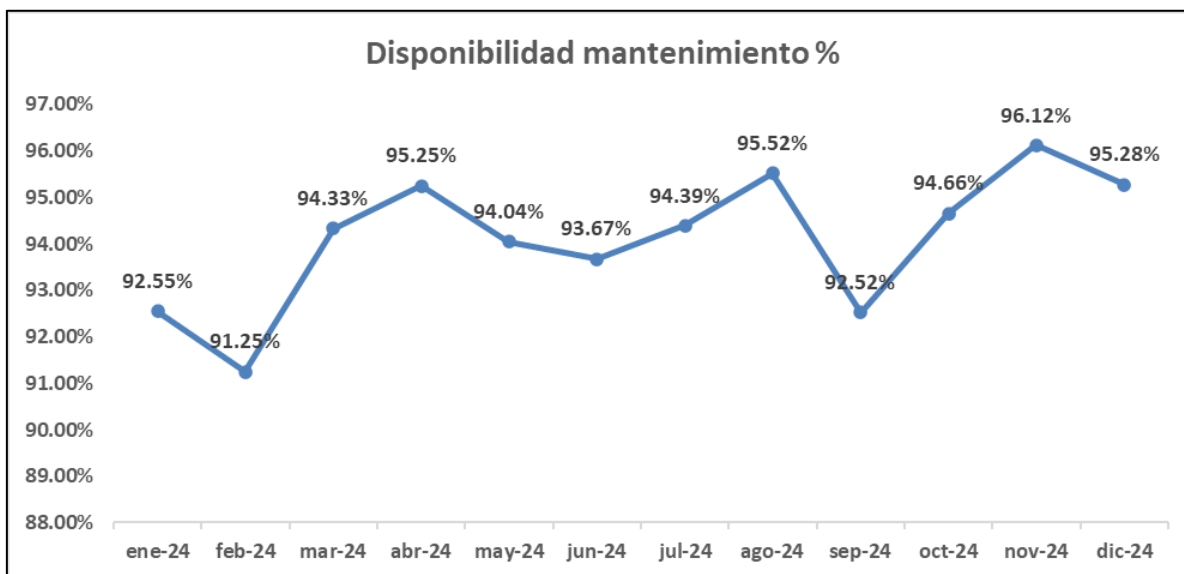
CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Adoptar un plan de mantenimiento preventivo sólido es una de las estrategias clave para prevenir errores en el mantenimiento. Un componente fundamental de este programa es el uso de un software de mantenimiento preventivo, como una solución de SGM, que apoya para alcanzar los resultados esperados de disponibilidad (<90%). tales soluciones ayudan a orquestar y automatizar las actividades de mantenimiento preventivo. Este tipo de programa, más que un simple plan, es una hoja de ruta completa que incluye procedimientos estandarizados para cada tipo de equipo y especifica los roles de cada participante en el proceso de mantenimiento. Esto asegura operaciones consistentes y sistemáticas en cada ocasión.

Se muestra el indicador de disponibilidad después de haber aplicado el plan de mantenimiento en el SGM.

Figura 22

Disponibilidad de mantenimiento 2024

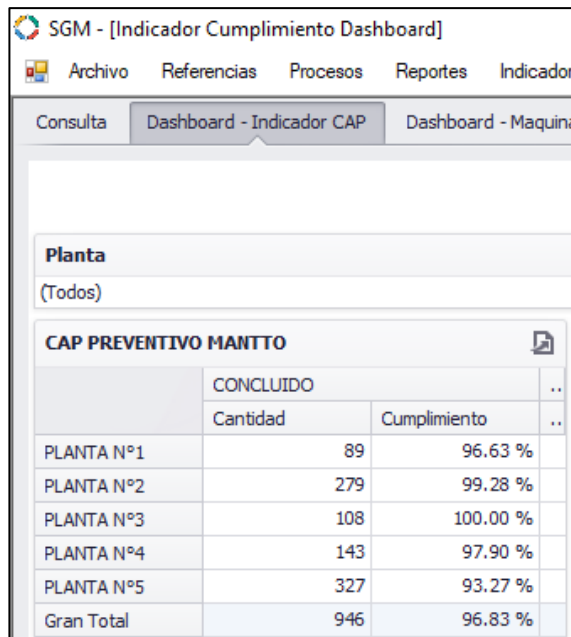


Nota. Información de la empresa.

No solo las averías inesperadas pueden causar una disminución en la productividad, sino que la falta de mantenimiento regular también puede hacer que el activo pierda su eficiencia con el tiempo. Después de un uso continuo, todos los equipos y dispositivos comenzarán a deteriorarse en su función, haciéndolos menos eficientes y confiables. Si bien el deterioro suele ser lo suficientemente lento como para no notar rápidamente cambios significativos, es probable que eventualmente se dé una caída en la producción. Sin embargo, gran parte de este deterioro puede evitarse invirtiendo en un software de mantenimiento para este caso se realizó en el SGM, realizando un plan de mantenimiento preventivo y programando órdenes de trabajo en el momento adecuado. Al cuidar los activos físicos, puede ralentizar este proceso de deterioro, y con ello maximizar la productividad.

Figura 23

Cumplimiento de actividades programadas



SGM - [Indicador Cumplimiento Dashboard]			
Consulta Dashboard - Indicador CAP Dashboard - Maquina			
Planta			
(Todos)			
CAP PREVENTIVO MANTTO			
	CONCLUIDO		..
	Cantidad	Cumplimiento	..
PLANTA N°1	89	96.63 %	
PLANTA N°2	279	99.28 %	
PLANTA N°3	108	100.00 %	
PLANTA N°4	143	97.90 %	
PLANTA N°5	327	93.27 %	
Gran Total	946	96.83 %	

Nota. Información de la empresa.

Es posible que, esperar hasta que un activo muestre signos de problemas o se descomponga por completo antes de realizar el mantenimiento necesario, termine ocasionando que un equipo crucial quede inutilizable durante un período de tiempo significativo. Esto puede implicar una caída en la producción generando retrasos importantes, ventas perdidas, pérdida de contratos y la directa disminución de los ingresos. Por lo tanto, si bien la implementación de un plan de mantenimiento puede parecer un gasto innecesario, el mantenimiento preventivo en realidad debe verse como una inversión que ahorra costos.

Al implementar un correcto plan y usar el SGM, se incurrirá en menos reparaciones importantes. El hecho es que todos los problemas de mantenimiento empeoran con el tiempo, y cuanto más tiempo tardamos en solucionar un problema, más daño puede causar. Otra gran ventaja de este tipo de programas es la capacidad para documentar las actividades de mantenimiento y poner esos datos en manos de los profesionales encargados, junto a informes basados en KPI previamente determinados. Con toda esta información es posible tomar mejores decisiones y optimizar la gestión del mantenimiento.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Se llevó a cabo la implementación del plan de mantenimiento preventivo en el sistema de gestión de mantenimiento (SGM), lo que permitió una gestión más eficiente de la programación de actividades. Esta mejora facilitó la inspección, revisión y/o sustitución de componentes, anticipándose a posibles fallas y logrando un incremento en el valor de disponibilidad (<90%) en comparación con el periodo de 2023.

Se asignaron los recursos necesarios para la implementación del plan de mantenimiento preventivo, que incluyó medidas de seguridad, protección para la maquinaria, adquisición de nueva indumentaria para los técnicos y la realización de talleres y charlas de sensibilización. Estas acciones fueron clave para asegurar un seguimiento adecuado en la ejecución de las actividades.

El análisis de los diagramas de Pareto reveló que la falta de programas de mantenimiento preventivo en OBEN GROUP afecta el rendimiento de las máquinas críticas estudiadas, lo que provoca interrupciones no planificadas durante el proceso de producción. En lugar de adoptar un enfoque de mantenimiento preventivo, la empresa recurría al mantenimiento correctivo, lo que generaba mayores costos por reparaciones y aumentaba los tiempos de inactividad. Este enfoque resultaba en un uso subóptimo de las máquinas y una disminución de su vida útil, lo que se traduce en mayores costos operativos para la empresa.

Recomendaciones

Las rutinas de mantenimiento preventivo sugeridas en este estudio están fundamentadas en una programación inicial basada en la experiencia del supervisor o en la consulta de los manuales de los equipos. No obstante, a medida que se implemente el mantenimiento preventivo, será fundamental incorporar nuevas rutinas que contribuyan a mejorar el rendimiento del mantenimiento. El objetivo es abarcar de manera integral todas las áreas necesarias para garantizar un funcionamiento óptimo.

Es aconsejable continuar actualizando y perfeccionando el plan de mantenimiento preventivo para cada máquina, de manera que se logre evitar reparaciones imprevistas o fallas en la producción. Con el tiempo, este enfoque permitirá alcanzar una programación de mantenimiento más eficiente y predecible.

Resulta esencial mantener un registro organizado de los mantenimientos realizados y de las fallas ocurridas, lo cual facilitará la estimación de la vida útil y el ciclo de mantenimiento necesario para cada equipo.

Además, se recomienda proporcionar capacitaciones y talleres a los técnicos sobre nuevas tecnologías y estrategias de mantenimiento. Esto permitirá nutrir de manera más eficaz el plan de mantenimiento preventivo, asegurando que los técnicos estén preparados para implementar y ejecutar el plan de manera eficiente.

REFERENCIAS

- Abambari-Vera, J. A., & Pérez-Vega, E. (2020). Epistemic approaches on maintenance as a basis for its application in the empacadora de conservas Herfraga, S.A. *Ciencias Económicas y Empresariales*, 6(3), 641-661.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i3.1304>
- Alvarado-Betancourt, E., & Sabando-Piguabe, L. (2021). Sistema de gestión de mantenimiento basado en confiabilidad. Caso de estudio: Planta de tratamiento de agua empresa DIALILIFE. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*, 4(8), 46-77. <https://doi.org/10.46296/ig.v4i8.0023>
- Añamuro, M. (2021). Plan de mantenimiento para incrementar la disponibilidad del electrofiltro humedo de la planta de acido en la refinería zinc Cajamarquilla - Nexa Resources. *Univerdidad Nacional del Callao*, 130.
<http://hdl.handle.net/20.500.12952/5053>
- Anyelina, M., & Adrianzén, M. E. A. (2023). Preventive Maintenance Management Proposal to Increase the Availability of Online Sealing and Packaging of Canned Tuna, Ancash 2022. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, 2023-July*, 1-9.
<https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.760>
- Aquino Manya, W., & Atalaya Castrejón, S. (2020). *Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de equipos de la empresa Global Truck E.I.R.L. 2018 - 2019* [Universidad Privada del Norte].

[https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26312/Aquino Manya
Wilder_Atalya Castrejon Steve.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/26312/Aquino_Manya_Wilder_Atalya_Castrejon_Steve.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Arias, J., & Padilla, J. (2024). *Propuesta de mejora para incrementar la disponibilidad productiva de conectores de mangueras de gas en una empresa metalmecánica utilizando herramientas Lean Manufacturing.*

Arroyo, C., & Obando, R. (2022). Importancia de la implementación de mantenimiento preventivo en las plantas de producción para optimizar procesos. *Journal of Engineering Science*, 4, 59-69. <https://doi.org/10.53734/esci.vol4.id240>

Barrera Medina, C. (2020). *Propuesta de un Modelo de Confiabilidad QA para Mantenimiento Overhaul en la Empresa PCB Ingeniería SAS* (Número February). Universidad ECCI.

Bazán Meza, F. (2020). Implementación del TPM para mejorar la disponibilidad en las máquinas RAMA de la empresa Textiles Camones S.A., Puente Piedra 2019 [Universidad César Vallejo]. En *Google Academico*.
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50737/Cusma_GM-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Canahua Apaza, N. M. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmecánica. *Industrial Data*, 24(1), 49-76. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>

Chica-Castro, L. A., Solis-Ferrer, H. E., Garofalo-Largo, V. H., & Jiménez-León, F. G.

(2024). Preventive maintenance management system to reduce failure rates in the business production process . Sistema de gestión de mantenimiento preventivo para reducir índices de fallas en el proceso productivo empresarial . Resumen. *Journal Scientific Investigar*, 8(3), 3048-3064.

Cruz, C. (2023). Aplicación de técnicas de comprobación geométrica en mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de hornos rotatorios en una empresa de servicios de mantenimiento a cementeras. En *Repositorio UPN*. [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].

Espinosa Martínez, J. U., de la Paz Martínez, E. M., Pérez Bermúdez, R. A., & Acosta Pérez, I. (2020). Contribución Del Mantenimiento Centrado En La Confiabilidad Para El Estudio De Fallos a Equipos Consumidores De Energía Eléctrica. *Revista Centro Azúcar*, 47(1), 22-32. <http://scielo.sld.cu/pdf/caz/v47n1/2223-4861-caz-47-01-22.pdf>

Flores, M., Medina, D., Vargas, D., & Remache-Vinueza, B. (2020). Asignación de modelos de mantenimiento basada en la criticidad y disponibilidad del equipo. *CienciAmerica*, 9(4). <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33210/ca.v9i4.340>

Gallozo, Z. (2020). GESTIÓN DE MANTENIMIENTO Y DISPONIBILIDAD DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS EN EL SECTOR MINERO, 2015-2020. UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA. *Ucv*, 8. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/24313/sequence=1&isAllowed=y>

- Gordillo Santana, O. E., & Sierra Arévalo, O. A. (2022). *Propuesta de mejora al plan de mantenimiento para los equipos de mayor criticidad en la empresa OSG aplicando la metodología RCM*. Universidad ECCI.
- Herrera-Sánchez, G., Morán-Bravo, L. del C., Gallardo-Navarro, J., & Silva-Juárez, A. (2020). Gestión del mantenimiento y la industria 4.0. *Revista de Ingeniería Innovativa*, 4(15), 18-28. <https://doi.org/10.35429/joie.2020.15.4.18.28>
- Medina, R. (2022). Tipos de mantenimiento en las unidades de medición de producción de pozos petroleros. *Revista Enfoques*, 6(21), 37-49. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v6i21.124>
- More, J. (2022). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo basado en RCM del motor Deutz Jumbo Empernador Bolter 77D modelo 141 para Mejorar su Disponibilidad Operacional de la empresa Cori Puno S.A.C. [Tesis de grado - Universidad Tecnológica del Perú]. En *Repositorio institucional UTP*. <https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/7621>
- Moreano-Castillo, F., & Pérez-Vega, E. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para la mejora del índice de falla de un sistema de transporte neumático. *Revista Científica Dominio de las Ciencias*, 6(4), 307-323. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i4.1469>
- Muñante Tipiani, J. L. (2019). *Propuesta de un sistema de gestión de mantenimiento para una empresa del rubro metalmeccánico*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

- Ordoñez Gamarra, R., Rodríguez, S., & Yupanqui, E. (2024). Implementation of reliability-centered maintenance (RCM) to improve the availability of CL120 Freightliner tractors in J & J Transportes y Soluciones Integrales Inc. *LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, 91(22), 1-11.
- Paez Advincula, R. R. (2022). Importancia de la ingeniería de confiabilidad operacional para el desarrollo empresarial. *Industrial Data*, 25(1), 137-156.
<https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.21224>
- Pérez González, A. (2021). *Disponibilidad y eficiencia de equipos dinámicos mediante el análisis de vibraciones como parte del mantenimiento predictivo en la Empresa Termoeléctrica Cienfuegos* . (Número December) [Universidad de Cienfuegos Casrlos Rafael Rodríguez]. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31598.95042>
- Pillado Portillo, M., Castillo Pérez, V. H., & De la Riva Rodríguez, J. (2022). Metodología de administración para el mantenimiento preventivo como base de la confiabilidad de las máquinas. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 12(24). <https://doi.org/10.23913/ride.v12i24.1218>
- Pumazon Moreno, A. J., & Villegas Ramos, M. A. (2020). Implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo para Mejorar la Confiabilidad de los Equipos Eléctricos del Laminador 2 - Siderperu, Chimbote 2020 [Universidad Andina del Cusco]. En *Universidad Andina del Cusco*.
http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/47102/Gutierrez_RS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Rayme Flores, M. S., & Diaz Dumont, J. R. (2021). Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición. *Qantu Yachay*, 1(1), 59-66. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1.8>

Urquiza, A. M. (2023). Implementación de un plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de las máquinas críticas en la empresa Cynara Perú S.A.C., 2021 [Universidad Continental]. En *Universidad Continental*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13449/3/IV_FIN_108_TE_Urquiza_Leon_2023.pdf

Villegas, D. (2020). Plan de mantenimiento preventivo para mejorar la disponibilidad de los motores eléctricos de palas P&H, Caso: Empresa Minera Del Sur Del Perú. *SELL Journal*, 5(1), 55.

Zegarra Reynoso, J. A., & Mendoza Candiotti, J. J. (2024). Availability management of preventivemaintenance in fleets of electric stackers. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 13738-13750. https://doi.org/https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4

ANEXOS

Anexo A. Fallas en los equipos por falta de mantenimiento preventivo. Las fallas son estudiadas en un ACR para determinar si requieren una generación de MPs.

MAQUINA	FECHA	TIEMPO	MODO FALLA
CORTADORA ATLAS N°8	10/01/2023 13:30	0.50	Falla bobinador de refile LO
EREMA N°9	11/01/2023 22:38	1.50	Falso contacto en switch pistón-filtro
BOPA N°2	17/01/2023 05:00	2.17	Falla en sensores de dado
BOPA N°2	18/01/2023 07:30	18.01	Mal montaje de adaptador
BOPA N°1	23/01/2023 10:51	1.38	Alarma en la tratadora corona inferior
BOPA N°1	23/01/2023 12:34	1.30	Elevación de temperatura en el chiller
BOPA N°1	23/01/2023 14:32	0.10	Alarma en el tratador corona inferior
BOPA N°1	27/01/2023 13:54	1.45	Bajo rendimiento dosing
BOPA N°1	28/01/2023 19:36	0.33	Alarma en el tratador corona inferior
CORTADORA M-ATLAS N°3	08/02/2023 08:50	2.00	Cambio de rodamiento brazo n°1
BOPA N°2	14/02/2023 06:00	2.82	Problemas con el portafiltro
BOPA N°2	14/02/2023 09:30	3.62	Problemas con el portafiltro
BOPA N°2	14/02/2023 22:14	1.38	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	14/02/2023 23:37	3.02	Atascamiento en molino refile
BOPA N°2	15/02/2023 00:31	2.12	Atascamiento en molino refile
BOPA N°2	15/02/2023 09:35	0.96	Parada de linea por falla electrica en el tdo
BOPA N°2	15/02/2023 23:23	0.40	Alarma de clip cooling para TDO
BOPA N°2	16/02/2023 20:28	1.50	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	17/02/2023 18:16	0.45	Alarma de clip cooling para TDO
BOPA N°2	23/02/2023 07:45	1.13	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	23/02/2023 10:08	0.35	Alarma alto torque en motor extrusor
BOPA N°2	23/02/2023 11:16	0.35	Alarma alto torque en motor extrusor
BOPA N°2	25/02/2023 11:08	1.73	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	25/02/2023 21:22	0.80	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	26/02/2023 06:05	1.13	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
CORTADORA M-ATLAS N°3	24/02/2023 14:50	0.40	Rotura de faja brazo interior
CORTADORA M-ATLAS N°3	24/02/2023 16:30	0.30	Bajo rendimiento oscilador
BOPA N°2	27/02/2023 12:27	3.11	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	27/02/2023 20:00	1.12	Alarma en rodillo corona por fuga a tierra
BOPA N°2	28/02/2023 15:34	0.07	Bajo rendimiento del caldero
METALIZADORA N°5	01/03/2023 06:10	0.33	Alarma sensor de vacio
BOPA N°2	01/03/2023 07:53	1.45	Aglomeracion de material en el dosificador principal
METALIZADORA N°5	01/03/2023 10:16	0.57	Alarma sensor de vacio
BOPA N°2	01/03/2023 23:41	0.47	Alarma de clip cooling
BOPA N°2	02/03/2023 06:00	4.00	Bajo rendimiento de puente grua
BOPA N°2	02/03/2023 15:27	0.56	Alarma en tratador corona
BOPA N°2	03/03/2023 09:05	1.30	Alarma en tratador corona
BOPA N°2	03/03/2023 14:53	0.91	Bajo rendimiento de puente grua
CORTADORA ATLAS N°8	03/03/2023 15:00	1.45	Bajo rendimiento de puente grua
BOPA N°2	04/03/2023 14:14	0.27	Trabamiento de motor n°2 sistema de bombeo MDO
BOPA N°2	04/03/2023 15:47	0.40	Trabamiento de motor n°2 sistema de bombeo MDO
BOPA N°2	06/03/2023 18:25	0.20	Alarma en tratador corona
CORTADORA ATLAS N°8	07/03/2023 17:00	2.45	Bajo rendimiento de puente grua
METALIZADORA N°5	11/03/2023 10:00	1.00	Faja suelta en rodillo drum
METALIZADORA N°5	11/03/2023 11:00	4.00	Alarma sensor de vacio

Anexo B. Excel de mantenimiento que se usaba antiguamente para desarrollar las actividades

Codigo	Descripcion	Planta	Area	Maquinaria	Sistema	Codigo Eq. Pa
MP-0018240	REV.NOP.24 SEM.ELE.ENCODER BOBINADOR.RODILLO N°13.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2013000
MP-0018239	REV.NOP.24 SEM.ELE.ENCODER DESBOBINADOR .RODILLO N°1.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2002000
MP-0018238	REV.NOP.16 SEM.MECL.VALVULA PROPORCIONAL .SUMINISTRO DE AGUA.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	01. REFRIGERACION	E2053000
MP-0018237	REV.NOP.16 SEM.MECL. PISTON NEUMATICO .FLAP.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	03. CAMARA DE VACIO	E2061000
MP-0018236	REV.NOP.16 SEM.MECL. PISTON NEUMATICO .VALVULAS DE VENTEO ALTO VACIO.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	03. CAMARA DE VACIO	E2029000
MP-0018235	REV.NOP.16 SEM.MECL. PISTON NEUMATICO .VALVULA ALTO VACIO.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	05. UNIDAD DE VACIO	E2073000
MP-0018234	REV.NOP.52 SEM.MEC.LIMPIEZA DE TANQUE GLICOL .CHILLER.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	01. REFRIGERACION	E2050000
MP-0018233	REV.NOP.52 SEM.MEC.REDUCTOR . CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2014000
MP-0018232	REV.NOP.52 SEM.MEC.REDUCTOR . REVESTIMIENTO/DRUM.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2006000
MP-0018231	REV.NOP.52 SEM.MEC.REDUCTOR SEW. BRAZO PIVOTE.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2012000
MP-0018230	REV.NOP.52 SEM.MEC.ACOPLE NEUMATICO. BRAZO PIVOTE.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2012000
MP-0018229	REV.NOP.4 SEM.MEC.SISTEMA TUBERIA,SISTEMA DE REFILO - PRS.BOPA N°2 - SPA	PLANTA N°5	EXTRUSIÓN BOPA	BOPA N°2 - SPA	10.PRS	E5201000
MP-0018228	REV.NOP.4 SEM.MEC.SISTEMA TUBERIA,SISTEMA DE REFILO - PRS.BOPA N°1 - OPA.	PLANTA N°5	EXTRUSIÓN BOPA	BOPA N°1 - OPA	10. PRS	E1400000
MP-0018227	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO N°12- DE PASO 7 / BRAZO PIVOTE.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2013500
MP-0018226	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO - EJE EXPANDIBLE 1.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5.	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2013000
MP-0018226	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO - EJE EXPANDIBLE 1.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5.	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2013000
MP-0018225	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLOS N°11-DE PASO6/ BRAZO PIVOTE.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2012000
MP-0018224	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO N°10 - BANANO SUPERIOR/ ALISADOR.CARRO BOBINADOR.METALIZADO	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2011000
MP-0018223	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO N°9- DE PASO 5.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5.	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2010000
MP-0018222	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO N°8 - DE PASO 4.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5.	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2009000
MP-0018221	SUS.NOP.52 SEM.MEC.RODILLO N°7- DE TENSADO.CARRO BOBINADOR.METALIZADORA N°5.	PLANTA N°5	METALIZADO	METALIZADORA N°5	02. CARRO BOBINADOR	E2008000

Anexo C. Solicitud de parada preventiva en máquina, Las actividades de parada de maquina lo solicita en jefe de mantenimiento conjuntamente después de haber tenido una reunión con el área de producción.

SGM - [Seguimientos de Paradas]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Parada Pivot Calendario de Parada Reporte

Datos

Código	PROG-0000627	Planta.	PLANTA N°5	Actividades Importantes	LIMPIEZA DE HUSILLO POR SALIDA DE EVOH
Maquinaria.	EREMA N°8 (BOPA 1) - PLANTA N°5				
Grupo Mantt.	G2184 PARADA EREMA 8 MARZO 2025				
Fecha Inicio Prog.	07/03/2025	Fecha Fin Prog.	10/03/2025		
Fecha Inicio Trab.	07/03/2025 10:00	Fecha Fin Trab.	10/03/2025 12:00		
Fecha Inicio Eje.	07/03/2025 10:00	Fecha Fin Eje.	10/03/2025 12:00		
Tiempo Solicitado	45 hr(s)	Estado	CONCLUIDO		
Tiempo Ejecutado	74 hr(s)	P.C.	85.71	%	
Responsable.	SALCEDO MIO, JOSE EDUARDO				
Revisado.	DIAZ MODESTO, GENESIS				
Aprobado.	QUIÑONES VASQUEZ, RENEE AGUSTÍN				

Cancelar Concluir Ver Reporte

Anexo D. Indicador de disponibilidad por maquinas, Se detalla los indicadores de mantenimiento de las máquinas de extrusión.

SGM - [Indicador Disponibilidad Maquinas]

Archivo Referencias Procesos Reportes Indicadores Herramientas Seguridad Ventana ?

Busqueda

Línea: EXTRUSION Maquinas | Machines: BOPP 1, BOPP 2, CAST 1, COATING, BOPP 3, BOP

Rango de Fechas

Inicio: 01/01/2024 Fin: 31/12/2024

Acciones

Consultar Excel

Arrastre una columna aquí para agrupar por dicha columna

Codigo Machine	Nombre Maquina	MTBF	MTTR	Calculo Disponibilidad
28	BOPA 1	107.50	1.28	98.82 %
13	BOPET 2	182.97	2.78	98.50 %
05	BOPP 3	127.01	3.09	97.62 %
07	CAST 2	103.68	2.60	97.56 %
06	BOPP 4	91.77	2.84	97.00 %
03	CAST 1	109.30	3.88	96.57 %
35	BOPA 2	26.79	1.78	93.79 %
04	COATING	21.13	2.05	91.14 %