

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC SEDE MANAGUA**



**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
CARRERA INGENIERIA INDUSTRIAL**

Proyecto de investigación para optar al título de Ingeniero Industrial

TEMA DE MONOGRAFIA

Propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento industrial para mejorar la eficiencia de los molinos del área de elaboración de compañía cervecera de nicaragua durante el período febrero - mayo del año 2022

AUTORES:

Br. Heyson Moisés Herrera Cruz

Br. Luis Enrique López

Br. Jimmy Alexander Jarquín

TUTOR:

MSc. José María Silva

Managua, mes de junio del año 2022

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC SEDE MANAGUA**

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS MANAGUA



COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Curso de Culminación en Proyecto de Investigación para optar al título de Ingeniería

Industrial

AVAL DEL TUTOR

Msc. José María Silva Guzmán tiene a bien:

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: **“Propuesta de un modelo de gestión del mantenimiento para mejorar la eficiencia de los molinos del área de elaboración de compañía cervecera de Nicaragua, durante el período de febrero a mayo 2022”**, elaborado por los estudiantes **Heyson Moisés Herrera Cruz, Luis Enrique López y Jimmy Alexander Jarquín**, ha sido dirigida por el suscrito.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, doy de conformidad a la presentación de dicho trabajo de culminación de estudios para proceder a su lectura y defensa, de acuerdo con la normativa vigente del Reglamento de Régimen Académico Estudiantil y Reglamento de Investigación, Innovación y Transferencia.

Para que conste donde proceda, se firma la presente en UCC Campus Managua a los **12 días de junio 2022**.

Msc. José María Silva

A handwritten signature in blue ink, appearing to be 'José María Silva', is written over a light blue circular stamp or watermark.

DEDICATORIA

Primeramente, dedicamos este trabajo a Dios que nos brinda sabiduría, amor y paciencia, nos ayuda en los momentos más difíciles llenándonos de ese valor que nos fortalece no solo como trabajo de grupo, sino como personas. A la vez también dedicamos este trabajo a la UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES por encomendarnos la labor de realizar la presente monografía que amplía nuestra capacidad intelectual, y al Maestro José María Silva que nos brindó su sabiduría en distintos campos del conocimiento, ayudándonos así en varios aspectos que requerimos para el desarrollo y finalización de nuestro informe.

Dedicamos también este trabajo a nuestros padres que nos brindaron apoyo y fortaleza en el desarrollo y transcurso de este, ayudándonos a concluir satisfactoriamente lo encomendado.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios en primer lugar por darnos la oportunidad de seguir viviendo, a nuestros padres por su apoyo y amor, a nuestras familias por estar siempre con nosotros y nuestros amigos por hacer que nuestras vidas sean distintas, también se le agradece al profesor José María Silva que como profesor de este curso nos ha orientado, apoyado y corregido en nuestra labor académica con un interés y una entrega que han sobrepasado con mucho todas las expectativas, que como alumnos depositamos en su persona, todas estas personas han influido en nuestras vidas para llenarla y darle sentido a ella por eso siempre les agradeceremos por ser parte de nuestro mundo y compartir tantas experiencias con nosotros.

INDICE

CONTENIDO

RESUMEN.....	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN.....	10
I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION	11
1.1- Antecedentes.....	11
1.1.1 Antecedente Nacional.	11
1.1.2 Antecedente Internacional.....	12
1.1.3 Antecedente Regional.....	13
1.2 Objetivos de la Investigación	14
1.2.1-Objetivo General	14
1.2.2- Objetivos específicos	14
1.3 Descripción del problema y pregunta de Investigación.	15
1.4 Justificación	16
1.5 Hipótesis.....	17
1.6 Variables.....	18
II. Marco Referencial.....	20
2.1 Estado del arte	20
2.2 Marco Contextual.....	23
2.2.1 Generalidades de la empresa	23
2.2.2 Gestión del mantenimiento de Equipos	25
2.2.3 Importancia de la Gestión del Mantenimiento Industrial	26
2.2.4 Objetivos de la Gestión del Mantenimiento Industrial	28
2.2.5 Los principales objetivos de la gestión del mantenimiento son:.....	29

2.2.6 Funciones de la Gestión del mantenimiento Industrial	30
2.2.7 Disponibilidad de Equipos.....	32
2.2.8 LA DISPONIBILIDAD	33
2.2.9 IMPORTANCIA DE LA DATA MTBF Y MTTR.....	35
2.2.10 Eficiencia General de Equipos	36
2.2.10.1 ¿Cómo se mide la OEE?	37
2.2.11 Mantenimiento Industrial.....	40
2.2.11.1Mantenimiento Correctivo.....	40
2.2.11.2 Mantenimiento Predictivo.....	40
2.2.11.3 Mantenimiento Preventivo.....	41
2.2.11.4Objetivos del Mantenimiento	41
2.2.11.5Confiabilidad del Mantenimiento	42
2.2.12¿Qué es el mantenimiento centrado en la confiabilidad?	43
2.2.12.1 RCM	45
2.2.13 Procesos de Molienda en la Industria Cervecera	54
2.2.13.1Figura2: Proceso de molienda	54
2.2.13.2Tipos de moliendas.....	55
2.2.13.3Molienda Seca	55
2.2.14Sistema SAP.....	23
III.Diseño Metodológico	58
Generalidades.....	58
3.1 Tipo de Investigación.....	59
3.2 Área de estudio.....	61
3.3 Población y Muestra.....	61
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	62
3.5 Operacionalización de las variables.....	65

IV. Analisis de resultados	69
4.1 Objetivo 1	69
4.1.1Entrevista realizada a supervisor de elaboración	73
4.1.2Evidencias de la entrevista	74
4.1.3Evidencias: Ordenes de trabajo, para efectuar mantenimientos	75
4.1.4Resultados de la entrevista	76
4.2 Objetivo 2:	78
4.3 Objtetivo 3	79
4.3.1 Indicador de disponibilidad Elaboracion	80
4.3.2 Indicador de Paros no Programados	81
4.3.3 Indicador Tiempo medio entre fallas (TMBF)	82
4.3.3 Indicador Tiempo medio para Reparar(MTTR)	83
V. CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION	84
VI. RECOMENDACIONES	86
VII. Bibliografía	87
VIII. ANEXOS	89

RESUMEN

El presente trabajo de titulación expone una propuesta de un modelo de gestión de mantenimiento industrial para mejorar la eficiencia de los molinos del área de elaboración de Compañía Cervecera de Nicaragua. El proyecto está dividido en capítulos que describen el desarrollo de este. Para empezar, se realizó el marco teórico el cual abarca datos generales necesarios para luego poner en marcha la ejecución de este en base a lo investigado, la investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo de tipo descriptivo además de tener un diseño no experimental. Se han recibido informes que reportan paros recurrentes que se presentaron en el área de molienda durante los años 2020 y 2021. Se analizó la puesta en marcha del actual mantenimiento las dificultades presentadas durante este proceso y las diferentes variables dependientes e independientes que influyen en que se detenga la operación de las moliendas primarias. La propuesta de implementación del sistema de Mantenimiento Productivo Total -TPM- pretende mejorar los índices de disponibilidad de las moliendas primarias, reduciendo los tiempos de paradas e incrementado la productividad laboral, a partir de alertas tempranas que indiquen por medio de alarmas de predicciones, fallas en las moliendas primarias que se podrán detectar a tiempo. Esto mejoraría la productividad total, una condición necesaria para la competitividad. Además, se busca que esta propuesta sirva de modelo para futuros trabajos y capacitaciones en otras áreas de la empresa con el fin de que los colaboradores de la planta Compañía Cervecera de Nicaragua logren identificar posibles fallas, evitando los sobrecostos de mantenimiento.

Palabras Clave: Propuesta, Mantenimiento productivo total, fallas, Sistema, proceso industrial.

ABSTRACT

This degree work presents a proposal for an industrial maintenance management model to improve the efficiency of the mills in the production area of Compañía Cervecería de Nicaragua. The project is divided into chapters that describe its development. To begin with, the theoretical framework was carried out, which includes general data necessary to then start the execution of this based on what was investigated, the research was developed under a quantitative approach of a descriptive type in addition to having a non-experimental design. Reports have been received that report recurring stoppages that occurred in the grinding area during the years 2020 and 2021. The start-up of the current maintenance was analyzed, the difficulties presented during this process and the different dependent and independent variables that influence it to stop the operation of the primary mills. The proposal for the implementation of the Total Productive Maintenance system -TPM- aims to improve availability rates of primary grindings, reducing downtime and increasing the labor productivity, from early warnings that indicate through prediction alarms, failures in the primary grindings that can be detected in time. This would improve total productivity, a necessary condition for competitiveness. In addition, it is intended that this proposal serve as a model for future work and training in other areas of the company so that the employees of the Compañía Cervecería de Nicaragua plant can identify possible failures, avoiding maintenance cost overruns.

Keywords: Proposal, total productive maintenance, failures, System, industrial process.

INTRODUCCIÓN

El mantenimiento industrial es la base del rendimiento y aseguramiento de las maquinas que aportan eficiencia y calidad en el sistema productivo, buscando la fiabilidad y estabilidad de la empresa. Para lograr esto, es necesario la implementación de un Modelo de gestión del Mantenimiento que ayude a ejercer un control de las maquinarias y evitar intervalos no provechosos por correcciones en el proceso. La demanda social actualmente exige a las empresas un mejor rendimiento en la producción, situación que no se cumple gran parte por un plan de mantenimiento mal efectuado o deficiente. Ante la oportunidad de desarrollar un trabajo investigativo de Ingeniería Industrial, en la Compañía Cervecera de Nicaragua S.A (Grupo CCN) Managua, se realizó el presente trabajo que se enfoca en el análisis de herramientas y estrategias utilizadas en molinos trituradores de materia prima del área de elaboración ejercido por el departamento de Mantenimiento de la empresa, área que forma uno de los principales pilares fundamentales en el sustento de la producción de la variedad de Cervezas Nicaragüenses; con el fin de implementar algunas mejoras en dicha gestión de mantenimiento a través de indicadores, en busca de mejorar su eficacia y eficiencia. La importancia de realizar este tipo de investigación recae en la necesidad de aseguramiento y disponibilidad de las maquinarias en el área de elaboración, la cual se puede lograr ejerciendo un correcto mantenimiento en cada activo aportando a los indicadores que se plantearan al final de la investigación; esto permite minimizar en gran margen los paros de producción imprevistos, logrando así incrementar la productividad y vida útil de las maquinarias. La investigación presentada a continuación es descriptiva y basada en números que permitan cuantificar las pérdidas y mejoras en el plan de mantenimiento, para la recopilación de información se realizó una entrevista y una guía de observación abarcando las variables a estudiar (recursos, tipos de mantenimiento y plan de mantenimiento), así mismo, se utilizaron protocolos y manuales de mantenimiento, facilitados por el jefe del departamento de Mantenimiento.

I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACION

1.1- Antecedentes

A Continuación, se describen los antecedentes relacionados con las variables de una gestión de mantenimiento industrial, seleccionados de acuerdo con la relevancia de sus aportes teóricos y metodológicos, para la interpretación de los procesos que se pretenden analizar en la presente investigación.

1.1.1. Antecedente Nacional.

Oscar Antonio Chow Pineda, (Managua, Nicaragua 16 de Julio del 2007), realizo un trabajo de tesis de grado para optar al grado de Ingeniero Industrial en la Universidad Americana, la cual se encuentra titulada Diseño de un Plan de Gestión de Mantenimiento a la medida para ESKIMO INDUSTRIAL, en la línea de producción de paletas, VITALINE, año 2007. El propósito de la investigación fue diseño para un Plan de Gestión de Mantenimiento a la medida para ESKIMO INDUSTRIAL, en la línea de producción de paletas, basada teóricamente en autores como Roberto Rosaler, O., James. Rice Associates (septiembre 1996), K. Hodson, William. (agosto 1996), Luis Cuatrecasas, (Editorial Gestión 2000), Allen L. Wstner (2003). La investigación es de tipo descriptivo y a la vez tipo correlacional. (Chow Pineda, 2007)

El universo de estudio será el departamento de mantenimiento del ESKIMO, y la muestra será la línea de producción de paletas. El muestreo es de tipo probabilística elegido por conveniencia. (Chow Pineda, 2007)

Como objetivo general fue diseñar un plan de gestión de mantenimiento para la línea de producción de paletas, en la empresa ESKIMO S.A., sector industrial, con el fin de garantizar al menor costo posible, la máxima disponibilidad de sus equipos para elevar su productividad para el año 2007. (Chow Pineda, 2007)

Como instrumentó se utilizó técnicas de recopilación de información que se utilizó en este estudio son entrevistas personalizadas y guías de observación, tanto como fuentes primarias y secundarias. (Chow Pineda, 2007)

Como resultado se ocupó el diagrama de flujo, análisis de FODA, Análisis de Pareto, Diagrama de GANTT, análisis de costos, la media geométrica, el plan está ligado directamente al desarrollo de los indicadores y la mejora de las variables críticas con el fin de medir la disponibilidad y garantizar la confiabilidad de los equipos. (Chow Pineda, 2007)

1.1.2. Antecedente Internacional.

Juan Carlos Villegas Arenas, (Arequipa, Perú del año 2016), la presente investigación de tesis la realizó para obtener el título profesional de Ingeniero Industrial en la Universidad Católica San Pablo, la cual se encuentra titulada Propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa “MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES”.

El propósito de la investigación fue diseño para mejora en la gestión del área de mantenimiento, para la optimización del desempeño de la empresa “MANFER S.R.L. CONTRATISTAS GENERALES”, basada teóricamente en autores como Álvarez Leidy, (2012), Díaz Carlos (2012), Fernández M. García M. Orcajo G. Cano M. Sariego J. (1998), García Santiago (2009), entre otros. Este presente trabajo de investigación es de tipo no experimental con características descriptivas y explicativas. (Villegas Arenas, 2017)

Como objetivo general fue Generar una propuesta de mejora en la gestión del área de mantenimiento que permita optimizar el desempeño de la empresa MANFER S.R.L. Contratistas Generales. (Villegas Arenas, 2017)

El universo de este estudio se realizó en la empresa MANFER S.R.L. Contratistas Generales, ubicada en la Ciudad de Arequipa. (Villegas Arenas, 2017)

Como instrumentó se utilizó auditoria de mantenimiento, cuestionarios, análisis documental. (Villegas Arenas, 2017)

Como resultado, se determinó que actualmente no se cumplen los planes de mantenimiento, es decir no tienen implementado un sistema de mantenimiento preventivo y además hay una mala gestión de los mantenimientos correctivos. No se

cuenta con historiales de mantenimiento, documentos y/o formatos de registro, ni con un encargado de mantenimiento. (Villegas Arenas, 2017)

1.1.3. Antecedente Regional.

Christian Araya Rojas (Cartago, Costa Rica, 2017), se consideró un trabajo de Informe de Práctica de Especialidad para optar por el Título: Ingeniero en Mantenimiento Industrial, grado Licenciatura en el Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela de Ingeniería Electromecánica Carrera: Ingeniería en Mantenimiento Industrial, la cual se encuentra titulada Diseño de un sistema de gestión de mantenimiento para la empresa Laboratorio Óptico Topex S.A, Esta investigación tuvo como propósito hacer un sistema de gestión de mantenimiento para la empresa Laboratorio Óptico Topex S.A, basada teóricamente en autores como Crespo Márquez, P. M. (2009), Canales, A., Pacheco, P., & Sarno, E. (2006), Duffuaa, S., Raouf, A., & Dixon Campbell, J. (2000), entre otros que han discernido acerca del mantenimiento industrial. (Araya Rojas, 2017)

La idea principal del diseño de un modelo de gestión de mantenimiento para el laboratorio óptico Topex (Araya Rojas, 2017), es poder integrar a mantenimiento en un nuevo sistema de trabajo que se busca dentro de la empresa. (Araya Rojas, 2017)

Como objetivo general es Diseñar un modelo de gestión de mantenimiento para la empresa Laboratorio Óptico TOPEX S.A. que le permita generar valor y fortalecer el cumplimiento de los objetivos de la organización y como instrumentó se utilizó El Análisis Modal de Fallos y Efectos o AMFE. (Araya Rojas, 2017)

Se concluye que existen grandes oportunidades de mejora en la organización de la empresa, puntualmente en la gestión del mantenimiento, en la cual, con ayuda de la gerencia, se puede crear un departamento de mantenimiento, que genere valor significativo a la empresa. (Araya Rojas, 2017)

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1-Objetivo General

Proponer un modelo de Gestión del mantenimiento para los molinos en el área de Elaboración de Compañía Cervecera de Nicaragua que mejore la disponibilidad y la eficiencia general de los equipos.

1.2.2- Objetivos específicos

Diagnosticar el modelo de Gestión del mantenimiento actual y su relación con los molinos del área de Elaboración en Compañía Cervecera de Nicaragua.

Identificar oportunidades de mejora en la gestión del mantenimiento que permiten mejorar la disponibilidad y eficiencia general de los molinos.

Presentar una propuesta de modelo de gestión del mantenimiento industrial que permita elevar la disponibilidad y la eficiencia general de los equipos.

1.3 Descripción del problema y pregunta de Investigación.

El corazón de una Cervecería se centra en los procesos de la Elaboración de la cerveza, por lo tanto, garantizar el flujo del proceso es vital. Las herramientas utilizadas en la gestión del mantenimiento ayudan a optimizar el rendimiento de los equipos, sin embargo, es de mucha importancia la existencia de indicadores de eficiencia y productividad de las máquinas, el cual ayudan a tener una visión más clara sobre los puntos críticos que deben ser atacados, y los objetivos que no se están cumpliendo. Así mismo, una buena gestión en función del Mantto industrial es de suma importancia ya que es una manera segura de garantizar la disponibilidad, rendimiento del activo, la eficiencia en las actividades planeadas y la calidad en el sistema productivo.

Por esta razón se plantean las siguientes incógnitas:

¿Cuál es la disponibilidad y la eficiencia de los molinos del área de elaboración con el modelo de gestión del mantenimiento vigente?

¿Cómo podría mejorar la disponibilidad y la eficiencia del área de elaboración con un modelo de Gestión del mantenimiento mejorado?

1.4 Justificación

La gestión del mantenimiento industrial en el área de molinos de compañía cervecera, Carece de nivel de implementación que se ha logrado en otras áreas como la automatización de equipos que han logrado altos niveles de eficiencia y disponibilidad que permitan mejorar la eficiencia y disponibilidad de los equipos mediante parámetros establecidos por las mismas, con el fin de sustentar una producción estable con la que se pueda mantener y/o mejorar la calidad del producto, reducir la creación de tiempos ociosos y la desestabilización de la planta.

Por tal razón es de mucha importancia la realización de esta investigación, para poder identificar todas las oportunidades de mejoras posible dentro de todo el programa que ya existe en dicha área, así mismo realizar un plan de estudio de indicadores de control y calidad que ayuden a mejorar la disponibilidad y eficiencia de las maquinas en el área de Elaboración.

Esta investigación beneficia principalmente a Compañía Cervecera de Nicaragua S.A , ya que ha proporcionado todos los datos necesarios para esta investigación en la cual analizamos todo el plan de la gestión del mantenimiento de Elaboración y así mismo poderlo mejorar, también beneficiara a todo lector que necesite información sobre la evaluación de un sistema de Gestión de mantenimiento para establecer indicadores necesarios e importantes en una determinada área de mucha importancia en el proceso de una empresa tan prestigiosa y numerosa como Compañía Cervecera de Nicaragua S.A.

La investigación planteada generará un método, la metodología y técnicas para evaluar las variables del estudio en el contexto del mantenimiento industrial de molinos para granos.

1.5 Hipótesis

La aplicación de los principios del método RCM (Reliability Centred Maintenance) Mantenimiento centrado en confiabilidad, lograra mejorar la confiabilidad y disponibilidad de los molinos del área de elaboración.

1.6 Variables

- Tabla 1: Tabla de variables

Variable	Tipo de Variable	Indicador	Definición
Disponibilidad de Equipos	Dependiente	Disponibilidad	Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y operatividad. El cálculo de este indicador toma en cuenta la sumatoria del tiempo por paradas planificadas, que corresponden a los procesos rutinarios de mantenimiento, así como la sumatoria del tiempo por paradas no planificadas, que corresponden a las incidencias imprevistas y fallas de los equipos. La disponibilidad de una máquina, equipo o sistema se encuentra definida en gran medida por su tiempo medio entre fallas (MTBF), y también por su tiempo medio para reparación (MTTR).
Tiempos de Paro	Independiente	Tiempos de paro no programados	En las fábricas los paros NO Programados son identificados como tiempos de inactividad de una máquina o línea de producción los cuales ocurren por eventos a través del tiempo, los paros más comunes son por averías, un mal programa de mantenimiento, falta de materia prima en el proceso o problemas de calidad que suceden y que obligan a parar la producción y no cumplir con lo programado.
Tiempo de Fallos	Independiente	Tiempo medio entre fallos	Mean Time Between Failures (MTBF) representa el tiempo medio que transcurre entre dos fallas/averías de un equipo determinado. Por lo tanto, representa la fiabilidad de la operación del activo, cuanto más alto sea su MTBF, más fiable es.

Tiempo de Reparación	Independiente	Tiempo Medio para reparar	Mean Time to Repair (MTTR) es el tiempo medio de reparación, una de las métricas más utilizadas por los gestores de mantenimiento. Como su nombre indica, el MTTR representa el tiempo medio necesario para resolver fallos y reparar el activo que sufrió una avería, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento.
----------------------	---------------	---------------------------	--

Fuente: Elaboración propia

II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Estado del arte

- Tabla 2: Estado del Arte

Base de datos científicas utilizadas	No. De publicaciones relacionadas con la investigación de acuerdo con la base de datos	No. De Publicaciones con mayor reconocimiento científico	Tipos de publicaciones identificadas
Google Académico.	Aproximadamente 19,400 resultados	2 publicaciones encontradas entre 10 y 21 veces	Artículos de revisión Otros tipos de publicación
Scielo	Resultados: 4	4 publicaciones citadas entre 41 – 21 veces	Colección Revista
DialNet	528 documentos encontrados	425 publicaciones citables	Tesis 280 Revistas 197 Artículo de libro 33 Libros 18

Fuente: Elaboración propia

Síntesis de Propuestas conceptuales	
Autores y años	Principales teorías y aporte al tema de investigación
<p>E Fernández Álvarez - 2018 - digibuo.uniovi.es – 2 versiones. citado 21 veces - 63 paginas</p>	<p>El TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) es el sistema japonés de mantenimiento industrial desarrollado a partir del concepto de "mantenimiento preventivo" creado en la industria de los Estados Unidos.</p>
<p>JVGSosa, JL Quijada, MÁL Ontiveros... - ... Ingeniería Industrial, 2018 - revistas.ubiobio.cl 7 versiones Citado 10 veces 18 paginas</p>	<p>ISSN 0717-9103ISSN Online 0718-8307Universidad del Bío-Bío209MANTENIMIENTO INDUSTRIAL EN MÁQUINAS HERRAMIENTAS POR MEDIO DE AMFEINDUSTRIAL MAINTENANCE IN MACHINE TOOLS BY MEANS OF AMFEJesús Vicente González Sosa^{1,♦}, Jesús Loyo Quijada², Miguel Ángel López Ontiveros³, Pedro Pérez Montoya⁴, Alfredo Cruz Hernández⁴RESUMENEI mantenimiento industrial se ha utilizado en todos los sectores académicos e industriales dentro de un plan de mantenimiento, lo que permitió fortalecer el entorno de trabajo para obtener resultados en la aplicación de este mismo, por ello es que constantemente se buscan alternativas para la evaluación de éste como parte del desarrollo y éxito en los departamentos correspondientes. La técnica que se</p>

	<p>utilizó se conoce como Análisis de Modo y Efecto de Fallas (AMFE), cuyo propósito radica en mejorar los rangos de tiempo en el mantenimiento a través de situaciones críticas de un producto o sistema, justificando las mejoras e involucrando a la mayor cantidad de personas que interactúan dentro de un área industrial en conjunto con mantenimiento</p>
<p>DR TASÉ-VELÁZQUEZ... - ..., Revista de Estudios ..., 2020 - emthymos.com</p> <p>3 versiones Citado 4 veces 17 paginas</p>	

Fuente: Elaboración propia.

2.2 Marco Contextual

Generalidades de la empresa

Compañía Cervecera de Nicaragua S.A., es una empresa que desarrolla, produce y distribuye cerveza, bebidas a base de malta, agua mineral natural y agua saborizada, reconoce su compromiso con la Calidad, la Inocuidad, el Medio Ambiente y la Seguridad y Salud de sus trabajadores.

CCN también tiene la distinción de ser la primera cervecería en Latinoamérica cuyos procesos de producción han obtenido la certificación ISO 9001 versión 2000. En el año 2002 Compañía Cervecera de Nicaragua se diversificó al Negocio de Bebidas al adquirir la empresa Fuente Pura.

Sistema SAP

SAP es la abreviatura de la expresión alemana "System, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung", que traducido significa "Sistemas, aplicaciones y productos para el procesamiento de datos".

- Figura4: Sistema SAP



Fuente: *Compañía cervecera de Nicaragua*

SAP es un Sistema de Gestión Empresarial (ERP) que brinda las mejores prácticas de mercado a empresas de diferentes segmentos, con la intención de mejorar la eficiencia, control y gestión de la información y los datos de las empresas.

La solución se adapta a las necesidades de cada cliente con la ayuda de los diferentes módulos que conforman el sistema SAP, ayudando a la organización en su conjunto. Estos módulos corresponden a cada uno del departamento de la empresa, como por ejemplo ventas, RRHH, entre otros.

En otras palabras, cada compañía tendrá su sistema SAP implementado de acuerdo con las necesidades de su empresa. Además, los módulos disponibles ofrecerán eficiencia, organización y mejora de la gestión, porque, aunque separados, unen todos los frentes de la organización en una sola herramienta.

Módulos del sistema SAP

Para facilitar la comprensión acerca de lo que es SAP, necesitamos abordar los diferentes módulos del sistema. Con esta división, el programa permite un mejor control de los diferentes sectores de la empresa. A continuación, podrás ver los principales módulos con los que respaldar e integrar los procesos en tu empresa:

- Figura5: Módulos ERP SAP



Fuente: ERP SAP

Gestión del mantenimiento de Equipos

La gestión del Mantenimiento es el conjunto de operaciones con el objetivo de garantizar la continuidad de la actividad operativa, evitando atrasos en el proceso por averías de máquinas y equipos.

La Gestión del Mantenimiento es importante porque permite rebajar costes optimizando el consumo de materiales y el empleo de mano de obra. Para ello es imprescindible estudiar el modelo de organización que mejor se adapta a las características de cada empresa; es necesario también analizar la influencia que tiene cada uno de los equipos en los resultados de la empresa, de manera que la mayor parte de los recursos se utilicen en aquellos equipos que tienen una influencia mayor; es necesario, igualmente, estudiar el consumo y el stock de materiales que se emplean en mantenimiento; y es necesario aumentar la disponibilidad de los equipos, no hasta el máximo posible, sino hasta el punto en que la indisponibilidad no interfiera en el Plan de Producción (BSG Institute, 2020).

La gestión del mantenimiento industrial consiste en mantener los recursos de la empresa para que la producción se lleve a cabo de forma efectiva y no se malgaste dinero en el proceso de trabajo. Hay muchos programas de software que ayudan en este proceso, y hay algunos objetivos que un jefe de mantenimiento debe tratar de alcanzar. Estos objetivos son controlar los costes, programar el trabajo de forma adecuada y eficiente, y asegurar que la empresa cumple con todas las normativas.

La gestión del mantenimiento es muy importante en una empresa. De hecho, determina parcialmente el éxito a largo plazo de la empresa, ya que unos recursos mal gestionados pueden detener las operaciones y hacer que la empresa pierda dinero.

Por lo tanto, la gestión del mantenimiento está asociada a la dirección y organización de diversos recursos para controlar la disponibilidad y el rendimiento de la unidad industrial a un nivel determinado.

A su vez, ayuda a las empresas a mantener sus recursos al tiempo que controlan el tiempo y los costes para garantizar la máxima eficiencia del proceso de fabricación y las instalaciones relacionadas. Es una herramienta que ayuda a garantizar una calidad fiable y satisfactoria de la producción, la seguridad de los empleados y la protección del medio ambiente. La gestión del mantenimiento también es conocida como GMAO, que significa Gestión del Mantenimiento Asistido por ordenador.

El jefe de mantenimiento debe tener un profundo conocimiento de los procedimientos de la empresa y debe saber qué operaciones son las más importantes para el éxito de la empresa. Ese conocimiento ayudará al encargado de mantenimiento a programar tareas como las reparaciones en orden de prioridad, y asignará los recursos en primera instancia a las actividades de mantenimiento más importantes.

Las actividades de mantenimiento están relacionadas con la reparación, sustitución y mantenimiento de componentes o de algún grupo identificable de componentes en una planta de fabricación, de modo que pueda seguir funcionando con una «disponibilidad» específica durante un período determinado.

Importancia de la Gestión del Mantenimiento Industrial

El mantenimiento es un aspecto fundamental en el control de calidad y, en algunos casos, determina el éxito a largo plazo de una empresa. Los recursos mal gestionados pueden causar inestabilidad y detener parcial o totalmente la producción. El mal funcionamiento de las máquinas o las averías completas pueden convertirse en un proceso costoso para la mayoría de las empresas.

Cuando se producen averías, el coste de la mano de obra por unidad aumenta con el paso del tiempo hasta que las máquinas vuelven a funcionar con normalidad. Antes de que las máquinas vuelvan a funcionar, habrá gastos inesperados para reparar los problemas, lo que incluye costes adicionales para las instalaciones de reparación, técnico/equipo de reparación, inspecciones de mantenimiento preventivo y piezas de repuesto.

El control de los costes de producción y presupuestos es probablemente una de las finalidades más importante de la gestión del mantenimiento. Sin embargo, no está completamente bajo el control del jefe de mantenimiento. Normalmente, trabaja con un presupuesto fijo establecido por la empresa. Por este motivo, necesitan encontrar la manera más adecuada de asignar este presupuesto a las distintas partes de los costes del departamento de mantenimiento y encontrar una manera de hacer que todo funcione.

También ayuda a mantener las máquinas/equipos en sus condiciones óptimas de funcionamiento. Por lo tanto, el mantenimiento de la planta es una función de servicio importante e inevitable de un sistema de producción eficiente.

Además, contribuye a mejorar la eficiencia operativa de las instalaciones de la planta y, por lo tanto, contribuye a los ingresos mediante la reducción de los costes de explotación y la mejora de la calidad y cantidad del producto que se fabrica.

El componente importante de estos costes es el empleo de personal de mantenimiento, otros gastos administrativos menores, la inversión en equipo de mantenimiento y el inventario de componentes, piezas de reparación y materiales de mantenimiento.

La falta de mantenimiento de las instalaciones puede dar lugar a frecuentes averías de las máquinas y a fallos de determinados centros productivos o servicios, que a su vez darían lugar a paradas de las actividades de producción, tiempo de inactividad de los operarios y de las máquinas, descadre de las operaciones programadas con posterioridad, mala calidad de la producción, incumplimiento de las fechas de entrega del suministro de productos, accidentes industriales que pondrían en peligro la vida de los trabajadores/operarios y los costes asociados, etc.

Sin embargo, la importancia del mantenimiento varía según la clase de centro y su producción, pero desempeña un papel destacado en la gestión de la producción, ya que las averías de un centro crean problemas como:

- Pérdida de producción.
- Reprogramación de la producción.
- Desperdicio de materiales (debido a la parada repentina de los daños del proceso en los materiales del proceso).
- Necesidad de horas extraordinarias.
- Necesidad de subcontratación de servicios.
- Los trabajadores pueden necesitar trabajo adicional debido a la escasez temporal de trabajo.

Por lo tanto, la ausencia de un servicio de mantenimiento planificado resulta más costosa y debe proporcionarse a la vista del análisis de costes y beneficios. Dado que el mantenimiento de la planta es una función de servicio, debe proporcionarse al menor coste posible, pero es muy importante, como se ha comentado anteriormente.

Objetivos de la Gestión del Mantenimiento Industrial

El objetivo de la gestión del mantenimiento es optimizar el rendimiento de las instalaciones productivas de una organización, asegurando que estas instalaciones funcionen de forma regular y eficiente. Esto puede lograrse evitando en la medida de lo posible los fallos o las averías, si las hubiere, y minimizando las pérdidas de producción debidas a los fallos.

Aunque existen muchos programas de software diferentes que pueden ayudar a mantener un proceso de fabricación óptimo, los objetivos comunes de todos los programas de gestión de mantenimiento son analizar la producción y buscar las mejores prácticas dentro del campo específico. A través de análisis exhaustivos e informes precisos, el objetivo es controlar los costes, programar el trabajo de forma

adecuada y eficiente, y garantizar que la empresa cumpla con todas las normas y reglamentos, a la vez que se evitan los fallos y se reducen al mínimo las averías.

Los principales objetivos de la gestión del mantenimiento son:

- Minimizar la pérdida de tiempo productivo debido a las fallas de los equipos para maximizar la disponibilidad de plantas, equipos y maquinaria para su utilización productiva a través de un mantenimiento planificado.
- Extender la vida útil de la planta, maquinaria y otras instalaciones minimizando su deterioro.
- Minimizar las pérdidas por paradas de producción.
- Asegurar la disponibilidad operacional de todo el equipo necesario para casos de emergencia en todo momento, como el equipo contra incendios.
- Uso eficiente de los equipos y personal de mantenimiento.
- Garantizar la seguridad del personal mediante la inspección y el mantenimiento periódicos de instalaciones tales como calderas, compresores y equipos de manipulación de materiales, etc.
- Maximizar la efectividad y la rentabilidad de la producción mediante la utilización óptima de las instalaciones disponibles.
- Mejorar la calidad de los productos y la productividad de la planta.
- Minimizar el costo total de mantenimiento, que puede consistir en el costo de las reparaciones, el costo del mantenimiento preventivo y los costos de inventario asociados con las piezas de repuesto y los materiales necesarios para el mantenimiento.
- Mejorar la fiabilidad, disponibilidad y mantenimiento.

Funciones de la Gestión del mantenimiento Industrial

Las funciones importantes de la gestión del mantenimiento por parte del jefe de mantenimiento y sus técnicos se pueden resumir de la siguiente manera:

- Desarrollar normas, procedimientos y estándares de mantenimiento para el equipo de mantenimiento de la empresa.
- Programar los trabajos de mantenimiento previa consulta con los departamentos de producción correspondientes.
- Llevar a cabo reparaciones y rectificar o revisar el equipo o las instalaciones planificadas para lograr el nivel requerido de disponibilidad y una eficiencia operativa óptima.
- Asegurar la inspección programada, la verificación del aceite lubricante y el ajuste de la maquinaria y equipo de la planta.
- Documentar y mantener un registro de cada actividad de mantenimiento (es decir, reparaciones, recambios), revisiones, modificaciones y lubricación, etc.).
- Mantener y llevar a cabo reparaciones de edificios, servicios públicos, equipos de manipulación de materiales y otras instalaciones de servicios tales como instalaciones eléctricas, alcantarillas, almacenes centrales y carreteras, etc.
- Realizar y facilitar inspecciones periódicas de equipos e instalaciones para conocer sus condiciones relacionadas con su fallo y parada de producción.
- Preparar una lista de inventario de las piezas de repuesto y los materiales necesarios para el mantenimiento.
- Garantizar un mantenimiento rentable.
- Prever los gastos de mantenimiento y preparar un presupuesto, así como garantizar que los gastos de mantenimiento se ajusten al presupuesto previsto.
- Reclutar y formar personal para preparar a los técnicos de mantenimiento para realizar trabajos eficaces y eficientes de la planta de producción.

- Aplicar las normas de seguridad necesarias para la utilización de equipos específicos o de determinadas categorías de equipos, como calderas, grúas puente, instalaciones químicas, etc.
- Desarrollar sistemas de gestión de la información, para proporcionar datos a la dirección sobre las actividades de mantenimiento.
- Monitorear el estado del equipo en períodos regulares.
- Garantizar un control adecuado del inventario de las piezas de recambio y otros materiales necesarios.

Por otro lado, existen una serie de funciones que relacionan al Departamento de Producción con el Departamento de Gestión del Mantenimiento tales como:

- La planta deberá estar disponible cuando y como se requiera.
- La instalación no deberá averiarse durante su funcionamiento real.
- La planta deberá funcionar de manera eficiente con el nivel requerido de funcionamiento de la planta.
- El tiempo de inactividad no debe interferir con las series de producción.
- El tiempo de inactividad debido a una avería debe ser mínimo.

Para cumplir con estas condiciones debe haber una completa cooperación y entendimiento mutuo entre los departamentos de mantenimiento y producción. Debe existir una política de mantenimiento eficaz para planificar, controlar y dirigir todas las actividades de mantenimiento.

El Departamento de Mantenimiento de la planta debe estar bien organizado, contar con personal adecuado, con suficiente experiencia y en número suficiente para llevar a cabo el mantenimiento correctivo y oportuno con el fin de minimizar las averías.

Un plan de mantenimiento industrial bien gestionado ayuda a los jefes de mantenimiento a distribuir las tareas diarias entre los equipos, a planificar y controlar las paradas de la máquina y a reunir todos los medios materiales necesarios como herramientas, equipos y repuestos. El objetivo final de un plan de mantenimiento es garantizar:

- Un equipo es capaz de trabajar a un nivel aceptable (rendimiento y calidad)
- Las mejores condiciones de trabajo posibles
- Evitar los daños a otros activos
- Establecer una rutina de mantenimiento con tareas estándar y tiempos predecibles.

El plan de mantenimiento abarca el calendario y la organización de las intervenciones de mantenimiento predictivo, correctivo, y preventivo, mientras que la transición de las acciones correctivas a las preventivas debe ser una de las principales preocupaciones. (AULA21, 2020)

Disponibilidad de Equipos

La disponibilidad de una máquina es una métrica que evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función determinada, en un momento determinado, durante un período determinado, en función de los criterios de confiabilidad, mantenibilidad y soporte para el mantenimiento de los equipos. La misión de calcular la disponibilidad de los equipos industriales es esencial para elegir y seguir las estrategias de mantenimiento adecuadas para cada equipo. Por lo tanto, es posible definir listas de prioridad, atención e historial de las máquinas, también rastreando su disponibilidad y confiabilidad y siempre buscando aumentar el índice de disponibilidad. Esta acción también aumenta la productividad y, si está bien implementada, reduce los costos de mantenimiento (ALS Limited, 2020)

Para calcularlo, es necesario obtener el tiempo disponible, como resta entre el tiempo total, el tiempo por paradas de mantenimiento programado y el tiempo por parada no programada. Una vez obtenido se divide el resultado entre el tiempo total del periodo considerado.

LA DISPONIBILIDAD

(Sierra, 2021) Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto y operativo. Para calcular este indicador se toma en cuenta la suma de tiempo transcurrido en paradas planificadas (procesos rutinarios de mantenimiento preventivo o predictivo), también se toma en cuenta la sumatoria de tiempo en paradas no planificadas (fallos e imprevistos operativos).

El cálculo se hace dividiendo “tiempo real del equipo funcionando” entre el “tiempo total del periodo planificado de funcionamiento”. Estos tiempos deben expresarse en la misma unidad de medidas; si hablamos de horas entonces se dividirá las horas reales del equipo funcionando, entre las horas totales del periodo de operación.

Las horas reales del equipo funcionando se pueden calcular restando a las horas del periodo de operación las horas transcurridas con equipo en falla (paradas planificadas y paradas no planificadas)”.
%Dtotal= (Horas reales de operación / Horas planificadas de operación) x 100

Horas reales de operación = Horas planificadas de operación – Horas con equipo en falla

%Dtotal = [(Horas planificadas de operación – Horas con equipo en falla) / (Horas planificadas de operación)] x 100

Este indicador posee dos enfoques:

- Si se quiere conocer la “Disponibilidad Total” la ecuación anterior debe contemplar en las “horas con equipo en falla” las horas programadas y las horas no programadas (todo tiempo de no operatividad del equipo).
- Si se quiere conocer la “Disponibilidad por Fallas” la ecuación anterior debe contemplar en las “horas con equipo en falla” solamente las horas no planificadas (todo tiempo de no operatividad debido a fallos imprevistos).

Cuando se calcula y se cuantifica la disponibilidad de un equipo es conveniente cruzarla con la frecuencia en las cuales se producen las fallas y el tiempo que nos lleva repararla porque estos datos nos permiten tomar acciones orientadas a mejorar los planes de mantenimiento.

El Tiempo Medio entre Fallas, en inglés MTBF (Mean Time Between Failure) se calcula como un cociente entre “Horas Reales de Operación” y “Cantidades de fallas ocurridas”. Otras literaturas lo denominan Tiempo Medio entre Paradas TMEP.

$MTBF = \text{Horas reales de operación} / \text{Cantidad de fallas ocurridas}$

$\text{Horas reales de operación} = \text{Horas planificadas de operación} - \text{Horas con equipo en falla}$

$MTBF = (\text{Horas planificadas de operación} - \text{Horas con equipo en falla}) / \text{Cantidad de fallas ocurridas}$

El Tiempo Medio de reparación, en inglés MTTR (Mean Time To Repair) se calcula como un cociente entre “Horas con equipo en falla” y “Cantidades de fallas ocurridas”. Otras literaturas lo denominan Tiempo Medio hasta Puesta en Marcha TMPM.

$MTTR = \text{Horas con equipo en falla} / \text{Cantidad de fallas ocurridas}$

Una fórmula de la Disponibilidad expresada en términos de MTBF y MTTR sería de la siguiente manera:

$$\%D_{total} = \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR})$$

En plantas que estén dispuestas por líneas de producción en las que la parada de una máquina supone la paralización de toda la línea, se debe calcular la disponibilidad de cada una de los equipos significativos o críticos, y después calcular la media aritmética.

COMO SE RELACIONA EL MTBF Y EL MTTR

El MTBF mide la fiabilidad y el MTTR mide la eficacia, su interrelación nos permite obtener una previsión de cuánto tiempo está indisponible un determinado sistema. El análisis del MTBF y del MTTR en conjunto permite también hacer previsiones sobre la producción o sobre los costes de mantenimiento y de las reparaciones a lo largo del año.

Con base en todos estos indicadores cálculos un analista de confiabilidad puede entender cuáles son los equipos menos fiables, es decir, que necesitan más mantenimiento o incluso reemplazo. De la misma forma las estadísticas deben conllevar a implementar políticas de mantenimiento preventivas y, por consiguiente, reducir el número de averías.

Un MTBF más elevado dará más credibilidad y confianza a su empresa y un MTTR reducido indicará que tu sistema estará trabajando en su máxima capacidad.

IMPORTANCIA DE LA DATA MTBF Y MTTR

Después de establecer una frecuencia optimizada para monitorear los dos indicadores, se debe documentar en un software o plataforma de gestión la data tomada de cada equipo identificado como crítico del sistema. El correcto y minucioso llenado de cada dato se conoce como "calidad de data" y resultará conveniente que la calidad sea alta y prolija si se quiere hacer uso de cada dato para centrarla en aumento de la confiabilidad. A la par de la data las acciones específicas a desarrollar con el equipo de trabajo son:

1. Identificación de fallos críticos.
2. Clasificar ocurrencias por tipo de falla.
3. Establecer criticidad según impacto en el tiempo de inactividad de estas fallas.
4. Identificar mediante análisis de Pareto los componentes que causan la mayoría de los problemas.
5. Desarrollar metodología de Análisis Causa-Raíz.
6. Potenciar los planes de Mantenimiento Preventivo llegando a evaluar los puntos de impacto crítico.
7. Implementar estrategias de Mantenimiento Predictivo.
8. Desarrollar con Operadores intervenciones de Mantenimiento Autónomo (Inspección / Limpieza / Lubricación).

Eficiencia General de Equipos

(Kanban Tool, 2022)La Eficiencia General de los Equipos (Overall Equipment Effectiveness - OEE, por sus siglas en inglés) describe el nivel en el que su proceso es productivo cuando está en funcionamiento. No le dice cuánto pueden entregar sus máquinas y equipos cuando trabajan a máxima capacidad, sino qué porcentaje del funcionamiento en curso es, de hecho, efectivo.

La métrica OEE se utiliza para identificar las causas de los desperdicios en un proceso, lo que permite solucionarlos, aumentar la productividad y estabilizar los niveles de eficiencia. También proporciona una línea de base con la que se puede comparar el estado del proceso periódicamente para calibrar si el valor que se entrega a los clientes está aumentando o no. Centrarse en el valor tal y como lo ve el cliente es de suma importancia en la manufactura Lean, dentro de la cual se suele utilizar la OEE. Además, un análisis OEE puede ser su primer intento fácil de adoptar Lean. El salto a la manufactura Lean puede ser desalentador y costoso, siendo la aplicación de la Teoría de las Limitaciones una gran empresa. En cambio, la eficiencia general de los equipos puede medirse en un plazo relativamente corto y con un coste reducido, al tiempo que proporciona información valiosa sobre lo que debe mejorarse en el proceso.

¿Cómo se mide la OEE?

La medición de la eficiencia general de los equipos se basa en tres aspectos del proceso: disponibilidad, rendimiento y calidad.



Paso 1: Medir la disponibilidad de las máquinas para producir bienes

Si algunas máquinas están fuera de servicio debido al mantenimiento planificado o a las averías, ¿cuántas máquinas operativas quedan? Para medir la disponibilidad de su línea, divida el tiempo de funcionamiento real entre el tiempo de funcionamiento planificado.

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo de funcionamiento} \text{ (tiempo de funcionamiento planificado} \\ \text{– tiempo de parada)}}{\text{Tiempo de funcionamiento planificado}}$$

Paso 2: Medir las tasas de rendimiento

¿El rendimiento es uniforme y mantiene el ritmo deseado, o hay pequeñas paradas, ciclos de inactividad e interrupciones que lo ralentizan? Para medir la tasa de rendimiento, es necesario relacionar el tiempo de ejecución registrado con el tiempo más rápido posible (tiempo de ciclo ideal) que se necesita para producir la cantidad analizada de artículos (conteo total).

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Tiempo de ciclo ideal} \cdot \text{conteo total}}{\text{Tiempo de funcionamiento}}$$

Paso 3: Medir la calidad de los bienes producidos

¿Qué porcentaje de bienes requiere ser retrabajado o es rechazado por ser defectuoso? ¿Los materiales suministrados al proceso tienen las propiedades

requeridas, o hay algunos que hacen bajar la calidad desde el principio? El valor de la calidad es, por supuesto, la relación entre el número de artículos no defectuosos y todos los artículos producidos.

$$Calidad = \frac{Número\ de\ artículos\ buenos}{Número\ de\ artículos\ producidos}$$

Paso 4: Multiplicar los tres valores

Cada uno de los valores porcentuales anteriores describe un aspecto de la eficiencia de su línea de producción. El producto de la multiplicación de los valores porcentuales – convertidos en cifras decimales – representa la OEE total de su proceso.

$$OEE(\%) = \frac{Disponibilidad(\%)}{100} \cdot \frac{Rendimiento(\%)}{100} \cdot \frac{Calidad(\%)}{100}$$

¿Cuál es el valor razonable de OEE a esperar?

Si un proceso funcionara con una OEE del 100%, significaría que está fabricando únicamente productos sin errores, a la máxima velocidad posible y sin interrupciones. En realidad, un 60% de OEE es el estándar, un 85% de OEE se considera sobresaliente, y la producción con una OEE inferior al 45% necesita una ayuda seria.

Mejorar la puntuación de la OEE

El punto fuerte del análisis de la OEE de las líneas de producción es la identificación de las causas de los problemas como parte del proceso. Una vez realizadas las mediciones, ya debería saber de dónde provienen las mayores pérdidas. Una razón común será la falta de estandarización, ya sea en la configuración de las máquinas, en la calidad del material, en el trabajo de los operarios o en el control de calidad. Las distintas formas de trabajar y evaluar el producto siempre darán lugar a incoherencias en la calidad, lo que inevitablemente genera pérdidas.

Es habitual que los directores de planta instalen pantallas de control de la eficiencia junto a los equipos. Este tipo de Andons proporciona acceso instantáneo a la información sobre el estado de funcionamiento de una estación de trabajo. Yendo un paso más allá, el uso de estas lecturas automatizadas puede proporcionar al gerente un tablero de control en vivo de la OEE actual. Disponer de datos automatizados de OEE en vivo en las líneas de producción individuales es a menudo el objetivo mismo de las empresas que se transforman hacia la fabricación inteligente (o “Industria 4.0”).

Unas palabras de precaución

Es importante tener en cuenta que son las pérdidas que identifica como parte del cálculo de la OEE las que deben ser el valor clave de la medición. Debe resolverlas individualmente para mejorar realmente la producción, en lugar de obsesionarse con aumentar el número global de OEE.

La eficacia global de los equipos, aunque tiene un valor accesible al instante, no debería convertirse en el único análisis del proceso que se realiza, y no debería ser el único punto de preocupación del gerente. La razón es que incluso una puntuación relativamente alta identifica puntos débiles e ineficiencias, cuya falta de atención seguirá llevando a una menor entrega de valor al cliente. El hecho de que los directivos dejen de centrarse en la mejora de los niveles de valor ofrecidos al cliente y se dediquen simplemente a aumentar el número de OEE es algo bastante común, que debería evitarse por el bien de sus clientes y de su empresa.

Otra razón para no poner la OEE en un pedestal es el hecho de que no refleja la salud de la empresa, ya que ni siquiera toca el aspecto humano ni los costes de producción. Manténgase alerta y asegúrese de utilizar la métrica en beneficio de sus clientes, al tiempo que se centra en el mejoramiento continuo. La mejor manera de lograrlo sería mediante prácticas sistemáticas de Mantenimiento Productivo Total, tan asociadas a la OEE, para empezar.

Mantenimiento Industrial

El mantenimiento industrial puede definirse como un conjunto de normas y técnicas establecidas para el mantenimiento de la maquinaria e instalaciones de una planta industrial, con el fin de proporcionar un mejor rendimiento en el menor tiempo posible.

Tipos de Mantenimiento Industrial

Correctivo.

Incluye el mantenimiento que se realiza para corregir los defectos que ha presentado un equipo o maquinaria. Está clasificado en:

- No planeado. Es el mantenimiento de emergencia. Debe llevarse a cabo con urgencia, bien por una avería imprevista que deba repararse lo antes posible, bien por una condición imperativa que debe cumplirse (problemas de seguridad, contaminación, aplicación de la normativa legal, etc.).
- Planeado. Se sabe de antemano lo que hay que hacer, para que cuando el equipo esté parado para realizar la reparación, se disponga del personal, repuestos y documentación técnica necesaria para realizarla correctamente.

Predictivo

Este mantenimiento se basa en la inspección para determinar el estado y operabilidad del equipo, mediante el conocimiento de valores de variables que ayudan a descubrir el estado de operabilidad; esto se realiza en intervalos regulares para prevenir los fallos o evitar las consecuencias de estos.

Para este mantenimiento es necesario identificar las variables físicas (temperatura, presión, vibración, etc.). Estas variaciones son una indicación de cuándo se pueden causar daños al equipo. Es el mantenimiento más técnico y avanzado que requiere conocimientos analíticos y técnicos y necesita equipos sofisticados.

Preventivo.

Es el mantenimiento que se realiza con el fin de prevenir la ocurrencia de fallas, y mantener un cierto nivel de equipo, se conoce como mantenimiento preventivo directo o periódico, ya que sus actividades están controladas por el tiempo, se basa en la confiabilidad del equipo.

Este tipo de mantenimiento cuenta con metodologías y procedimientos que pueden aplicarse a otras áreas. Por ejemplo, en la gestión de proyectos siempre es mejor predecir un error, estar preparado para él antes de gastar más dinero en contingencias en el futuro.

Objetivos del Mantenimiento

En las operaciones de mantenimiento, el mantenimiento preventivo es el mantenimiento de equipos o instalaciones mediante la realización de comprobaciones y reparaciones para garantizar su correcto funcionamiento y fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de funcionamiento, a diferencia del mantenimiento correctivo que repara o pone en condiciones de funcionamiento a los que han dejado de funcionar o están dañados.

El primer objetivo del mantenimiento es evitar o mitigar las consecuencias de las fallas de los equipos, previniendo los incidentes antes de que ocurran. Las tareas de mantenimiento preventivo pueden incluir acciones como la sustitución de piezas desgastadas, cambios de aceite y lubricante, etc. El mantenimiento preventivo debe prevenir las fallas del equipo antes de que ocurran.

Algunos de los métodos comunes para determinar qué procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones de los fabricantes, la legislación vigente, las recomendaciones de los expertos y las acciones emprendidas sobre activos similares.

Importancia del Mantenimiento:

- Previene accidentes de trabajo
- Reduce las pérdidas debidas a las paradas de producción
- Permite tener una documentación del mantenimiento necesario para cada equipo.
- Previene daños irreparables a las instalaciones
- Permite la correcta elaboración del presupuesto de acuerdo con las necesidades de la empresa.
- Aumenta la vida útil del equipo
- Mejora la calidad de la actividad

Toda empresa dedicada a la producción industrial debe tener en cuenta estos importantes beneficios. Es imprescindible contratar los servicios de profesionales de mantenimiento industrial que garanticen la excelencia y que cuenten con la experiencia profesional necesaria para llevar a cabo estas tareas. Las empresas que decidan implantar sistemas de mantenimiento tendrán más posibilidades de conseguir una ventaja competitiva en su sector a medio plazo.

Confiabilidad del Mantenimiento

(Alberti, 2020) La confiabilidad es la posibilidad de que un artículo, componente, equipo, máquina o sistema, realice su función determinada dentro de un proyecto, de acuerdo con las condiciones de operación, dentro de un período de tiempo definido. En otras palabras, se espera que el equipo funcione correctamente dentro de una operación determinada por el período esperado.

Incluso es repetitivo decir que una máquina puede detenerse repentinamente y que esto dificulta enormemente la producción. Por lo tanto, se espera de la confiabilidad que los sistemas sean confiables y logren los resultados esperados dentro de un período determinado. Por supuesto, para esto es necesario monitorear constantemente los elementos involucrados en la operación, para que realicen sus funciones correctamente.

¿Cómo garantizar la confiabilidad?

La confiabilidad de la gestión de mantenimiento se evalúa dentro del porcentaje o probabilidad de funcionamiento adecuado de los artículos en la cadena de producción. Esta medición se realiza mediante la evaluación de datos, que incluyen el historial de rendimiento del equipo y su estimación cualitativa de la operación futura.

Por lo tanto, es posible determinar, por ejemplo, cuál es el porcentaje de probabilidad de que un motor diesel funcione, de acuerdo con las condiciones apropiadas, en las próximas 250 horas (según el modelo del equipo, el régimen operativo y el lubricante elegido).

La primera clave para que esta confiabilidad sea posible, es tener un programa de mantenimiento preventivo y predictivo que funcione correctamente.

Planificación de mantenimiento

¿Tienes un sólido proceso de planificación y programación del mantenimiento? Debes asegurarte de que el mantenimiento esté programado para completarse en el momento adecuado, lo que garantiza que todas las piezas, herramientas, equipos o mano de obra, estén disponibles a la hora programada.

El éxito de la gestión de mantenimiento está directamente relacionado con la atención e información. Una vez que la información se recopila y almacena, se compromete toda la gestión de mantenimiento de la empresa.

¿Qué es el mantenimiento centrado en la confiabilidad?

Es una metodología de trabajo que define políticas para la correcta gestión de fallas. Se puede aplicar en cualquier entorno, junto con otras formas de planificación y mantenimiento.

Los principios para mantener la confiabilidad son: extender el tiempo de ejecución entre los cierres programados; apoyar y cooperar con los profesionales involucrados en las operaciones; mejorar la productividad del equipo; crear un enfoque proactivo y planificado, así como desarrollar tácticas eficientes para resolver fallas y problemas.

Para que el mantenimiento centrado en la confiabilidad (MCC) logre sus objetivos, es necesario identificar los sistemas, sus límites, sus funciones, sus posibles fallas y modos, para finalmente construir un diagrama de decisión.

Por lo tanto, las siguientes preguntas son extremadamente importantes:

- ¿Qué sistema / proceso se evalúa?
- ¿Qué subsistemas?
- ¿Cuáles activos están involucrados?
- ¿Cuáles son las funciones del activo en la operación?
- ¿Qué fallas pueden ocurrir al realizar estas funciones?
- ¿Por qué ocurren?
- ¿Cómo ocurren?
- ¿Qué pasa cuando ocurren?
- ¿Qué tan graves son estas consecuencias?
- ¿Qué se puede hacer para predecir y prevenir estas fallas?
- ¿Qué se debe hacer si no hay técnicas viables para el mantenimiento proactivo?

Con las respuestas a estas preguntas, tendrás mucha más seguridad e inteligencia de datos para tomar tus decisiones.

Con la aplicación del mantenimiento centrada en la confiabilidad, los gerentes de mantenimiento pueden identificar cuándo y cómo se deben realizar las evaluaciones y correcciones de los equipos.

Acciones como la definición de probabilidad de falla, la estandarización de los procedimientos de restauración y el desarrollo de códigos de conducta operativos, son algunas posibilidades que surgen del mantenimiento centrado, recordando que el resultado final es:

- Mayor vida útil de la máquina.
- Costes de mantenimiento reducidos.
- Mejora del rendimiento operativo.
- Uso y administración de la base de datos, que también agrega valor al equipo.

- Agilidad y consistencia de los equipos técnicos.

Este es el estándar de trabajo utilizada frecuentemente a través del análisis de fluidos, es posible acceder a información valiosa, antes de que se generen problemas y monitorear el rendimiento del equipo, generando ahorros en el mantenimiento de piezas y paradas innecesarias o inesperadas.

RCM

(AULA21, 2020)El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM, son sus siglas en inglés) es una metodología muy poderosa que, cuando se aplica de forma correcta, puede conducir a mejoras significativas en la confiabilidad de los equipos y el rendimiento de la planta de producción, mientras que, al mismo tiempo, asegura que el dinero invertido en los programas de mantenimiento predictivo y preventivo se optimiza.

El control de los costes de mantenimiento, junto con la mejora de la confiabilidad y la capacidad de las instalaciones se ha convertido en un área de atención creciente en la necesidad cada vez mayor de aumentar la competitividad de la fabricación.

De hecho, una serie de nuevas filosofías de mantenimiento han evolucionado y han demostrado su capacidad para ayudar a los jefes de mantenimiento a proporcionar una mejor optimización de la planta de producción a un menor coste.

Entre ellas se encuentran el mantenimiento preventivo, el mantenimiento predictivo, el mantenimiento proactivo, el mantenimiento basado en la condición y, más recientemente, el mantenimiento centrado en la confiabilidad.

Una estrategia de mantenimiento centrado en la confiabilidad emplea técnicas de mantenimiento reactivo, preventivo, predictivo y proactivo de forma integrada para aumentar la fiabilidad en que una máquina funcionará de forma constante durante un ciclo de vida.

El enfoque integrado de varias técnicas es necesario, ya que ninguna, por si sola, es suficiente para comprender con precisión los problemas de los equipos más complejos.

Sin embargo, en combinación, las distintas tecnologías proporcionan un potente conjunto de capacidades para obtener una visión integral del estado de la maquinaria industrial y las instalaciones de producción.

La capacidad de utilizar técnicas centradas en la confiabilidad ofrece la oportunidad de ir más allá de la detección de fallos para desarrollar una herramienta significativa y valiosa para un programa de mejora del mantenimiento.

Junto con los enfoques reactivo, preventivo, predictivo y proactivo la filosofía RCM incluye el diagnóstico de muestras basado en el conocimiento para incorporar un componente de aprendizaje dentro del programa. El elemento de conocimiento está con permanencia dentro de las prácticas de trabajo para que la organización no repita las malas prácticas y cometa errores continuos.

En este artículo vas a aprender los elementos clave del mantenimiento centrado en la confiabilidad y cómo puedes aplicarlo en tu empresa. Además, conocerás que beneficios aporta su implantación, así como sus inconvenientes.

¿Qué es el mantenimiento centrado en la confiabilidad?

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), como su nombre indica, es una metodología muy eficaz que se utiliza para identificar todas las posibles causas que puede provocar un fallo en el sistema utilizando relaciones de causa y efecto.

Después de identificar todas las causas posibles, se puede determinar el mejor método de estrategia de mantenimiento para eliminar los fallos. La estrategia elegida debe garantizar el funcionamiento de los equipos y procesos asegurando la seguridad y la fiabilidad.

En la práctica, se identifican todos los modos de fallo, es decir, todas las formas posibles en que puede fallar el equipo, la maquinaria o el sistema y las distintas formas posibles en que puede producirse un fallo en un equipo determinado.

Los fallos pueden tener más de un modo de fallo, es decir, más de una forma que puede provocar efectos adversos similares en el sistema.

Para el sistema global, estos modos de fallo pueden identificarse dividiendo el sistema en subpartes o subsistemas. Estas subpartes se siguen desglosando hasta que se identifica un modo de fallo.

El concepto de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) hace hincapié en la adecuación de los activos individuales a las técnicas de mantenimiento que tienen más probabilidades de ofrecer resultados rentables.

En definitiva, es un marco completo que siempre intenta prolongar la vida útil de los equipos y reducir el tiempo de inactividad, de la forma más rentable posible.

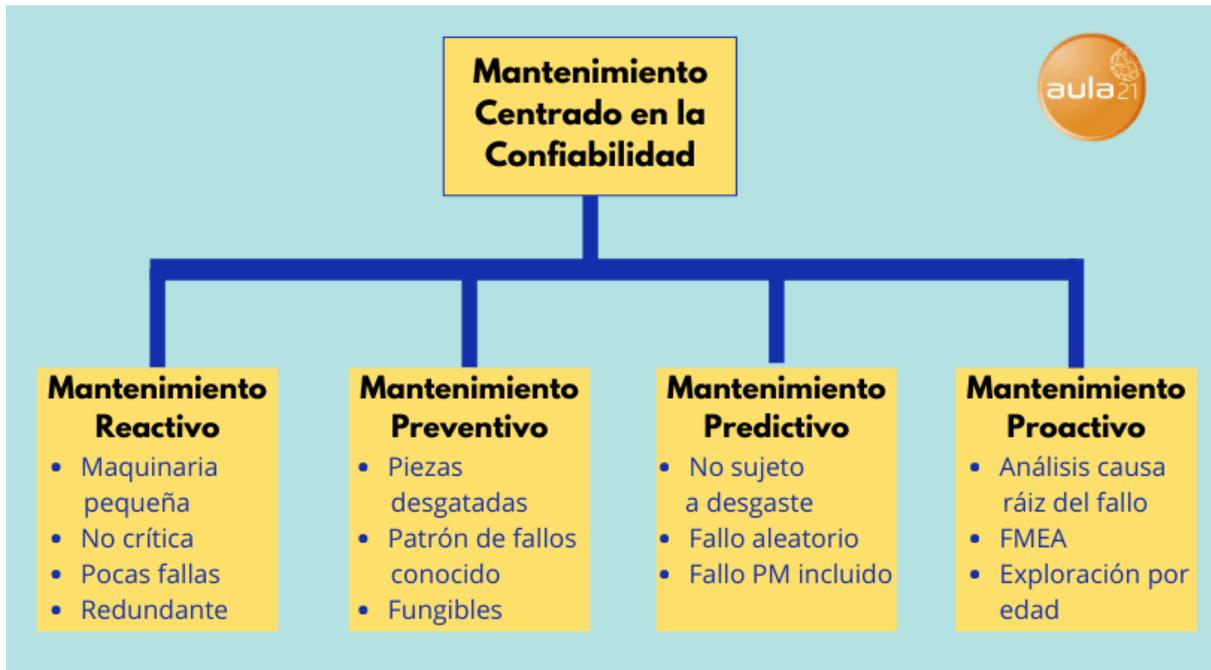
El objetivo principal del RCM se entiende mejor analizando sus palabras raíz:

- Confiabilidad: La cualidad de funcionar siempre bien.
- Mantenimiento: Garantizar que los activos sigan funcionando como se desea.

En esencia, proporciona una hoja de ruta para analizar y actuar sobre las causas fundamentales de los fallos de los equipos en busca de una mayor fiabilidad de los activos.

Por supuesto, el tiempo de inactividad es inevitable cuando se trabaja con multitud de piezas en la maquinaria con soluciones en muchas ocasiones difíciles. Sin embargo, las empresas de primer nivel utilizan el RCM para evitar averías imprevistas que requieren un mantenimiento complicado, una costosa subcontratación y la pérdida de tiempo de producción.

- Figura1: Workflow del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad



Fuente: Aula21

Cómo realizar un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad

Esta estrategia de mantenimiento fue desarrollada a principios de la década de 1970 por la industria de las aerolíneas comerciales con el fin de reducir el tiempo de inactividad por mantenimiento, los costes de mantenimiento y mejorar la seguridad de los vuelos.

También se ha empleado con éxito en la industria del cereal, la minera del carbón, las refinerías de petróleo, las plantas de gas y la industria del papel.

Aunque existe una gran variación y métodos diversos en la aplicación del RCM, la mayoría de los programas o procedimientos incluyen estos seis pasos básicos como punto de partida para realizar la implantación de un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en tu empresa:

Paso 1: Seleccionar un análisis RCM de activos.

Elije un activo sobre el que realizar el análisis RCM. ¿Qué criterios debes utilizar para seleccionar el activo? Algunos factores para tener en cuenta son el grado de criticidad del activo para las operaciones, sus costes de reparación en el pasado y sus costes de mantenimiento preventivo anteriores.

Paso 2: Describir las funciones del sistema para el activo seleccionado.

Es importante conocer las funciones del sistema, incluidas sus entradas y salidas, por pequeñas que sean. Por ejemplo, las entradas de una cinta transportadora son las mercancías y la energía mecánica que impulsa la cinta.

Paso 3: Definir los modos de fallo.

Comprender las diferentes formas en que puede fallar el sistema. Por ejemplo, la cinta transportadora puede transportar la mercancía con la suficiente rapidez o no transportarla por completo de un extremo a otro.

Paso 4: Evaluar las consecuencias del fallo.

¿Qué ocurrirá en caso de fallo? El fallo de un activo puede dar lugar a problemas de seguridad y a un mal rendimiento de la empresa.

También puede afectar a otros equipos. Los operarios de la planta, los expertos en equipos y los técnicos de mantenimiento deben trabajar juntos para identificar las causas fundamentales de los fallos de cada activo. Este proceso ayuda a determinar cómo priorizar las tareas.

Este proceso se puede organizar utilizando muchos métodos, entre ellos:

- Análisis de Modos de Fallo y Efectos (AMFE): Se trata de un método para evaluar el impacto de un fallo identificando dónde y cómo podría fallar un proceso. Por ejemplo, ¿qué haría que la cinta transportadora se ralentizara o dejara de funcionar?

- **Análisis de Modo de Falla, Efectos y Criticidad (AMFEC):** Es lo mismo que el AMFE. Pero va un paso más allá y crea vínculos entre los modos de fallo, los efectos y las causas de estos.
- **Análisis de Peligros y Operabilidad (HAZOPS):** Es un análisis sistemático de los procesos para identificar los problemas que pueden suponer un riesgo para el personal y los activos. En la mayoría de los casos, guía la revisión de los procedimientos operativos estándar.
- **Análisis del Árbol de Fallas (FTA):** Es una herramienta gráfica utilizada para examinar la causa raíz de una falla a nivel de sistema. Se utiliza para realizar una evaluación probabilística del riesgo
- **Inspección Basada en Riesgo (RBI):** Es un proceso de toma de decisiones utilizado para optimizar los planes de inspección. Se utiliza sobre todo para examinar equipos industriales, como tuberías, recipientes a presión e intercambiadores de calor.

Siempre hay que dar prioridad a los modos de fallo más críticos para un análisis adicional. En realidad, se deben conservar los modos de fallo que pueden producirse en un entorno operativo real.

Paso 5: Determinar una estrategia de mantenimiento para cada modo de fallo.

En este punto, se selecciona una estrategia de mantenimiento para cada modo de fallo crítico. Debe ser factible tanto económica como técnicamente. Puedes utilizar el mantenimiento basado en la condición (CBM), el mantenimiento preventivo o el mantenimiento predictivo.

Si no puedes aplicar una estrategia determinada para un modo de fallo concreto, considera la posibilidad de rediseñar el sistema para modificar o eliminar el modo de fallo.

Los modos de fallo no críticos se pueden considerar para una estrategia de Mantenimiento Al Fallo (RTF). También llamado Run To Failure o funcionamiento

hasta el fallo, se basa en no programar tareas de mantenimiento o supervisión hasta que se produce un fallo en la maquinaria.

Paso 6: Aplicar la estrategia y realizar revisiones periódicas.

Para que tu programa de RCM sea eficaz, tienes que poner en práctica las recomendaciones de mantenimiento identificadas en el paso 5. Tras la aplicación, las revisiones periódicas ayudarán a mejorar los sistemas y el rendimiento. Sea cual sea la estrategia de mantenimiento que decidáis utilizar para cada activo, podréis generar datos adicionales que mejoren vuestros sistemas.

Ventajas y desventajas del mantenimiento centrado en la confiabilidad

El éxito de la implantación del mantenimiento centrado en la confiabilidad beneficia a las empresas que pueden permitírselo. El marco de trabajo elimina las conjeturas de la priorización del mantenimiento y ayuda a las organizaciones a mantener los activos de una manera coherente, estructurada y rentable.

Dado que el RCM se basa en gran medida en las tecnologías del mantenimiento predictivo (PdM), las ventajas y desventajas de su programa son un reflejo de este.

Sin embargo, permite a las fábricas adecuar mejor los recursos a las necesidades de los equipos, al tiempo que mejora la confiabilidad y reduce los costos, más que cualquier otra estrategia de PdM.

Ventajas:

Si el RCM se aplica con éxito y eficacia en el programa, seguro que va a proporcionar a tu empresa las siguientes ventajas:

Aumento de la eficiencia.

El RCM aumenta en general la eficiencia del sistema, ya que sólo se centra en la gestión del sistema, aumenta la actividad de rendimiento mediante la eliminación de los fallos, aumenta el uso de los activos por el simple hecho de conseguir que no haya errores y reduce las causas de mantenimiento.

Reducción de costes.

También reduce los costes de mantenimiento al eliminar los fallos no deseados antes de que se produzcan, ya que algunos fallos requieren más costes y más recursos para su reparación. Por lo tanto, reduce los costes generales de mantenimiento y de recursos.

Mejora de la productividad.

Al mantener con éxito el sistema y reducir cualquier fallo repentino, mejora la satisfacción del cliente y aumenta la confiabilidad.

Sustitución de activos.

Si algún activo falla por cualquier razón o se destruye, entonces es importante la sustitución de un activo particular por otro nuevo que mejorará de manera sencilla las características que tienen la capacidad de hacer la misma función.

En general, esta estrategia de mantenimiento reduce las posibilidades de que se produzcan fallos repentinos en los equipos o activos, ya que mantiene un activo concreto y minimiza todas las formas posibles de que se produzcan fallos.

Desventajas:

Por otro lado, existe una serie de inconvenientes que debes analizar en función de tus objetivos y presupuesto antes de decidirte por esta estrategia de mantenimiento.

Mantenimiento continuo.

Una de las principales desventajas del RCM es que requiere un mantenimiento continuo y regular para mantener los activos más fiables y a salvo de fallos.

Requiere formación y costes de puesta en marcha.

Antes de realizar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, la formación es obligatoria y el coste de puesta en marcha del programa puede ser elevado.

Los costes iniciales de la implantación son elevados. Realizar un análisis de RCM requiere que los equipos inviertan mucho tiempo, dinero y recursos para empezar. El retorno de la inversión puede ser más lento de lo que los ejecutivos esperan.

Requiere tiempo y recursos.

En principio, requiere más tiempo y recursos para realizar con éxito el análisis de RCM, que es muy necesario para mantener las prioridades.

No tiene en cuenta el coste de mantenimiento.

Otra gran desventaja es que incorpora simultáneamente todos los tipos de estrategias de mantenimiento, incluidos algunos de sus inconvenientes.

Por ejemplo, supongamos que se opta por un enfoque de ejecución hasta el fallo para un activo determinado. Al mismo tiempo, se corre el riesgo de que se produzca un fallo imprevisto.

Por esta razón, a veces se considera que esta táctica es cara en comparación con la ejecución, únicamente, de programas de mantenimiento predictivo o preventivo. Sin embargo, la mayoría de los expertos coinciden en que es más rentable a largo plazo.

Complejidad.

Aunque es efectivo, por otro lado, es un método complejo y difícil de llevar a cabo.

El objetivo principal del programa RCM se basa en desarrollar y establecer una estrategia de mantenimiento efectiva y única para cada activo. Pero, tiene un alto riesgo de fallo con consecuencias importantes si falla. Aquí, el activo es cualquier elemento, equipo, dispositivo u otro componente del sistema.

El RCM es una metodología destinada a reducir el impacto de las averías de los equipos mediante una mayor comprensión del funcionamiento del activo, de lo que puede y no puede lograr.

Al conocer el modo de fallo y las causas principales, los esfuerzos de mantenimiento se centran en resolver los problemas fundamentales y, por tanto, en mejorar la confiabilidad de los equipos o procesos.

Los programas de RCM reducen los costes innecesarios, mejoran la seguridad y eliminan las órdenes de trabajo innecesarias.

Las empresas más grandes que pueden permitirse implementar estrategias avanzadas de mantenimiento periódico son las que más se benefician del sistema integral del RCM.

Procesos de Molienda en la Industria Cervecera

(Levabeer, 2018)

Molienda

- Figura2: Proceso de molienda



Fuente: Compañía cervecera de nicaragua

(RENAPRA) La cebada, como mencionamos anteriormente, se adquiere malteada. El primer paso antes de la elaboración consiste en el pesado y molturado o molienda de la malta. Este proceso tiene por objeto triturar la malta para lograr un tamaño de partícula que permita una maceración adecuada. La finura de la molienda dependerá del tipo de equipo utilizado para la filtración del mosto.

La molienda consiste en romper el grano, respetando la cáscara o envoltura y provocando la pulverización de la harina, la malta es comprimida entre dos cilindros, pero evitando destruir la cáscara lo menos posible pues ésta servirá de lecho filtrante en la operación de filtración del mosto; a su vez el interior del grano se transforma en una harina lo más fina posible.

Una vez que la malta llega al establecimiento puede ser acopiada en silos de almacenamiento o pasar directamente a las cocinas (es la parte donde comienza a tratarse la cebada malteada o malta). En el transcurso a las cocinas, la malta es sometida a un proceso de limpieza para retener las impurezas que se encuentren mezcladas (piedras, espigas, metales, etc.). De manera similar, ocurre con los adjuntos. Una vez que las materias primas (malta y adjuntos) han sido sometidos a los tratamientos adecuados de limpieza, son molidas al grado necesario.

- Figura3: Malta y adjuntos



Fuente: Compañía cervecera de nicaragua

Tipos de moliendas

Molienda Seca: Cuando se realiza la molienda en seco, se muele el grano entero, incluyendo la cascarilla. El tipo de molienda que se aplique determinará el tamaño de partícula (sémola, harina gruesa o harina fina) y el grado de ruptura de la cascarilla. La molienda seca se almacena en depósitos intermedios antes de ser añadidos a la cuba de maceración.

Molienda con sistema de humectación de cascarilla: A fin de minimizar el daño de la cáscara durante la molienda se desarrollaron sistemas de humectación de esta que

consisten en humedecer la malta antes de molerla para hacer su cáscara más flexible, lo que permite que pueda pasar entre los rodillos sin romperse.

Molienda húmeda: En el sistema clásico de molienda en húmedo, la malta es previamente remojada con agua a una temperatura entre 30°C y 50°C. El agua es recirculada hasta alcanzar una hidratación del grano uniforme, que suele producirse tras un tiempo de 15 a 30 minutos. Posteriormente se pasa el grano por un molino de un solo par de rodillos. Después de la molienda del grano, la harina resultante se mezcla con agua y se envía directamente a la cuba de empaste o maceración. La molienda húmeda es ventajosa porque da como resultado una combinación de cáscara entera y partículas más pequeñas de endospermo que acelera el proceso de macerado y facilita la obtención de extractos más altos.

Importancia de los Molinos en el proceso de la elaboración de una cerveza

Todos los procesos dentro de Cervecería son controlados por dispositivos eléctricos, electrónicos y mecánicos los cuales son comandados por un programa (Brewmaxx) en comunicación con un PLC desde donde se generan todas las órdenes a ejecutarse. La malta se vierte en sus respectivos silos de recepción donde a través de un sistema neumático es transportada directamente a un filtro limpiador, la cual hace que tanto el polvo que esta adherido al grano, así como partículas que pudieran venir mezcladas se separen totalmente en forma tal, que sea solamente la malta propiamente dicha la que caiga en la báscula que ira pesando la cantidad exacta que se necesita para la fabricación del producto, este mismo sistema se emplea para el arroz. A medida que el grano va pasando del limpiador a la balanza, esta lo vuelca en el molino donde el grano es triturado a una medida exacta saliendo del molino directamente a una tolva recolectora de grano molido herméticamente cerrado.

El proceso de trituración de grano es uno de los más críticos del área, ya que un paro puede llegar a detener completamente la producción en el área de cocimiento de la compañía generando considerables pérdidas económicas para la empresa, en la que un minuto de paro está valorado en 20\$ aproximadamente. Por esta razón se pretende

darle más atención por medio del modelo de gestión presentado en esta investigación, para mantener al margen esos problemas imprevistos y deficiencia en la disponibilidad por una mala coordinación en la gestión ya existente.

III. DISEÑO METODOLÓGICO

Generalidades

Toda investigación se fundamenta en un marco metodológico, el cual define el uso de métodos, técnicas, instrumentos, estrategias y procedimientos a utilizar en el estudio que se desarrolla. Al respecto, Balestrini (2006, p.125) define “el marco metodológico como la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y protocolos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real”. Según Finol y Camacho (2008, p.60), el marco metodológico está referida al “cómo se realizará la investigación, muestra el tipo y diseño de la investigación, población, muestra, técnicas e instrumentos para la recolección de datos, validez y confiabilidad y las técnicas para el análisis de datos”.

3.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo será diseñado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, “De acuerdo con Hernández, Fernández y Baptista (2014) el enfoque cuantitativo utiliza la recolección de datos para probar la hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin de establecer pautas de comportamiento y probar teorías (p. 4).

De acuerdo con el problema planteado y a los objetivos a alcanzar, la investigación referida sobre herramientas utilizadas en la gestión del Mantenimiento en molinos del área de Elaboración de Compañía Cervecera de Nicaragua para el análisis y mejora de eficiencia se considera como una investigación de tipo descriptiva, orientada a analizar el comportamiento de la variable en el contexto de estudio. Para Arias (2006, p.24), la investigación descriptiva “consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

En lo que respecta a la investigación planteada, Estudio sobre herramientas utilizadas en la gestión del Mantto en molinos del área de Elaboración de Compañía Cervecera de Nicaragua para el análisis y mejora de eficiencia, la estrategia general para la recolección y desarrollo de la información en función de los objetivos propuestos está dirigida a un diseño de campo, no experimental, descriptivo.

En el marco de este estudio, los datos utilizados para el análisis de la variable Indicador de disponibilidad se tomarán directamente en los sitios de trabajo a los sujetos de estudio. Al respecto Arias (2006, p.31), expresa “la investigación o diseño de campo es aquella que consiste en la recolección de datos directamente de los sujetos investigados, o de la realidad donde ocurren los hechos (datos primarios)”.

Así mismo Silva (2008, p.20), señala que “la investigación de campo se realiza en el medio donde se desarrolla el problema, o en el lugar donde se encuentra el objeto de

estudio, el investigador recoge la información directamente de la realidad". En tal sentido esta investigación se orienta a un diseño de campo.

Con relación al diseño no experimental, descriptivo que sigue esta investigación, Tamayo y Tamayo (2003) expresa que su objetivo es indagar la incidencia y los valores en que se manifiesta(n) una o más variables y tiene como propósito medir una o más variables proporcionando su descripción llegando incluso a establecer comparaciones entre ellas.

Por otro lado, Hernández, Fernández y Baptista (2006, p.205), explican que los diseños no experimentales de investigación "se realizan sin manipular variables intencionalmente, se observa al fenómeno tal y como se presenta en su contexto natural para después analizarlo". También Balestrini, (2006, p.132) afirma que en la investigación no experimental "se observan los hechos estudiados tal como se manifiestan en su ambiente natural, y en ese sentido, no se manipulan de manera intencional las variables".

En función de lo expuesto, el estudio de la variable Indicadores EGE se realiza sin intervenir en el comportamiento de dicha variable ni sobre los factores que la conforman, es decir, sin manipulación intencional. Asimismo, la investigación se centra en el análisis de la del indicador y la recolección de los datos se realizará una vez en el tiempo establecido para el estudio. Por estas razones, el diseño de la presente investigación también se orienta a un diseño no experimental, descriptivo.

3.2 Área de estudio

El área de estudio de esta investigación se desarrolla en el área de elaboración de Compañía Cervecera de Nicaragua.

3.3 Población y Muestra

La población se define como “un conjunto de todos los elementos que estamos estudiando, acerca de los cuales intentamos sacar conclusiones “(Levin y Rubin,1996, p.20)

El diseño de la muestra es No Experimental, para Sampieri (2003), el diseño no experimental se divide tomando en cuenta el tiempo durante se recolectan los datos , estos son: Diseño transversal, donde se recolectan datos de un solo momento, en un tiempo único, su propósito es describir variables y su incidencia de interrelación en un momento dado, y el diseño Longitudinal, donde se recolectan datos a través del tiempo en puntos o periodos, para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y sus consecuencias.

Población:

Es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado (Wigodski, 2010). Para esta investigación se considera como población a los equipos del área de molinos de Compañía Cervecera de Nicaragua. También se considerarán los procesos relacionados con la gestión del mantenimiento de estos equipos.

Muestra

Es un subconjunto fielmente representativo de la población (Wigodski, 2010). La muestra es No Probabilística, ya que es dirigida a un sujeto específico y se hizo sobre la totalidad de maquinarias.

Flujograma de proceso de producción de la Cerveza.



Fuente: *Compañía Cervecera de Nicaragua*

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Fuentes primarias:

- Una entrevista es intercambio de ideas, opiniones mediante una conversación que se da entre una, dos o más personas, se consultan una serie de interrogaciones previamente estructuradas (Concepto. De, s.f.). Se utilizó este instrumento para obtener la información estructurada de la operacionalización de variables aplicada en Compañía Cervecera de Nicaragua.
- Una Guía de observación es un instrumento que se basa en una lista de indicadores que pueden redactarse ya sea como afirmaciones o bien como preguntas, que

orientan el trabajo de observación dentro del muestreo, señalando los aspectos que son relevantes al observar (Gutiérrez, 2016). Se utilizó este instrumento para la recopilación de información mediante el tour realizado por el jefe de Ingeniería del departamento Técnico de la empresa antes descrita.

Fuentes secundarias:

- Se le denomina Material bibliográfico a la relación o lista de un conjunto de libros o escritos utilizados como material de consulta o soporte documental para la investigación y la elaboración de un trabajo escrito o una monografía (Significados.com, 2018). Se utilizó citas conceptuales que ayudaron a la redacción del Marco Teórico, así mismo protocolos, fichas y documentos digitales, pertenecientes al departamento Técnico de Compañía Cervecera de Nicaragua.

3.5 Operacionalización de las variables

- Tabla4: Operacionalización de las variables

Variable	Tipo de Variable	Indicador	Definición	Técnicas e instrumentos de recolección de datos
Disponibilidad de Equipos	Dependiente	Disponibilidad	Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto para su uso y operatividad. El cálculo de este indicador toma en cuenta la sumatoria del tiempo por paradas planificadas, que corresponden a los procesos rutinarios de mantenimiento, así como la sumatoria del tiempo por paradas no planificadas, que corresponden a las incidencias imprevistas y	Una entrevista es intercambio de ideas, opiniones mediante una conversación que se da entre una, dos o más personas, se consultan una serie de interrogaciones previamente estructuradas (Concepto. De, s.f.). Se utilizó este instrumento para obtener la información estructurada de la

			fallas de los equipos. La disponibilidad de una máquina, equipo o sistema se encuentra definida en gran medida por su tiempo medio entre fallas (MTBF), y también por su tiempo medio para reparación (MTTR).	operacionalización de variable aplicada
Tiempos de Paro	Independiente	Tiempos de paro no programados	En las fábricas los paros NO Programados son identificados como tiempos de inactividad de una máquina o línea de producción los cuales ocurren por eventos a través del tiempo, los paros más comunes son por averías, un mal programa de mantenimiento, falta de materia prima en el proceso o problemas de calidad que	Se le denomina Material bibliográfico a la relación o lista de un conjunto de libros o escritos utilizados como material de consulta o soporte documental para la investigación y

			sucedan y que obligan a parar la producción y no cumplir con lo programado.	la elaboración de un trabajo escrito o una monografía (Significados.com, 2018). Se utilizó citas conceptuales que ayudaron a la redacción del Marco Teórico, así mismo protocolos, fichas y documentos digitales
Tiempo de Fallos	de Independiente	Tiempo medio entre fallos	Mean Time Between Failures (MTBF) representa el tiempo medio que transcurre entre dos fallas/averías de un equipo determinado. Por lo tanto, representa la fiabilidad	

			de la operación del activo, cuanto más alto sea su MTBF, más fiable es.	
Tiempo de Reparación	Independiente	Tiempo Medio para reparar	Mean Time to Repair (MTTR) es el tiempo medio de reparación, una de las métricas más utilizadas por los gestores de mantenimiento. Como su nombre indica, el MTTR representa el tiempo medio necesario para resolver fallos y reparar el activo que sufrió una avería, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento.	

Fuente: Elaboración propia

IV. ANALISIS DE RESULTADOS

Objetivo 1: Diagnosticar el modelo de Gestión del mantenimiento actual y su relación con los molinos del área de Elaboración en Compañía Cervecera de Nicaragua.

Reportes de paros Extraídos del Sistema SAP

- Figura 6: Reportes de paros reportados en SAP

Reporte General de paros no programados (ALV).- Elaboración.

COMPañIA CERVECERA DE NICARAGUA 

Fecha del reporte: 05.05.2022
 Fecha de producción: Desde: 00.00.0000 hasta: 00.00.0000

Documentos de paro:

Documento de Paros	Posición de paro del equipo	Equipo	Descripción del equipo	Día de producción	Orden	Producto	Descripción	Operador	Nombre del Operador	Componente	Descripción del componente	Descripción del Sistema	Tipo de paro	Síntoma	Descripción
3000000210	001	MMC	Molino Malta	04.02.2021	000830011203	000000000000800002	MOSTO TOÑA	OP03	CARLOS ERNESTO LOPEZ MEND	FE0017	Otros	Mecanico	M	SIN0024	SE FUÉ
3000000220		MMC	Molino Malta	04.05.2021	000830011395	000000000000800001	MOSTO VICTORIA	OP12	JORGE LUIS RODRIGUEZ	FI0021	Cilindro neumático	Sist Neumatico	I	SIN0024	SE FUÉ
3000000224		MMC	Molino Malta	12.05.2021	000830011486	000000000000800002	MOSTO TOÑA	OP03	CARLOS ERNESTO LOPEZ MEND	FE0018	Sensor / Fotocelda	Electrico	E	SIN0016	ATASC
3000000235		MMC	Molino Malta	24.08.2021	000830011611	000000000000800002	MOSTO TOÑA	OP06	CARLOS JOSE HERRERA	FE0017	Otros	Mecanico	M	SIN0007	DESAJ
3000000259		MAC	"Molino Adjunto, "	09.03.2022	000830012182	000000000000800002	MOSTO TOÑA	OP12	JORGE LUIS RODRIGUEZ	FI0033	Receta	Generales	A	SIN0007	DESAJ

Fuente: SAP compañía cervecera de Nicaragua

- Figura 7: Reporte general de paros no programados

The screenshot displays the SAP report 'Reporte General de paros no programados (ALV) - Elaboración'. The main window shows a selection screen with various parameters for filtering the report. A pop-up window titled 'Equipo (1) 3 entradas encontradas' is open, showing a table of equipment with columns 'EQUIPO' and 'DESCRIP'. The table contains three entries: MAC ('Molino Adjunto, '), MAN ('Molino Adjunto nuevo'), and MMC ('Molino Malta').

Reporte General de paros no programados (ALV) - Elaboración.

Parámetros de selección

Documento de paros. [] a []

Orden [] a []

Equipo [x] []

Fecha del día de producción. []

Código de componente. []

Tipo de paro []

Fecha de inicio del paro. []

Hora de inicio del paro. []

Fecha de fin del paro. []

Hora de fin del paro. []

Operador []

Código del supervisor []

Código de síntoma []

Código de Causa []

Equipo (1) 3 entradas encontradas

Restricciones

EQUIPO	DESCRIP
MAC	"Molino Adjunto, "
MAN	Molino Adjunto nuevo
MMC	Molino Malta

3 entradas encontradas

Fuente: SAP Compañía cervecera de Nicaragua

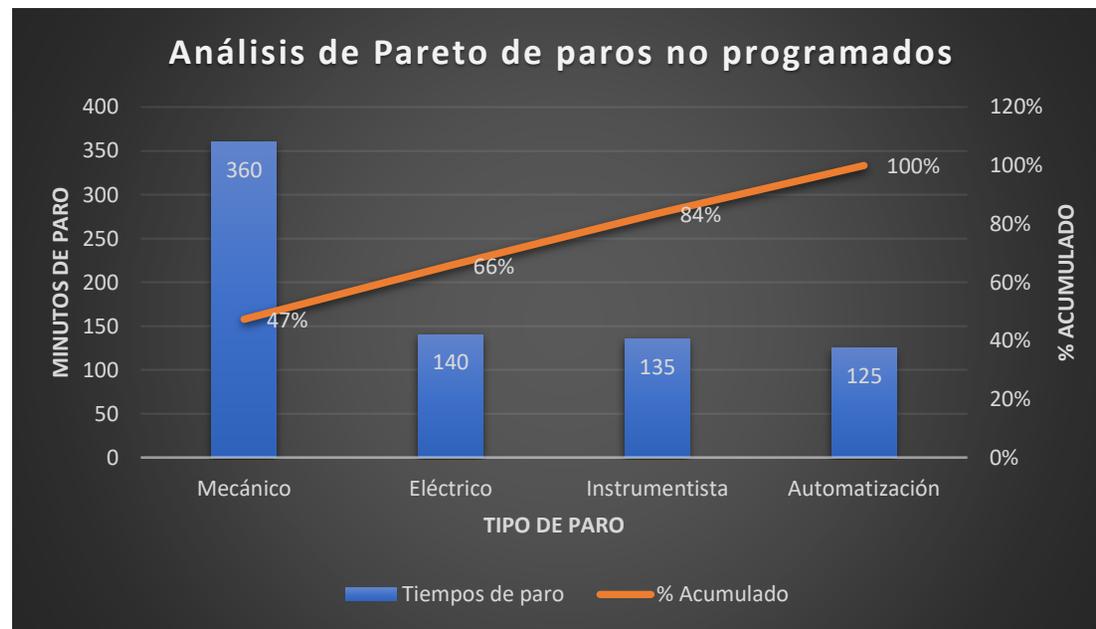
- **Tabla5:** Reporte de paros en molinos extraídos de sistema SAP

Descripción del equipo	Día de Paro	Descripción del Componente	Descripción del sistema	Tipo de Paro	Descripción del síntoma	Duración	Descripción
Molino Malta MMC	04.01.2022	Otros	Mecanico	M	SE FUE A FALLA	115	FALLA EN MOTOR DE ESCLUSA DE CASCARILLA 11_14_02M02 MOLIENDA .EL MOTOR SE QUEMO, SE PROCEDIO A QUITARLO Y ADEMAS TAMBOR DE LA ESCLUSA
Molino Malta MMC	02.02.2022	Cilindro neumático	Sist Neumatico	I	SE FUE A FALLA	45	CILINDRO NEUMATICO NUMERO 2 DEL MOLINO DE MALTA, ESTABA EN FALLA PORQUE TENIA FUGA Y SE CREABA UNA COMPRESION. MOLINO DE MALTA
Molino Malta MMC	12.02.2022	Sensor / Fococelda	Electrico	E	ATASCAMIENTO, OBSTRUCCION	95	SENSOR DE NIVEL MAXIMO DE RECIBIDOR DE GRANO AZOTEA MARCANDO LLENO,LUEGO MOLINO DE MALTA,GRANO SE APELMAZO EN TOLVA Y NO BAJABA
Molino Malta MMC	24.02.2022	Otros	Mecanico	M	DESAJUSTE	50	PAUSA POR DESAJUSTE DEL SENSOR 11_15_01LS04 NIVEL MAXIMO DE LA TOLVA DEL MOLINO DE MALTA/ELECTRICO
Molino Adjunto MAC	09.03.2022	Receta	Generales	A	DESAJUSTE	125	PARAMETROS NO SINCRONIZADOS
Molino Adunto Nuevo MAN	09.03.2022	Rodo Alimentador	Mecanico	M	SE FUE A FALLA POR SATURACION	145	FALLA POR SATURACION POR GRANO SOLIDIFICADO
Molino Malta MMC	15.04.2022	Otros	Electrico	E	DESAJUSTE	45	PAUSA POR DESAJUSTE DEL SENSOR 11_15_01LS04 NIVEL MAXIMO DE LA TOLVA DEL MOLINO DE MALTA/ELECTRICO
Molino Adjunto MAC	23.04.2022	Electrovalvula	Instrumentista	I	ELECTROALVULA DAÑADA	90	ELECTROVALVULA DAÑADA, SE REALIZO CAMBIO
Molino Malta MMC	26.04.2022	Bandas	Mecanico	M	BANDAS DEFECTUOSAS	50	BANDAS DE SISTEMA DE TRANSMISION EN MAL ESTADO

Fuente: Elaboración propia sistema SAP

Realizamos una investigación sobre la gestión existente en los molinos y solo encontramos un reporte de paros en sistema SAP con el que únicamente registran los tiempos y la clasificación de estos, ya sea mecánico, eléctrico, instrumentista o automatización. De la tabla anterior creamos un gráfico con los paros clasificados por especialidad para poder evaluar cual es la de mayor tiempo de paro causado y así mismo observar cual genera más pérdidas, de este modo obtendremos un mejor análisis sobre los hallazgos, dichos datos los reflejamos a continuación:

- **Figura8:** Análisis de Pareto de paros no programados



Fuente: Datos extraídos de SAP

Con este análisis de Pareto determinamos que la especialidad mecánica ha generado más pérdidas con 360 minutos de paro, lo que significa que en costo vienen siendo aproximadamente 7,200 dólares durante 4 meses de trabajo.

Entrevista realizada a supervisor de elaboración

Se realizó una entrevista al supervisor de elaboración con el objetivo de explorar la efectividad actual del área de elaboración en cuanto a la operatividad en la gestión y administración del mantenimiento se trata hasta hoy en día.

- **Tabla6:** Entrevista realizada a supervisor de elaboración, donde identificamos debilidades en comparación a otra área

Preguntas	Si cumple	Cumple parcial	NO cumple	Evidencia
Diseñan planes de trabajo para el mantenimiento preventivo de los equipos?			X	SAP
Llevan un registro de tiempo real en la ejecución de cada trabajo de mantenimiento?			X	OT
Existe un registro de ordenes de trabajo atendidas?		X		SAP
La empresa cuenta con repuestos para los equipos utilizados en el proceso?		X		SAP
La empresa aplica métodos de evaluación de desempeño a los miembros del departamento?		X		POL_RH_005
Considera usted que los métodos de evaluación ejecutados son los apropiados?	X			
La empresa garantiza la disponibilidad de recursos materiales para el mantenimiento preventivo de los equipos?	X			SAP
Utilizan algún método para medir la eficiencia de los equipos?			X	
Realizan análisis sobre los paros generados?			X	
Se han analizado los fallos críticos de la planta?	X			FSC E05.03.000.01
Hay un sistema claro de asignación de prioridades?		X		
Llevan un control sobre disponibilidad de los equipos mediante indicadores?			X	
Totales	3	4	5	

Fuente: Elaboración propia

Evidencias de la entrevista.

Figura9: Orden de trabajo de mantenimiento preventivo extraído de SAP

Orden de Trabajo

No.
40002350

Predictivo Motor principal molino malta
Clase de Orden OMEPP
Fecha Propuesta: 22.05.2022
Ubicación Técnica: ICISA-01-COC-MOLIE-M001C MOLINO TRITURADOR DE MALTA
Clacif: A
Equipo: M001C Motor giratorio principal molino malta
 MOTOR INTEGRADO AL MOLINO, POS 404
Sección: Sala d Molienda **Plan:** 1000002090 **Pos:** 5143
Clacif:
Clase de Actividad: Predictivo **Revisión**

Fecha: 25.05.2022 .

Fecha de ejecución _____

Solicitud Recibida por _____

Lista de Verificación durante la ejecución de los trabajos (F307)

No.	Descripción	No1.	No2.
1	Ejecuta en orden lógico las instrucciones de la OT.		
2	Es efectivo en el uso de las herramientas necesarias.		
3	Aprovecha el tiempo en la ejecución de tareas.		
4	Hace uso eficiente de los mat. que saca de almacén.		
5	Ejecuta en tiempo o atiende al retraso.		
6	Cumple con el objetivo o impacto de la ejecución.		
7	Es necesaria retroalimentación.		
8	Téc. al final trabajo garantiza orden y limpieza del área.		
Resultado total de la evaluación.			

Verif. de cond. seguras del trab. con riesgo común

IDENTIFICACION DE PELIGROS

No.	Descripción	SN
1	Caida al mismo o distinto Nivel.	
2	Caida de objetos o herramientas.	
3	Contacto con superficies afiladas.	
4	Golpes con objeto o herramienta.	
5	Proyección de partículas.	
6	Atrapamiento por o entre objetos.	
7	Riesgo músculo esquelético.	
8	Temperatura ambiente extremas.	
9	Contactos con superficies calientes.	
10	Inhalación de sustancias nocivas.	
11	Contacto con sustancias agresivas.	
12	Exposición a radiaciones.	
13	Incendios.	
14	Explosiones.	
15	Atropellos por vehículos.	
16	Contaminación con agentes biológicos.	
17	Ruido.	
18	Iluminación inadecuada.	
19	Exposición a energía estática.	
20	Vibraciones.	

MEDIDAS DE CONTROL

1	Señalar o delimitar el área.	
2	Quitar o eliminar los riesgos.	
3	Revisar estado de herramientas.	
4	Revisar el estado de los EPP por tarea.	
5	¿Necesita tomar otra medida?	
6	¿No sabe cómo actuar? Pregunte.	
7	¿Listo para actuar si pasa un accidente?	

OBSERVACIONES

GRUPO DE TRABAJO	HTN	HTE	OP

FECHA ENTREGA

Trabajo Recibido. _____

Fuente: SAP Compañía cervecera de Nicaragua

Evidencias: Ordenes de trabajo, para efectuar mantenimientos.

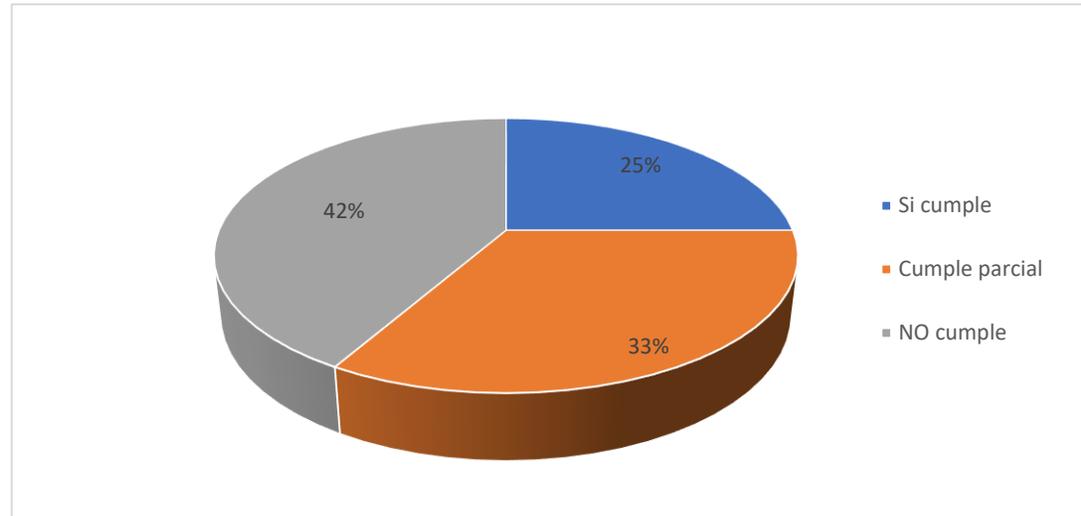
- Figura10: Ordenes de trabajo generadas en sistema SAP

Orden	PtoTrbRes	Inic.extr.	Fin extr.	Texto breve	Ubicación técnica
4000236235	ELIELA17	29.05.2022	29.05.2022	Motor reductor alimentador molino ...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000235100	MECIELA	24.05.2022	24.05.2022	Limpieza Tolva de Malta y Arroz Moli...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
2000024137	ELIELA17	10.05.2022		mantto aspiradora	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000235028	ELIELA10	29.04.2022	29.04.2022	Tecele electrico # 1 tolva de malta	ICSA-01-COC-MOLIE-M002C
4000235029	ELIELA10		29.04.2022	Tecele electrico # 2 molino malta	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
2000024096	ELIELA08	27.04.2022	28.04.2022	Sensores en falla, sem17	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
2000024097	ELIELA08		28.04.2022	Sensores en falla, sem17	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000235599	MECIEL11	12.04.2022	12.04.2022	Mtto Molino New p/Sorgo, Trigo, M...	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000235004	INSTEN01	13.03.2022	13.03.2022	Instrumento tolva de malta	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000235598	MECIEL07		13.03.2022	Molino New p/Sorgo, Trigo, Maiz se...	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000235601	ELIELA10		13.03.2022	Motor No1 Molino New, parte baja	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000235603	ELIELA10		13.03.2022	Motor No2 Molino New, parte alta	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000231256	ELIELA08	12.03.2022	12.03.2022	Predictivo Motor principal molino mal...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000231257	INSTEN01		12.03.2022	Instrumento molino de Malta	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000231259	ELIELA10		12.03.2022	Motor reductor alimentador molino ...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000231260	ELIELA08		12.03.2022	Preventivo Motor principal molino m...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000238504	MECIEL07	24.02.2022	25.02.2022	Reloj caratula Molino sorgo	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000238461	MECIEL07	14.02.2022	15.02.2022	RUIDO ANORMAL SEM06	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000231258	MECIEL07	12.02.2022	28.02.2022	Mtto Molino Malta & Componentes ...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000235597	MECIEL11	10.02.2022	10.02.2022	Mtto Molino New p/Sorgo, Trigo, M...	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C
4000238405	ELIELA08	05.02.2022	07.02.2022	Mtto sub-panel Molino Malta srem06	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000231291	ELIELA10	04.02.2022	04.02.2022	Tecele electrico # 1 tolva de malta//	ICSA-01-COC-MOLIE-M002C
4000231292	ELIELA10		04.02.2022	Tecele electrico # 2 molino malta//	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000231401	MECIELA	01.02.2022	01.02.2022	Limpieza Tolva de Malta y Arroz Moli...	ICSA-01-COC-MOLIE-M001C
4000234489	MECIEL07	13.01.2022	13.01.2022	Mtto Molino New p/Sorgo, Trigo, M...	ICSA-01-COC-MOLIE-M003C

Fuente: Sistema SAP Compañía cervecera de Nicaragua

Resultados de la entrevista.

- Figura 11: Gráficos de resultados en la entrevista



Fuente: Elaboración propia

En la entrevista obtuvimos información más acertada sobre el modelo de gestión ineficiente que se utiliza actualmente en el que realizamos un gráfico con los resultados y dichos datos nos muestran que el 42% de la gestión de mantenimiento utilizada necesita una mejora en cuanto a efectividad se trata, un 33% que si cumple con una gestión más eficiente pero que también necesita mejoras mínimas y un 25% de cumplimiento con un modelo efectivo y eficiente que cumple con todos los parámetros para obtener buenos resultados.

Paros Programados

Son los previstos y establecidos en la programación de paros de todo el año. En Compañía Cervecera de Nicaragua se estableció una frecuencia semanal para realizar los mantenimientos programados con duración de 8 horas, en los que se realizan los mantenimientos a los equipos de cada área.

Es notable el déficit que se encontró en las herramientas y estrategias que se utilizan en la gestión del mantenimiento en los molinos y por consiguiente en toda el área, por esta razón podemos concluir que es necesario mejorar e implementar un modelo de Gestión que nos ayude a reducir estos costos y mejorar la funcionalidad y eficacia de los equipos.

Objetivo 2: Identificar oportunidades de mejora en la gestión del mantenimiento que permiten mejorar la disponibilidad y eficiencia general de los molinos.

Al realizar una comparación con el modelo de gestión de mantenimiento de otra área donde se muestran mejores resultados, creamos un cuadro comparativo con los resultados que se muestra a continuación:

Tabla 7: Tabla comparativa de modelo de gestión entre 2 áreas

Modelo gestión de mantenimiento en Molinos	Modelo de gestión de mantenimiento en líneas de envasado
<ul style="list-style-type: none"> -Se contabilizan los tiempos de paros de la maquina mediante sistema SAP -Se realiza análisis de falla por paros mayores a hr mediante el método AMEF -Se realizan reuniones diarias para reportar los incidentes ocurridos críticos y que necesitan atención urgente. - Actualmente en el área Elaboración molinos, no se están calculando los costos de cada paro por equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se controla la disponibilidad general del área mediante indicadores de disponibilidad, MTTR y MTBF -Se realizan análisis de fallas criticas -Se registra la perdida de disponibilidad por mantenimiento preventivo por medio del indicador MPP -Se contabilizan los tiempos de paros mayores a 30 minutos mediante el indicador perdida por MS. -Se contabilizan los tiempos de paros mayores a 30 minutos mediante el indicador perdidas por BD -Se realizan reuniones diarias para la toma de decisiones de los incidentes ocurridos en los turnos. - Se realizan los análisis de costos por cada paro generado en las líneas.

Fuente: Elaboración propia

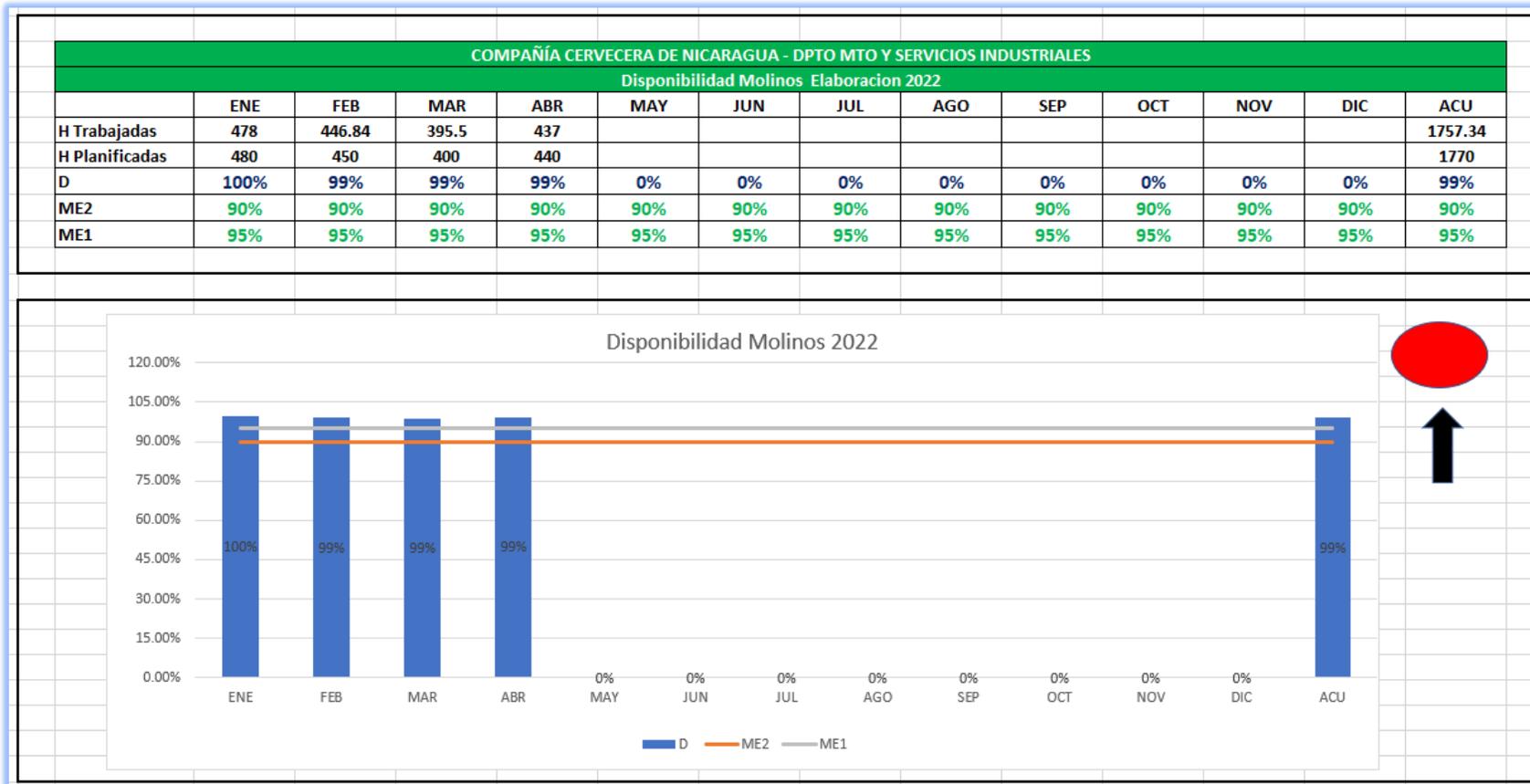
Como podemos observar en el cuadro comparativo, en los molinos no se utilizan los indicadores de Disponibilidad, MTBF, MTTR, MS, BD y tampoco se realizan análisis de costos por cada paro como el área analizada, por lo que tomaremos como oportunidad de mejora la comparación de estos modelos comparados.

Objetivo3: Presentar una propuesta de modelo de gestión del mantenimiento industrial que permita elevar la disponibilidad y la eficiencia general de los equipos.

-Como propuesta plantearemos los 4 indicadores más importantes que deben utilizarse para mejorar considerablemente la gestión de mantenimiento en los molinos de Compañía Cervecera de Nicaragua que son Indicador de Disponibilidad, indicador de paros no programados, indicador tiempo medio para reparar y por último indicador de tiempo medio entre falla.

Es importante reflexionar sobre la importancia de que exista una mayor utilización de los indicadores de gestión, en general, para medir de manera efectiva la gestión de mantenimiento, en el entendido que, como resultado de estas mediciones, podrían emprenderse acciones de mejoramiento continuas con la visión real de lo que en la práctica se está realizando. Con los datos extraídos de SAP, procedimos a plasmarlos en los indicadores mostrados a continuación:

1- Indicador de disponibilidad Elaboración

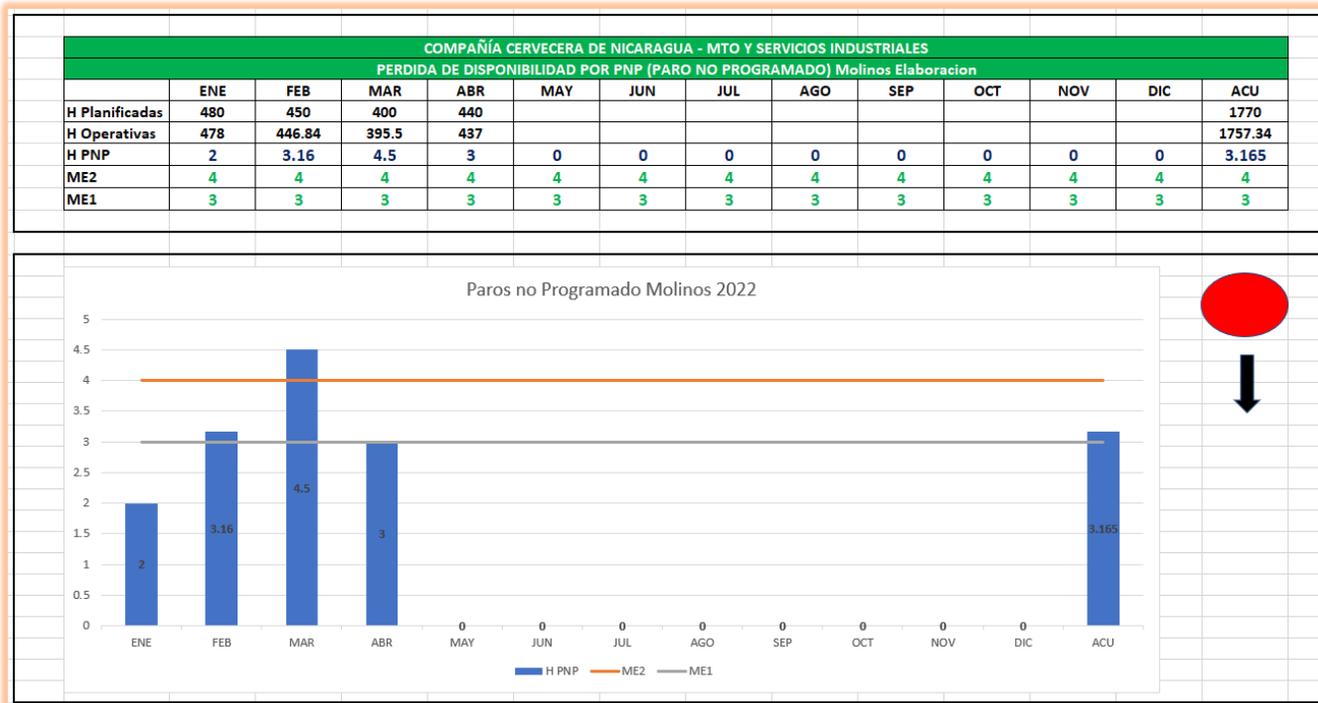


Fuente: Elaboración propia

Aquí obtuvimos como resultado una increíble disponibilidad, pero no significa que no debamos mejorar, ya que en molienda existe una sobredimensión de capacidad de producción lo que indica que para las proyecciones de aumento de producción la disponibilidad debe mejorar aún más.

2- Indicador de Paros no Programados

Es de vital importancia llevar un control de datos de este indicador ya que por medio de el podemos identificar aspectos como calidad o el ciclo de producción, lo que afecta directamente la rentabilidad de las plantas como unidades de negocio.

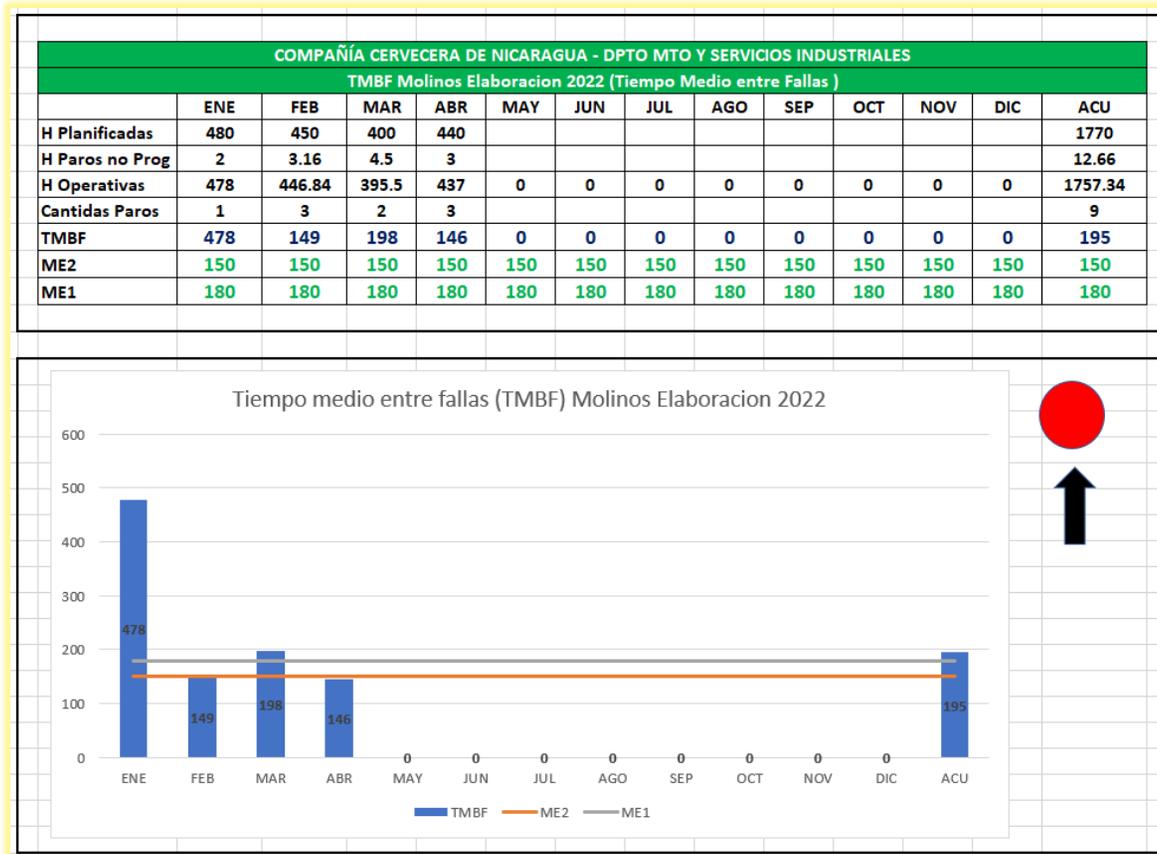


Fuente: Elaboración propia

Como resultado de este indicador obtuvimos buenos resultados, aunque debemos estudiar las causas de esos paros generados para reducir esos tiempos y mejorar los números.

3- Indicador Tiempo medio entre fallas (TMBF)

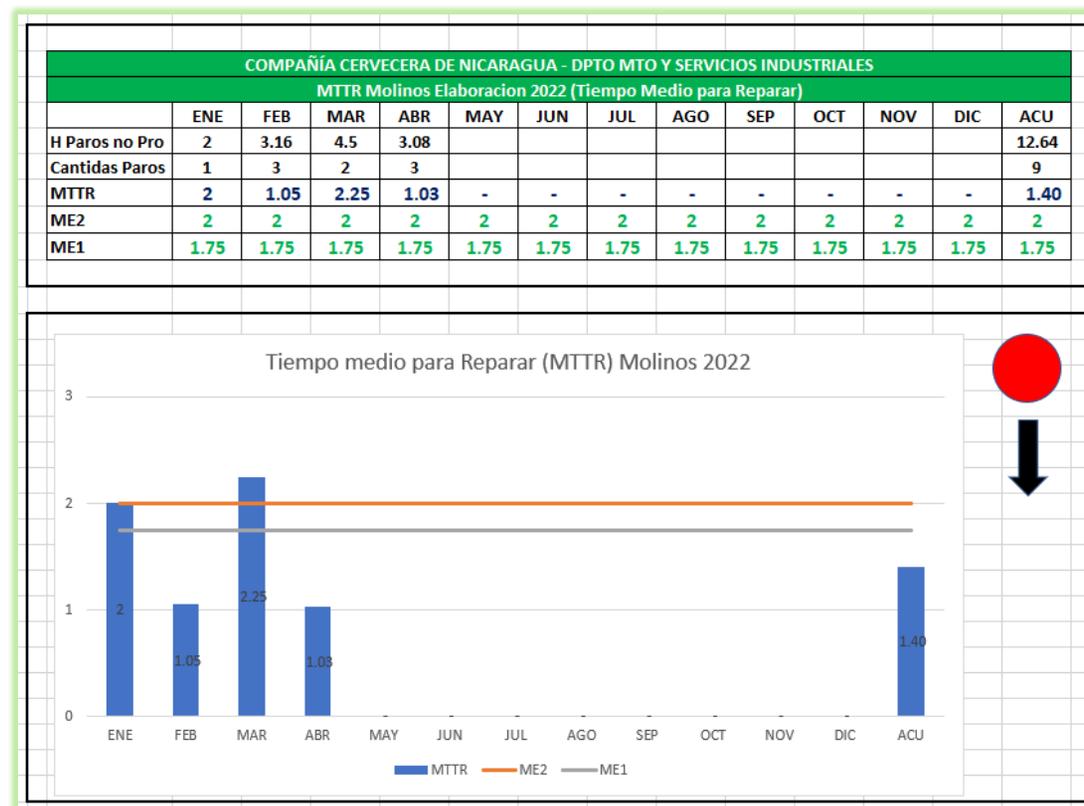
El Tiempo Medio entre Fallas representa el tiempo medio que transcurre entre dos fallas/averías de un equipo determinado, en este caso en los molinos trituradores.



Fuente: Elaboración propia

4- Indicador de Tiempo medio para reparar (MTTR)

El MTTR es el tiempo medio necesario para resolver la avería y reparar el equipo, devolviéndole las condiciones normales de funcionamiento. Cuando hablamos de MTTR estamos por tanto hablando de mantenimiento correctivo.



Fuente: Elaboración propia

V. CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACION

Se acepta la hipótesis de la investigación dado que la implementación de un modelo de gestión del mantenimiento, basado en la confiabilidad (RCM) por medio de tres indicadores claves Disponibilidad de elaboración, TMBF y MTTR, permitirán reducir los tiempos de paros que se han identificado

El estudio realizado en Compañía Cervecera de Nicaragua nos permitió ejecutar un análisis del modelo de Gestión del mantenimiento actual y no se encontró ninguna relación con los molinos del área de Elaboración, el cual nos facilitó la oportunidad de identificar las oportunidades de mejora que ayudaran a llevar un mejor control de los tiempos de paros mediante una propuesta de mejora planteada en este trabajo investigativo.

En el área de elaboración molino es la más crítica del proceso productivo, se propuso un modelo de gestión en el cual se implementan una serie de indicadores para medir o mejorar la disponibilidad y los tiempos pocos productivos del área de elaboración, es por ello que se le debe prestar especial atención a las funciones de supervisión(planificación, organización, dirección, control, y evaluación) ya que implementadas y desarrolladas adecuadamente dentro del programa de mantenimiento se logra incrementar la eficiencia y eficacia del personal.

Con el fin de garantizar una implementación exitosa para mejorar significativamente la gestión que se ejecuta actualmente, se realizaron análisis sobre el registro de paros existente y se extrajo la información necesaria para elaborar los indicadores principales que son de mayor importancia, posteriormente elaboramos gráficos para obtener una mejor ilustración de nuestro trabajo. Con esto concluimos que nuestra hipótesis es verdadera, ya que se logra mejorar la disponibilidad de los molinos mediante la implementación de los indicadores de disponibilidad, MTTR y MTBF.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos determinar la importancia de implementar una serie de estrategias que ayude a mejorar la eficiencia de los molinos mediante los indicadores de disponibilidad y tiempo entre fallas, ya que los costos son elevados al no mejorar la gestión del mantenimiento dado que el costo por minuto de paro por molinos se aproxima a los U\$20 por minuto y U\$1,200 por hora, es decir que si reducimos al máximo los paros que obtuvimos en los primeros 4 meses del año podríamos haber ahorrado al menos U\$7,200 dólares solo en la especialidad mecánica. Este hallazgo confirma el logro del objetivo planteado y apoya las teorías de trabajar bajo un modelo de gestión más aterrizado para este tipo de procesos como industria cervecera.

RECOMENDACIONES

El trabajo realizado nos servirá como base para Implementar los planes de mantenimiento aplicando la metodología RCM para toda la planta.

Implementar el plan de mantenimiento propuesto en este estudio.

Definir con claridad y capacitar al personal de mantenimiento en la elaboración de los informes, para este nos sirva como base para implementar RCM a los demás equipos

Colocar la “verdad” y el “detalle” necesario de las intervenciones ayudara en el futuro a identificar nuevos modos de falla, así mismo a mejorar las hojas de información y decisión.

La comunicación entre el personal de operación y mantenimiento debe ser más efectiva para poder registrar exactamente lo sucedido y además conocer los diversos modos de falla asociados al equipo.

El personal de mantenimiento debe saber qué es lo que necesita y para cuando lo necesita, de esa manera el área de planeamiento puede coordinar con el área de logística el despacho de los recursos antes de iniciar la tarea de mantenimiento.

Se deben mejorar los procedimientos de trabajo, así mismo concientizar al personal sobre la necesidad de sus herramientas en campo, eso ayudara a mejorar la mantenibilidad del equipo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberti, A. (06 de Mayo de 2020). *Confiabilidad del mantenimiento*. Obtenido de <https://www.alsglobal.com/%2Fes-co%2Fnews%2Farticulos%2F2020%2F05%2Fqu-es-la-confiabilidad-en-el-mantenimiento#:~:text=La%20confiabilidad%20de%20la%20gesti%C3%B3n,en%20la%20cadena%20de%20producci%C3%B3n>.
- ALS Limited. (2020). *Disponibilidad de Equipos*. Obtenido de <https://www.alsglobal.com/es-CO/news/Articles/2020/08/como-calculara-disponibilidade-de-maquinas-e-equipamentos>
- Araya Rojas, C. (2017). *Repositorio TEC*. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7356?msclid=9dc4eda5c69d11ecbd48c6b4a718ce1e>
- AULA21. (2020). *Gestion del mantenimiento Industrial*. Obtenido de <https://www.cursosaula21.com/que-es-la-gestion-del-mantenimiento-industrial/>
- BSG Institute. (2020). *Gestion del Mantenimiento*. Obtenido de <https://bsginstitute.com/SubArea/Gestion-del-Mantenimiento#:~:text=Gesti%C3%B3n%20del%20Mantenimiento%20es%20el,aver%C3%ADas%20de%20m%C3%A1quinas%20y%20equipos>.
- Chow Pineda, O. A. (16 de 07 de 2007). *Biblioteca de la UAM*. Obtenido de <https://biblioteca.uam.edu.ni/repositorio/bitstream/handle/721007/1036/01004386.pdf>
- Kanban Tool. (2022). *Eficiencia General de Equipos*. Obtenido de <https://kanbantool.com/es/guia-kanban/eficiencia-general-de-los-equipos>
- Levabeer. (2018). Obtenido de [https://levabeer.com/proceso-de-molienda-de-malta-para-cerveza-artesanal/#:~:text=Durante%20el%20proceso%20de%20molido,grano%20\(Lauteing%20%26%20Sparging\)](https://levabeer.com/proceso-de-molienda-de-malta-para-cerveza-artesanal/#:~:text=Durante%20el%20proceso%20de%20molido,grano%20(Lauteing%20%26%20Sparging)).
- RENAPRA. (s.f.). *Cerveza*. Obtenido de <https://mascapacitacionencerveza.wordpress.com/molienda/#:~:text=La%20molienda%20co nsiste%20en%20romper,su%20vez%20el%20interior%20delc>

Sierra, J. (6 de Mayo de 2021). *La Disponibilidad*. Obtenido de <https://es.linkedin.com/pulse/sobre-el-indicador-disponibilidad-en-mantenimiento-sierra-porta>

Villegas Arenas, J. C. (2017). *Biblioteca Universidad Catolica San Pablo*. Obtenido de <http://repositorio.ucsp.edu.pe/handle/UCSP/15234>

ANEXOS

- Anexo1

Molino de adjunto en producción.



Fuente: Elaboración CCN

- Anexo2

Molino de malta Buhler



Fuente: Elaboración CCN

- Anexo3

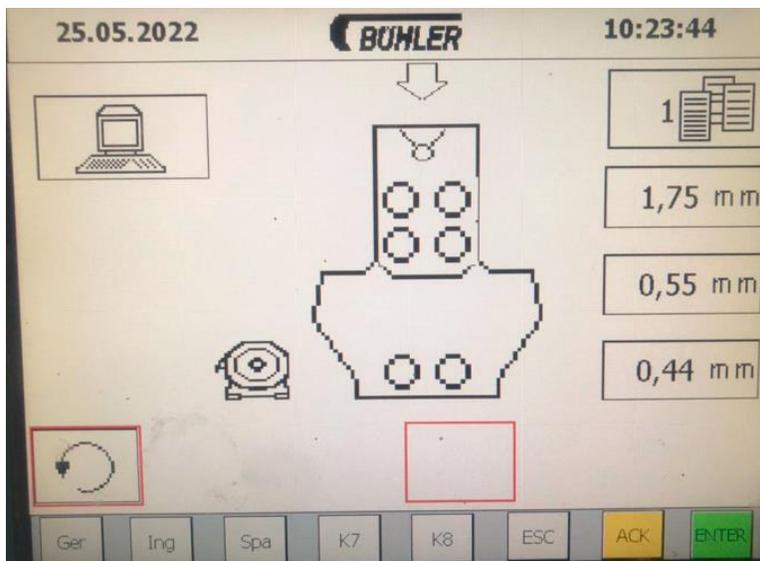
Mantenimiento preventivo a Molino de malta



Fuente: Elaboración CCN

- Anexo4

Panel de control automatizado, Molino de Malta



Fuente: Elaboración CCN

- Anexo5

Mantenimiento preventivo en molino de arroz.



Fuente: Elaboración CCN

- Anexo6

Molino de Arroz en diferentes ángulos



Fuente: Elaboración CCN