UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

UCC – CAMPUS MANAGUA

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA

Culminación de pensum

Proyecto de Graduación para optar al título de grado

Ingeniero Industrial

PLAN DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO PARA MEJORAR LA EFICIENCIA GENERAL DE LOS EQUIPOS SOPLADORA Y ETIQUETADORA DE LA LÍNEA KHS DE "COMPAÑÍA CERVECERA DE NICARAGUA", MANAGUA JULIO-NOVIEMBRE 2023

ELABORADO POR

Br. Suárez Picado, Brenda María

Br. Sáenz Hernández, Esther del Carmen

Br. Lucas Reyes, Julio César

NOMBRE DEL TUTOR: MSC. JOSÉ MARÍA SILVA

Managua, Nicaragua

23 de Julio del 2023

Por nuestro Prestigio, Trayectoria y Calidad

Somos la Universidad de la Gente que Triunfa

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES

CURSO DE CULMINACIÓN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS COMERCIALES
UCC – SEDE MANAGUA

COORDINACIÓN DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Curso de Culminación de Estudio para optar al título de Licenciado en Ingeniería Industrial.

AVAL DEL TUTOR

Yo, **Msc. José María Silva Guzmán** tengo a bien

CERTIFICAR

Que: El Proyecto de Investigación con el título: "**Optimización mediante la metodología TPM en la línea KHS de Compañía Cervecera de Nicaragua, Managua. Julio- noviembre 2023"**, elaborado por los estudiantes: **Br. Brenda María Suarez Picado, Br. Esther Sáenz Hernández y Br. Julio César Lucas Reyes** ha sido dirigida por los suscritos.

Al haber cumplido con los requisitos académicos y metodológicos del trabajo monográfico, doy fe 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.

Firmo el presente aval en la Universidad de Ciencias Comerciales a los cinco días del mes de noviembre del año dos mil veintitrés.

Ms. José María Silva Guzmán	**Ms. José María Silva Guzmán**
Tutor Técnico	**Tutor Metodológico**

DEDICATORIA

Con profunda gratitud y sincero aprecio, dedicamos la culminación de esta tesis a Dios, quien ha sido la luz que ha iluminado nuestro camino académico. Su guía constante ha sido el faro que nos ha conducido a lo largo de esta travesía intelectual, inspirándonos a superar desafíos y a perseverar en la búsqueda del conocimiento.

Extendemos nuestra más cálida dedicación a nuestras queridas familias, pilares inquebrantables que han estado a nuestro lado en cada paso de este viaje educativo. Agradecemos a cada miembro de nuestra familia por su sacrificio, comprensión y por ser fuente constante de motivación.

AGRADECIMIENTOS

A Dios por mostrarnos el camino, a nuestras familias por su incesante apoyo, a nuestros maestros que nos vieron crecer, a la universidad y especialmente a María Cristina López Gladko, Gerente de producción Bebidas de compañía cervecera de Nicaragua, quien nos depositó la confianza y nos dio la oportunidad para elaborar este proyecto Sin el apoyo de ella y de la empresa no lo hubiéramos logrado Gracias a todos por enseñarnos que la gratitud es la memoria del corazón.

INTRODUCCIÓN 1
1.1. Antecedentes y Contexto del Problema 2
1.1.1. Internacionales 2
1.1.2. Regional 3
1.1.3. Nacional 4
1.2. Objetivos del Proyecto 6
1.3. Descripción del problema y Preguntas de Investigación 7
1.4. Justificación 8
1.5. Alcance y límites del Proyecto 9
2. CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL 10
2.1. Marco conceptual, teórico e histórico 10
2.1.1. Marco conceptual 10
2.1.2. Sistema SAP 16
2.1.3. Mantenimiento Total Productivo (TPM) 17
2.1.4. La relación de operación-mantenimiento 18
2.1.5. Disponibilidad de Equipos 24
2.1.6. Eficiencia General De Equipos (EGE, SIGLAS UTILIZADO EN COMPAÑIA CERVECERA DE NICARAGUA) 27
2.1.7. Mantenimiento Industrial 31
2.1.8. Cómo realizar un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad 38
2.1.9. Ventajas y desventajas del mantenimiento centrado en la confiabilidad 41
3. CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO 44
3.1. Tipo de Investigación y Proyecto 44
3.1.1. Cuantitativo 44
3.1.2. Enfoque de investigación 44

3.1.3. Diseño de investigación 44
3.2. Área de estudio: macro y micro localización 45
3.2.1. Macro localización 45
3.2.2. Micro localización 46
3.3. Unidades de Análisis: Población Y Muestra: Tamaño De La Muestra Y Muestreo 46
3.3.1. Población 46
3.3.2. Muestra 47
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos 49
3.5. Confiabilidad y validez de los instrumentos 50
3.6. Procesamiento de datos y análisis de la información 53
4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS (Estructura DE ACUERDO CON EL tipo de proyecto y fases DE ESTE) 54
4.1. Resultados de entrevista 54
4.1.1. Resultados obtenidos de las entrevistas al personal operativo 54
4.1.2. Resultados obtenidos de las entrevistas a los supervisores 63
4.1.3. Resultados obtenidos de la Escala de Likert realizada a los operarios. 68
4.2. Informe sobre visita de campo 72
4.3. Registro de comportamiento de línea Check list de operación. 76
4.3.1. Análisis de hoja de parámetros de maquina sopladora y etiquetadora. 78
4.4. Plan de mantenimiento autónomo 79
4.4.1. Pasos de Implementación de Mantenimiento Autónomo: 81
4.5. Cronograma de mantenimiento autónomo: 93
4.6. Formulario de reporte de paros 94
4.7. Análisis de los 5 por qué 96
4.8. Cuadro comparativo EGE mensual de la línea KHS 98

4.8.1 Reporte de horas paros de línea KHS&/litros producidos..... 101

4.9. Propuesta de acciones a ejecutar 103

5. CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN104

6. CAPÍTULO VI. – RECOMENDACIONES..... 105

1. BIBLIOGRAFÍA 106

7. ANEXOS..... 109

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:Estado del arte 10
Tabla 2: Síntesis de Propuestas conceptuales..... 11
Tabla 3-Tabla de variables 49
Tabla 4-Hallazgo encontrados en máquinas 84
Tabla 5-Punto de lubricación..... 86
Tabla 6-Cronograma de mantenimiento autónomo 93
Tabla 7- Hoja de análisis de falla 96
Tabla 8-EGE por presentación mensual 99
Tabla 9-EGE por presentación mensual 100
Tabla 10-Reporte de horas paros de línea VS Litros producidas 101

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1: Sistema SAP 16
Ilustración 2:Módulos ERP SAP 17
Ilustración 3:Responsabilidades de los departamentos de producción y mantenimiento en un ambiente de mantenimiento autónomo 21
Ilustración 4:OEE 28
Ilustración 5:Fórmula de disponibilidad 28
Ilustración 6:Fórmula de rendimiento 29
Ilustración 7:Fórmula de calidad..... 29
Ilustración 8:Fórmula de OEE 29
Ilustración 9:Mantenimiento centrado en la confiabilidad 38
Ilustración 10:Mapa de ubicación 45
Ilustración 11:Mapa de ubicación 46
Ilustración 12:Flujograma de proceso 47
Ilustración 13-Gráfico de turno de operadores de máquinas..... 54
Ilustración 14- Gráfico de puesto de los operarios. 55
Ilustración 15- Gráfico de nivel académico de los operarios. 56
Ilustración 16- Gráfico de experiencia laboral. 56

Ilustración 17-Gráfico de capacitación al personal operativo. 57
Ilustración 18-Gráfico de conocimiento previo del mantenimiento autónomo. 57
Ilustración 19-Gráfico de habilidades técnicas del personal. 58
Ilustración 20-Gráfico de herramientas para las maquinas en estudio. 58
Ilustración 21-Gráfico de tiempo promedio para asistir una falla. 59
Ilustración 22-Gráfico de capacitación técnica por parte de la empresa. 59
Ilustración 23-Gráfico de gestión de paro. 60
Ilustración 24-Gráfico de entrega de turno. 60
Ilustración 25-Gráfico de uso de bitácora por personal operativo. 61
Ilustración 26-Gráfico de comunicación interna. 61
Ilustración 27-Gráfico de condiciones para operar los equipos. 62
Ilustración 28-Gráfico de objetivos del área. 64
Ilustración 29-Gráfico de programación de mantenimiento a equipos. 64
Ilustración 30-Gráfico de estrategias para reducción de paros. 65
Ilustración 31-Gráfico de capacitación de retroalimentación de fallas. 65
Ilustración 32-Gráfico de gestión de inventarios. 66
Ilustración 33-Gráfico de control de calidad en línea en estudio. 66
Ilustración 34-Gráfico de automatización de línea. 67
Ilustración 35-Gráfico de análisis de rendimiento. 67
Ilustración 36-Gráfico de condiciones de maquina etiquetadora. 68
Ilustración 37-Gráfico de repuesto para equipo. 69
Ilustración 38-Gráfico de conocimiento de personal operativo. 69
Ilustración 39-Gráfico de condiciones de maquina sopladora. 70
Ilustración 40-Gráfico de disponibilidad de repuesto de equipo. 71
Ilustración 41-Gráfico de conocimiento del personal operativo. 71
Ilustración 42-Pasos de Implementación de Mantenimiento autónomo 81
Ilustración 43-Inspección de anomalías 88
Ilustración 44-Formato de Check List 89
Ilustración 45-Mantenimiento autónomo 92
Ilustración 46-Grafico paro del mes de Julio 2023 94
Ilustración 47-Grafico paro del mes de agosto 2023 94

Ilustración 48-Grafico paro del mes de septiembre 2023 95
Ilustración 49-Grafico paro del mes de octubre 2023 96
Ilustración 50-Hora de paros de línea VS litros producidas 101

ÍNDICE DE ANEXO

Anexo 1-Entrevista #1 109
Anexo 2-Entrevista #2 113
Anexo 3-Resultado de Google form operarios 116
Anexo 4-Resultado de Google Form supervisores 117
Anexo 5-Resultado de Google Form escala Likert 118
Anexo 6-Formato para cambio de presentación SOPLADORA MIRAGE 119
Anexo 7-Procedimiento Para Cambio De Formato Maquina: Etiquetadora Mirage. 134

RESUMEN

El proyecto se basa en Optimizar la productividad de la línea de envasado de bebidas carbonadas de la Compañía Cervecera de Nicaragua, dedicada al soplado, etiquetado y embalado de botellas plásticas.

El trabajo en cuestión se considera descriptivo, ya que se enfoca en hacer un informe detallado sobre el problema para tener una visión clara. Según su fuente principal es no experimental, por la observación natural de las variables y de corte transversal por que el análisis se lleva dentro de un rango de tiempo, que será entre el mes de Julio-noviembre 2023.

El problema en dicha empresa es la puesta en marcha de dos máquinas nuevas que se adquirieron y llegaron incompletas de fábricas, con manuales operativos en otro idioma y que no tienen ningún soporte técnico por parte del fabricante, provocando así un número elevado de paros y una baja en el indicador principal de la empresa (EGE).

Como primer paso se realizará el análisis de los procesos para identificar las principales causas de este problema. Además, se realizará propuesta de un plan de mantenimiento autónomo que ayudará a la mejora de los procesos, las que se basan en la metodología TPM y en técnicas de la ingeniería industrial que servirán para atacar y hacer frente el problema central. Las propuestas planteadas y desarrolladas han sido evaluadas a fin de determinar los diferentes impactos dentro de la organización, llegando a las siguientes afirmaciones:

De acuerdo con el plan de mantenimiento autónomo que se ha puesto en marcha varios meses, se avanzó el 50% de las actividades propuestas, y se logró obtener que el EGE en la línea se ha elevado significativamente un 21.98%, paralelo a esto, cabe mencionar que la producción en esta línea inicio embotellando un promedio 771,785 LT / mes y hasta la fecha lleva produciendo 1,076,525 LT / mes. En base a los datos anteriores, se puede afirmar que la producción se ha elevado en un %. Después de lo mencionado, se puede concluir que si hubo un avance positivo en dicha línea de envasado

Palabras Clave: Optimizar, TPM, Plan de mantenimiento Autónomo

ABSTRACT

Since the beginnings of the industrial era, the functions of operations and maintenance have been closely intertwined. In fact, productivity relies on the harmonious collaboration among the operator, the machinery, and the maintenance technician.

A well-trained operator who possesses technical knowledge of the equipment not only operates it effectively but also promptly reports any anomalies and supports the maintenance technician during necessary interventions. This synergy cultivates a cohesive and dedicated team, all committed to achieving success.

Autonomous Maintenance is primarily the responsibility of the operator, involving tasks such as cleaning, lubrication, machine inspection, and performing minor equipment adjustments and maintenance. Although its extent is not predefined, it largely depends on the operator's enthusiasm and dedication to participating in equipment maintenance.

An operator must develop the necessary judgment to distinguish between normal and abnormal conditions in their equipment. The ability to detect anomalies is one of the operator's most crucial skills. Basic sensory inspection—Seeing, Hearing, Feeling, and Smelling (SHFS)—enables the detection of otherwise invisible defects.

Efficient management of production equipment is paramount to maintain competitiveness in today's industry. In this context, the Total Productive Maintenance methodology, known as TPM, has emerged as a fundamental strategy to enhance the performance and reliability of industrial equipment.

In this report, we will delve into the application of TPM methodology in the KHS production line, with a specific focus on the labeling and blowing equipment. We will analyze how TPM implementation can enhance operational efficiency, reduce costs, and ensure product quality in this critical production area. Throughout this study, we will examine the key stages of TPM implementation and the anticipated benefits for the KHS production line.

INTRODUCCIÓN

Desde los inicios de la era industrial la función operación y la función mantenimiento han estado muy unidas. De hecho, la productividad dependerá de la armonía del trabajo entre el operador, la máquina y el técnico de mantenimiento.

Un operador debidamente capacitado en el funcionamiento técnico del equipo hará buen uso de este, además reportará inmediatamente cualquier anomalía y dará apoyo al técnico cuando este deba efectuar alguna intervención. Esto creará un equipo de trabajo identificado y comprometido con el logro.

El Mantenimiento Autónomo prácticamente es la realización de las tareas de limpieza, lubricación e Inspección de la maquina por parte del operador. Así como ajustes y mantenimientos menores de su equipo. Aunque no tiene límites, esto depende del deseo y entrega del operador por participar en los mantenimientos de su equipo.

El operador debe llegar a tener los criterios necesarios para juzgar y diferenciar si algo es normal o anormal en su equipo. La habilidad para detectar anomalías es una de las destrezas más importantes que se debe desarrollar en el operador. Se utilizan los sentidos como forma básica de inspección Ver, Oír, Sentir, Oler (VOSO), con esto es posible llegar a detectar defectos invisibles.

La gestión eficiente de los equipos de producción es esencial para mantener la competitividad en la industria actual. En este contexto, la Metodología de Mantenimiento Productivo Total, conocida como TPM (Total Productive Maintenance), ha surgido como una estrategia fundamental para optimizar el rendimiento y la confiabilidad de los equipos industriales.

En este proyecto, exploraremos la aplicación de la metodología TPM en la línea de producción KHS, centrándonos específicamente en los equipos de etiquetadora y sopladora. Analizaremos cómo la implementación de TPM puede mejorar la eficiencia operativa, reducir costos y garantizar la calidad del producto en esta área crítica de la producción. A lo largo de este estudio, examinaremos las etapas clave de la implementación de TPM y los beneficios esperados para la línea KHS.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1.Antecedentes y Contexto del Problema

Según (Sampieri, 2014) , el antecedente es la información que identifica y describe la historia y el problema que se investiga sobre literatura existente.

En el campo nacional, regional e internacional se muestran los siguientes estudios en relación con la investigación planteada:

1.1.1. Internacionales

A nivel internacional se encontró la investigación perteneciente a (Torres et al, 2021), llamada “Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento a partir de la implementación del mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático en una empresa productora de pollos”.

Dicha tesis se centra en una metodología de carácter mixta que busca dar un diagnóstico actual de eficiencia general del proceso donde se produce pollo, implementando un sistema de gestión del mantenimiento autónomo para de las máquinas que se encuentran en la etapa media de este, con los objetivos de reducir tiempos de paros, elevar la producción y la disponibilidad de las máquinas.

Se propuso una hipótesis; diseñar acciones que deben implementarse en el sistema de gestión de mantenimiento en la línea de desprese automático en la planta de beneficio de pollos el Bucanero S.A que basado en el mantenimiento autónomo se mejora la gestión y operación de mantenimiento y se ajusta la línea a los tiempos programados de producción.

Se utilizo como fuente de recolección de datos la revisión documental, ya que se recopilo todos los informes presentados por el departamento de producción, el departamento de mantenimiento, contabilidad y la alta gerencia de la empresa productora de pollos para la línea de desprese automático.

Al final llegaron a la conclusión de que el análisis de los tiempos en la línea de desprese automático determinó que las pérdidas por paros no programados durante el año 2019 fueron del 38,8%, las fallas mecánicas con un 19.98%; las fallas eléctricas

con una participación de 10.16%; seguidas por reproceso, ajuste de máquina y limpieza y desinfección. La eficiencia global fue del 49,01 %, lo que indica que es necesario implementar los pasos de la metodología de mantenimiento autónomo para mejorar la eficiencia en la línea. Las causas que influyen en los tiempos de paros no programados son: las fallas mecánicas con un 19.98%; las fallas eléctricas con una participación de 10.16%; seguidas por reproceso, ajuste de máquina y limpieza y desinfección y son el efecto de la falta de conocimiento de los operarios del mantenimiento preventivo de las líneas de desprese automático. Se proponen las actividades que se deben implementar en el mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático que reducirán los tiempos paros no programados en un 80% y los actuales tiempos de paros programados para el mantenimiento en un 60% incrementando la eficiencia global de la línea. El costo de implementación de la propuesta en mención es de $11.048.626 y la reducción que puede llegar a tener la empresa productora de pollos con la implementación del mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático es de $40.331.512.000

1.1.2. Regional

A nivel regional se encontró la investigación perteneciente (Arias et al, 2021), llamada “Implementación de TPM en una industria química” que ha demostrado ser una herramienta esencial para mejorar la eficiencia operativa, la calidad del producto y la seguridad en el lugar de trabajo. El TPM es una filosofía de gestión que busca la participación de todos los miembros de una organización en la mejora continua de los procesos de producción y mantenimiento. El alcance del estudio es de carácter descriptivo y exploratorio, con un enfoque cuantitativo ya que utiliza, por un lado, la recolección de datos a través de encuestas que permitirán conocer el perfil de los operarios.

Detalla elementos relacionados con la gestión de capacidades y competencias en una organización. Se hace referencia a un formato de lección punto a punto, donde se detallan aspectos como la fecha, el área, la línea, el instructor, los participantes, entre otros. También se mencionan fichas de equipos en un software llamado PMC. Además, se habla de la evaluación de programas vigentes, la elaboración de un

programa para la mejora de capacidades, el sistema de formación de capacidades a largo plazo y la estimulación del autodesarrollo. Por último, se muestra una matriz de identificación de competencias.

Realiza una evaluación de programas vigentes y para la mejora de capacidades sistema de formación a largo plazo, estimulación del autodesarrollo, evaluación de actividades y planificación futura.

Estos factores sugieren que el documento menciona la importancia de evaluar y mejorar las habilidades y competencias de los empleados de una organización a través de programas de formación y desarrollo a largo plazo, desarrollo personal y evaluación continua. También se menciona la propuesta de documentos, la evaluación de resultados y la recomendación de desarrollo de capacidades, habilidades de acuerdo con las necesidades identificadas.

1.1.3. Nacional

En el aspecto nacional se encuentra el trabajo realizado por (Herrera et al, 2022), realizaron un curso de culminación en proyecto de investigación para optar al título de Ingeniero Industrial en la Universidad de Ciencias Comerciales UCC, la cual se encuentra titulada 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 periodo febrero – mayo del año 2022. El objetivo de esta investigación fue desarrollar un modelo de gestión del mantenimiento, basado en la confiabilidad (RCM) con tres indicadores clave: Disponibilidad de elaboración, TMBF y MTTR, que reduciría los tiempos de paros no programados. Basado en autores como Alberti, A (06 de mayo del 2010) confiabilidad del mantenimiento, ALS Limited (2020) disponibilidad de equipos, Araya rojas, C (2017) Repositorio TEC., Kanban Tool. (2022) Eficiencia General de los Equipos, BSG intitute (2020) Gestión del Mantenimiento, chow Pineda, O. A (16 de julio de 2007). La investigación es de tipo descriptiva y a la vez de tipo correlacional porque especifica de manera independiente diversos aspectos, dimensiones o componentes de un fenómeno.

Se realizó un análisis de la situación actual y se detectó una oportunidad de mejora para mejorar la gestión del mantenimiento y así poder llevar un mejor control, detectar averías a tiempo y aprovechar de mejor manera el recurso humano y material.

Con la implementación del sistema RCM, TMBF Y MTTR, se analizaron las debilidades actuales en la gestión de mantenimiento en el área de los molinos de compañía cervecera de nicaragua, y se propuso mejorar para una mejor gestión del mantenimiento en los molinos.

Como instrumento se utilizó técnicas de recopilación de información que se utilizó en este estudio como la entrevista dirigida a los supervisores del área, se tomaron datos actuales llevados en sistema interno de la empresa SAP. Observación visual en el área.

Tomaron como variable la disponibilidad de los equipos, los tiempos de paros, tiempo entre paros y el tiempo de solución de los paros.

De acuerdo con los resultados obtenidos se pudo 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 el costo por cada hora de paro que generen los molinos es de U$1,200 dólares. Demostrando que si se lleva una correcta gestión del mantenimiento solo en la especialidad mecánica se tendrá un ahorro de U$7,200 dólares en los primeros 4 meses del año generando ganancia a la empresa y se tendrá una notable mejora en los indicadores de la empresa.

1.2.Objetivos del Proyecto

Objetivos General

Implementar plan de mantenimiento autónomo para el mejoramiento de la eficiencia general de los equipos sopladora y etiquetadora de la línea KHS de “COMPAÑÍA CERVECERA DE NICARAGUA”, MANAGUA JULIO- NOVIEMBRE 2023.

Objetivos Específico

Identificar las condiciones actuales de operatividad de los equipos sopladora y etiquetadora de la línea KHS, así como el conocimiento del personal a cargo.

Diseñar un plan de mantenimiento autónomo a las maquinas claves para el análisis de su productividad.

Desarrollar plan de mantenimiento autónomo para la verificación de los resultados obtenidos en términos de eficiencia general de la línea mediante un cuadro comparativo a partir de la puesta en marcha.

1.3.Descripción del problema y Preguntas de Investigación

Actualmente, las empresas de la industria buscan obtener plantas y maquinaria con procesos más productivos, con menos tiempos perdidos, aprovechando el potencial de sus equipos y personal disponible para su producción.

En la compañía cervecera de Nicaragua, en el área de envasados de bebidas no alcohólicas hay dos máquinas nuevas adquiridas para envasar bebidas carbonatadas y operan sin procedimientos estandarizados por parte operativa y de mantenimiento.

La falta de estandarización de procedimientos genera una baja del EGE de la línea de envasado, que su nivel más bajo fue en el mes de abril con 34.07%, elevando los costos de producción de la empresa. Por todo lo mencionado, el presente proyecto las ha tomado como perspectivas para el análisis de los principales problemas dentro de la organización, es importante recalcar que dichos inconvenientes guardan estrecha relación.

Pregunta de investigación:

- ¿Cuál es el EGE actual de la línea KHS con la forma de trabajo existente?
- ¿Cómo podría mejorar el EGE actual de la línea KHS con la implementación del plan de mantenimiento autónomo alas maquina sopladora y etiquetadora?

1.4.Justificación

Según (Infraspeak, 2023) el TPM sostiene que las empresas solo pueden alcanzar su máxima capacidad de producción si todos los empleados están involucrados en el mantenimiento.

La presente investigación se basa en un contexto de constantes cambios en la industria, la optimización de recursos y la mejora continua.

En Compañía Cervecera de Nicaragua está buscando procesos estandarizados para la línea de envasado de bebidas no alcohólicas ante esta necesidad esta investigación se busca contribuir a optimizar las operaciones, aumentar la eficiencia y generar un entorno más seguro y productivo de las maquinas sopladora y etiquetadora en la línea KHS de compañía cervecera de nicaragua basándose en la metodología TPM (Total Productive Maintence).

La implementación de esta metodología permitirá a la empresa lograr beneficios como reducir los costos de mantenimiento, disminuir tiempo de inactividad no planificado en maquinarias, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los productos.

A través del estudio se afianzan las futuras líneas de investigación en relación con la presente propuesta de un plan de mantenimiento autónomo. Este trabajo beneficia principalmente a Compañía Cervecera de Nicaragua S.A, ya que ha proporcionado todos los datos necesarios para esta investigación en la cual analizamos la gestión actual por parte del departamento de mantenimiento a los equipos de sopladora y etiquetadora en la línea KHS y así mismo poderlo mejorar, también beneficiara a todo lector que necesite información sobre la implementación de la metodología TPM en las industrias.

1.5. Alcance y límites del Proyecto

El TPM (Total Productive Maintenance o Mantenimiento Productivo Total) es una metodología de gestión utilizada en la industria para mejorar la eficiencia y la productividad de los equipos y procesos de fabricación. Su objetivo principal es mantener y mejorar el rendimiento de las máquinas, equipos y sistemas, reducir al mínimo las pérdidas por paradas no planificadas, defectos de calidad y desperdicio de recursos.

Esta investigación se basa en uno de los pilares fundamentales de TPM como lo es la Gestión de mantenimiento Autónomo, que fortalece la mejora continua de las industrias creando procedimientos estándares de mantenimiento donde se involucran todos los empleados generando líneas de producción más eficientes y entornos de trabajo más seguros y productivos.

La presente investigación busca establecer parámetros de trabajo utilizando como base el mantenimiento Autónomo para la línea KHS de envasado de bebidas no alcohólicas que específicamente utiliza dos máquinas nuevas como lo son una sopladora y etiquetadora, todo esto con un enfoque en la gestión de mantenimiento industrial en el cual los operadores y equipos de producción son capacitados para llevar a cabo ciertas tareas de mantenimiento en sus propias máquinas y equipos con el objetivo de empoderar a los trabajadores de la línea de producción para que asuman una mayor responsabilidad en el cuidado y mantenimiento de los activos, lo que puede resultar en una mayor eficiencia, una reducción de costos y una mayor vida útil de los equipos.

Se considera que en esta investigación no hay limitantes para llevarla a cabo, ya que la misma compañía proporcionara los datos correspondientes y el espacio en la línea de producción para cumplir con los objetivos planteados.

CAPÍTULO II: MARCO REFERENCIAL

2.1.Marco conceptual, teórico e histórico

2.1.1. Marco conceptual

Tabla 1: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 16,000 resultados	4 publicaciones encontradas citadas entre 22 - 162 veces.	Artículos de revisión Otros tipos de publicación
Scielo	Resultados: 54	3 publicaciones citables.	Colección Revista
Dialnet	Resultados: 182	1600 publicaciones citables.	Tesis, Artículos de revista, Artículos de libros.

Nota: La información de la tabla contiene la información de la implementación de la metodología del TPM en la industria.

Tabla 2: Síntesis de Propuestas conceptuales

Síntesis de Propuestas conceptuales	
Autores y años.	**Principales teorías y aporte al tema de investigación.**
(Álvarez, 2018)– 2 versiones. citado 21 veces - 63 páginas	El Mantenimiento Productivo Total (TPM, por sus siglas en inglés) es un sistema japonés de mantenimiento industrial que se basa en el concepto de "mantenimiento preventivo" originado en la industria de Estados Unidos.
(JG Ramírez Flores, 2021)Citado 4 veces, 18 páginas.	Resumen Los altos tiempos productivos de los procesos ha llevado a que los costos de producción dentro de una empresa se incrementen. Debido a ello, muchos autores propusieron el uso de distintas herramientas que puedan solucionar este problema. Este trabajo de investigación propone el uso de las herramientas de mantenimiento autónomo, 5´s, distribución de planta y la automatización para mejorar el proceso de llenado de una empresa de agua embotellada. El propósito de este estudio es reducir el tiempo del proceso de llenado reduciendo el tiempo no productivo y organizando el lugar de trabajo. Se han aplicado varios métodos para encontrar y seleccionar las mejores herramientas que puedan solucionar las causas que ocasionan este problema. De esta manera, se logró diseñar una solución que abarque todas las causas que ocasionan

	este problema. Al finalizar la implementación en el programa Arena, se pudo aumentar el OEE en un 54.21%, reducir el índice de productos entregados fuera de tiempo en un 37.54% y aumentar la eficiencia de la máquina en un 19.16%.
(Teonas Bartz et al, 2014) Revista de Calidad en Ingeniería de Mantenimiento ISSN: 1355-2511 Fecha de publicación del artículo: 4 de marzo de 2014, 19 páginas. Citado 22 veces.	El ángulo, desde el cual el documento aborda el problema de TPM, es original para la empresa estudiada y muestra resultados positivos. Permite a la empresa aplicar el modelo en sus otras líneas de producción y fábricas para lograr una mejora en el rendimiento industrial y la competitividad.

Fuente: Elaboración grupal

La línea de producción

Se define como línea de producción a un conjunto de operaciones realizadas en el proceso para hacer un producto. Esto se produce de forma secuencial distribuyendo máquinas y personal en diferentes áreas de trabajo de la fábrica.

Los productos elaborados en este tipo de manufactura se transforman a partir de materias primas o piezas que requieren ensamblaje, convirtiéndolos en un producto final destinado al consumidor final.

Historia

La historia de las líneas de producción, tal como las conocemos hoy en día, se remonta a la Revolución Industrial que tuvo lugar en la segunda mitad del siglo XVIII. En aquel momento, la búsqueda de la optimización de los tiempos de producción y la reducción de costos fue lo que impulsó su desarrollo.

Aunque muchos asocian la producción en serie a Henry Ford, fundador de la compañía Ford, la base de esta metodología de organización industrial fue ideada y desarrollada por el ingeniero norteamericano Frederick Taylor, cuyo fin era aumentar la

productividad en el trabajo en plena Revolución Industrial, entre los siglos XIX y XX. Las ideas iniciales de Taylor, conocidas como Taylorismo, fueron adaptadas y mejoradas por el empresario del sector automotriz, lo cual dio lugar al conocido Fordismo y, con el tiempo, evolucionó hacia el Toyotismo. A continuación, haremos un breve comentario sobre estas ideas para tener una idea general.

Taylorismo:

Frederick Taylor sentó las bases de la producción en serie, como se dijo antes. Se desarrolló la gestión científica del trabajo, la cual se basaba en el análisis cuantitativo de las tareas (tiempos, recursos, costos), la selección y capacitación de los trabajadores más calificados para cada paso del proceso de producción, la cooperación entre todos los elementos de la empresa (obreros, empresarios) y la especialización del trabajo para mejorar la productividad tanto de los operarios como de los directivos.

Los objetivos que perseguía Taylor con sus ideas eran:

-Producir mayor cantidad de productos con un coste menor.

-Conseguir una producción en grandes cantidades.

-Estandarizar los productos y sus procesos.

-Mejorar la eficiencia de los procesos a través de su análisis previo.

Utilizar la planificación y la supervisión del proceso para alcanzar el correcto funcionamiento de este.

Fordismo:

Henry Ford implementó las ideas del Taylorismo e incluso supo corregir sus desventajas, como el desgaste producido en los trabajadores por la reducción de salarios por la especialización y las malas relaciones laborales que esto produjo. El Fordismo no solo representó una transformación sin precedentes en la industria, sino que también se considera una revolución social que de alguna forma promovió el surgimiento de la clase media.

Al Fordismo lo caracterizo:

-Sistema de producción en serie rígido y centralizado.

-Puestos de trabajo específicos y muy mecánicos.

-Aumento de salarios para los trabajadores, lo que les dio una mayor capacidad económica (surgimiento de la clase media que conocemos hoy en día).

Aunque fue el sistema de producción más implementado, exitoso y utilizado hasta el fin de la Segunda Guerra Mundial (mediados de los años 70) el Fordismo no estuvo exento de problemas, y es que la producción masiva sin previo estudio de la demanda o la desmotivación de los trabajadores por la monotonía en las labores, sumado a un ritmo de producción frenético hicieron que se replanteara el modelo y evolucionara.

Toyotismo:

La gran diferencia con el anterior es el término Just InTime, que hace referencia a la producción de lo estrictamente necesario y con previa demanda del producto, evitando así la sobreproducción. Toyota, una empresa líder en métodos de organización y producción industrial, fue la pionera en el desarrollo del Toyotismo como alternativa al modelo implementado por Henry Ford después de las crisis.

Aportaciones del Toyotismo a la producción en cadena.

-Fabricación de productos bajo previa demanda.

-Reorientar las tareas específicas a tareas grupales y evitar el aislamiento.

-Alta rotación de los empleados, para que aprendan diferentes tareas y se evite la monotonía.

-Conseguir una reducción de los costes del producto ahorrando costes de almacenamiento.

Fue la evolución histórica del preventivo (en la forma y alcances en que se llevó a la isla a 50), que luego pasó por el mantenimiento productivo (en los sesenta), y desembocó en esta que gestionan principalmente las empresas de manufactura mundiales.

– Se fomenta una alta colaboración entre empleadores y empleados para promover un entorno de trabajo saludable

A partir de su implementación las tareas de mantenimiento serán responsabilidad conjunta de los departamentos de ingeniería, y mantenimiento, desde luego con el apoyo de la alta gerencia. Poco a poco los otros departamentos de la empresa: contabilidad, recursos humanos. finanzas. ventas y bodegas, se verán involucrados en un enfoque global que las cero paradas, cero accidentes, cero fallas, cero defectos, cero desperdicios.

De acuerdo con los pilares que lo conforman, el TPM propone la participación de todos los empleados en la consecución de este cimiento. Cada uno, desde su puesto de trabajo y según su experiencia y conocimiento, podrá aportar para eliminar sistemáticamente las grandes pérdidas que afectan los diversos sectores de la empresa, o bien, del área piloto definida.

La clave para orientar lo anterior es incrementando el valor agregado y reduciendo los costos de manufactura. Para ello es necesario desarrollar actividades de crecimiento cuantitativo y actividades de mejora cualitativa.

Entre las acciones cualitativas destacan las actividades para mejorar la calidad de los productos y las actividades para promocionar la producción. Dentro de las acciones cuantitativas se incluyen actividades destinadas a mejorar la eficiencia de los equipos, tareas para aumentar el rendimiento laboral y labores para incrementar el control de la eficiencia.

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 cervecera en América Latina cuyos procesos de producción han obtenido la certificación ISO 9001 versión 2000. En 2002,

Compañía Cervecera de Nicaragua se diversificó en el negocio de bebidas al adquirir Fuente Pura.

Sistema SAP

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

Ilustración 1: Sistema SAP

Fuente: sistema SAP.

2.1.2. Sistema SAP

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 resumen, cada empresa implementará su propio sistema SAP adaptado a sus necesidades específicas. Además, los módulos disponibles proporcionarán eficiencia,

organización y mejora en la gestión, ya que, aunque sean separados, unirán todos los aspectos 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:

Ilustración 2:Módulos ERP SAP

Fuente: En esta figura muestra el funcionamiento del sistema SAP dentro de una empresa

2.1.3. Mantenimiento Total Productivo (TPM)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es una práctica de gestión que tiene en cuenta todos los aspectos del mantenimiento de los equipos, el comportamiento de las personas y el proceso de producción para lograr y mantener la máxima eficiencia de los equipos y las operaciones.

El concepto de TPM fue introducido por el fabricante de componentes automotrices Nippon Denso (ahora "Denso"), el segundo miembro más grande del Grupo Toyota. En la década de 1960, fueron los primeros en aplicar el mantenimiento preventivo, un esfuerzo de mantenimiento regular por parte de trabajadores especializados. Sin embargo, al observar el crecimiento de la automatización en sus plantas, reconocieron la necesidad de abordar el mantenimiento de una manera más sostenible. Por lo tanto,

Nippon Denso se dedicó a capacitar a los operadores de máquinas para que realicen el mantenimiento por sí mismos (mantenimiento autónomo), reduciendo los costos y minimizando el tiempo de inactividad.

Así, junto con la introducción del mantenimiento preventivo, trabajando en la prevención de errores de la máquina, Nippon Denso ha creado el mantenimiento productivo, más tarde renombrado TPM, centrándose en el trabajo colaborativo de todos los empleados para la conservación de las máquinas y el mantenimiento de la producción de alta calidad. Su implantación se ha convertido en un referente para otras empresas

Una métrica que se aplica a menudo como parte del mantenimiento productivo total es la eficiencia general del equipo (OEE). "Ayuda a analizar la verdadera productividad de las máquinas que operan en un proceso".

Cómo aplicar el Mantenimiento Productivo Total

TPM se basa en los fundamentos de las 5S de Lean: un esfuerzo sistemático para mejorar la producción a través de las siguientes 5 acciones, asegurando condiciones de trabajo óptimas tanto para los equipos como para la maquinaria.

Clasificar: elimine los equipos innecesarios de las estaciones de trabajo

Orden: organizar claramente el equipo restante

Limpieza: espacios de trabajo limpios para garantizar la seguridad y la eficiencia

Estandarizar: hacer los esfuerzos previos políticas básicas para el equipo

Disciplina: mantener y mejorar continuamente los resultados obtenidos.

Seguir Mejorando: mantener todas las pautas establecidas.

2.1.4. La relación de operación-mantenimiento

Con la Introducción y el desarrollo de las 5S se ha logrado alcanzar un ambiente limpio, ordenado y disciplinado. A alturas, para nuevos retos, ha tomado conciencia de que todo evoluciona y que hay futuro para crecer.

La aplicación del control visual le ha permitido al equipo operar de forma efectiva, su trabajo se ha vuelto más sencillo y se disfruta de un buen ambiente de trabajo.

El mantenimiento autónomo le permitirá ampliar el horizonte, pues se empezará a conocer la máquina, sus señales de deterioro y las posibilidades que tiene de detectar tempranamente el desarrollo de una avería. También se conocerá la importancia de la inspección y sus repercusiones.

Desde los inicios de la era industrial la función operación y la función mantenimiento han estado muy unidas. De hecho, la productividad dependerá de la armonía del trabajo entre el operador, la máquina y el técnico.

Un operador entrenado usará bien la maquinaria a su cargo, reportará cualquier anomalía y colaborará con el técnico cuando deba intervenir. Esto creará un equipo del trabajo identificado y comprometido con el logro.

Si ese operador es capacitado en el conocimiento técnico de la máquina y se le asignan algunas funciones básicas de su mantenimiento, su participación y responsabilidad aumentarán.

La participación del operador del equipo en el mantenimiento autónomo dependerá de cuán extenso se quiera este. No hay nada establecido, así que se encuentra una planta donde el operario limpia con inspección su equipo y lo lubrica, mientras que en otra hace los cambios de moldes y hace los ajustes. El mantenimiento autónomo no tiene tamaño.

Los operadores del equipo son el aspecto importante de este eslabón del TPM. Se aspira a una responsabilidad compartida y un sentido de propiedad conjunta del equipo.

Ese sentido de pertenencia significa tener un interés activo en el equipo y en sus niveles de desempeños. Al trabajar juntos, operarios y técnicos, se puede garantizar que el mantenimiento diario se haga de la forma adecuada y que las paradas programadas se realicen oportunamente.

Los beneficios son:

-Limpieza con inspección constante de la maquinaria y equipo.

-Detección oportuna y reportes inmediatos sobre la variación en parámetros de operación.

-Participación del operario de la máquina en las inspecciones de mantenimiento.

-Armonía en las relaciones con los técnicos de mantenimiento.

-Seguimiento disciplinado de los procedimientos de encendido, operación y apagado de la maquinaria.

Entendimiento de la labor del departamento de mantenimiento en los equipos.

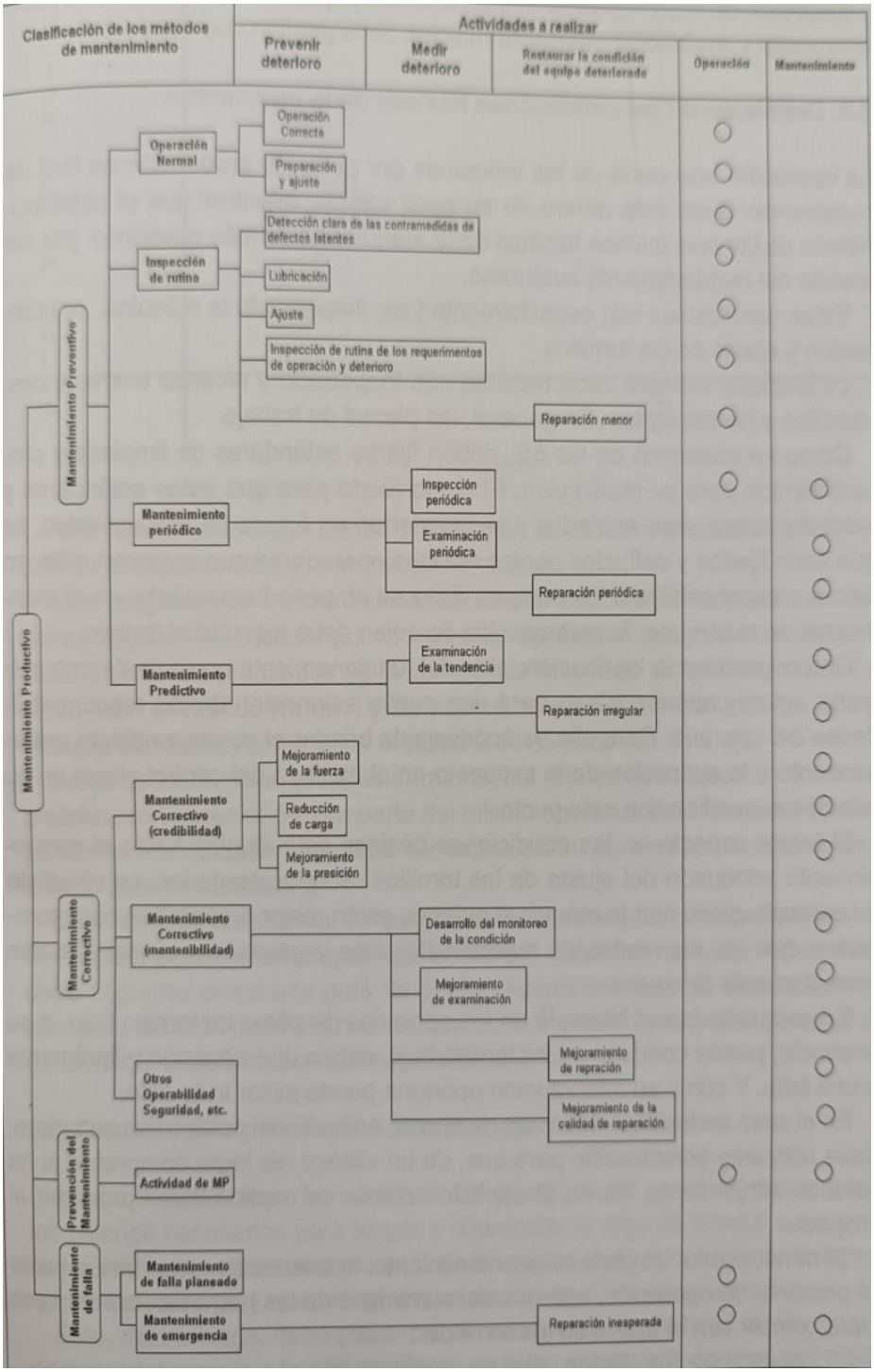
Aportes cuando reportó una falla.

-Revisión de la calidad y disponibilidad de los materiales que van a ser proe sados por la maquinaria.

-Incremento en el control de la calidad del producto que sale de la máquina.

Conciencia y compromiso al medir el trabajo de mantenimiento reportarse las horas de parada de la maquinaria.

Ilustración 3:Responsabilidades de los departamentos de producción y mantenimiento en un ambiente de mantenimiento autónomo



Fuente: Elaborado por Ing. Julio Carvajal

Como una extensión de estos principios fundamentales de las 5S, el mantenimiento productivo total se centra en las siguientes áreas de mantenimiento:

Paso 1: Mantenimiento autónomo

El mantenimiento autónomo significa que el personal operativo puede mantener la maquinaria, corregir problemas menores y alertar a los equipos especializados sobre problemas que están más allá de su alcance de conocimiento. En el proceso, los operadores están más atentos a las necesidades y la salud de sus estaciones de trabajo, adquieren conciencia de su impacto en el proceso y pueden anticipar problemas importantes y sugerir mejoras.

Paso 2: Mantenimiento planificado

Como se mencionó anteriormente, no todo el mantenimiento puede ser realizado por los operarios. Tanto el mantenimiento especializado como las acciones que los operarios pueden realizar por sí mismos pueden ser planificadas con anticipación para minimizar los tiempos de inactividad no programados. Al observar los índices de fallas y las paradas previas de la máquina, se pueden planificar las actividades de mantenimiento cuando es más probable que sean necesarias. Además, al conocer el tiempo de inactividad programado de cada estación, se puede producir el inventario necesario para el proceso con anticipación y evitar que el mantenimiento afecte a toda la línea de producción.

Paso 3: Kaizen - mejora focalizada

El concepto de Kaizen es ajustar y mejorar constantemente el proceso en cada oportunidad. En lugar de sentarse cada mes para ver qué se puede hacer mejor, el equipo debe ser guiado para identificar pequeñas áreas de mejora y trabajar juntos para hacer cambios. La mejora enfocada funciona mejor cuando los grupos de trabajo incluyen miembros de varios equipos funcionales.

Las diferentes perspectivas y conocimientos de estos trabajadores ayudan a crear procesos de mejora continua que satisfacen las necesidades de todos. Permitir que los trabajadores realicen mejoras por sí mismos los empodera, elimina los problemas de repetición, aumenta la productividad y reduce el desperdicio y los defectos.

Paso 4: Mantenimiento de la calidad

Mantener la calidad de los productos producidos con TPM va más allá de simplemente asegurar la calidad del producto final. El mantenimiento de la calidad debe garantizar que la calidad alcanzada sea el resultado de condiciones ideales de la maquinaria que eviten los defectos y promuevan la calidad por defecto. Estar atento al estado de las máquinas permite prevenir problemas y solucionarlos de inmediato. El mantenimiento de la calidad, al igual que los demás pilares del TPM, se basa en los esfuerzos de los operarios para mantener las máquinas en óptimas condiciones. Cualquier acción dirigida a minimizar defectos y reducir su reaparición, como el Poka-Yoke o el Análisis de la causa raíz, facilitará el trabajo de los operarios y mantendrá la calidad de los productos.

Paso 5: Gestión de nuevos equipos

La información y los conocimientos adquiridos en el mantenimiento de las máquinas y el análisis de fallos que implica el TPM se aplican en el proceso de diseño de nuevos equipos. Esto significa que cuando una nueva máquina llega a la planta de producción, ya está adaptada a las necesidades y preparada para detectar defectos comunes, con su programa y prácticas habituales de mantenimiento. Esto permite que las nuevas máquinas aporten valor de manera más rápida y confiable, y requieran menos tiempo de preparación al llegar. La información y sugerencias de las personas que trabajarán con las nuevas máquinas se utilizan en gran medida en la planificación de los nuevos equipos.

Paso 6: Formación

Este componente del Mantenimiento Productivo Total se enfoca en asegurar que todos los trabajadores tengan la información y los conocimientos requeridos para implementar el TPM. Los operadores de los equipos deben saber cómo utilizar y mantener sus estaciones, los miembros del equipo de mantenimiento especializado necesitan tener un conocimiento profundo para reparar las máquinas, y los gerentes deben ser capaces de comunicarse de manera efectiva con los demás grupos, capacitarlos y disciplinarlos.

Paso 7: TPM en la oficina

Debido a que ningún proceso de producción existe de manera aislada, sino que está acompañado de funciones administrativas como la gestión de pedidos de material, la logística y la planificación del flujo de trabajo a gran escala, el mantenimiento de la producción no puede limitarse únicamente a la planta de producción para ser realmente completo. El TPM de oficina implica trabajar para reducir los desperdicios en las actividades burocráticas, optimizar los procesos relacionados con la producción y promover la transparencia y la mejora de los procesos en todos los departamentos.

2.1.5. Disponibilidad de Equipos

La disponibilidad de una máquina es una medida que evalúa el rendimiento de los elementos que realizan una función específica en un momento determinado, teniendo en cuenta la confiabilidad, mantenibilidad y soporte para mantener los equipos. Calcular la disponibilidad de los equipos industriales es fundamental para elegir y seguir las estrategias de mantenimiento adecuadas para cada equipo. De esta manera, se pueden establecer listas de prioridad, atención e historial de las máquinas, rastreando su disponibilidad y confiabilidad con el objetivo de aumentar el índice de disponibilidad. Esto a su vez mejora la productividad y, si se implementa correctamente, reduce los costos de mantenimiento (ALS Limites, 2020). Para calcular la disponibilidad, es necesario restar el tiempo de paradas programadas y no programadas del tiempo total disponible. Luego, se divide este resultado entre el tiempo total del período considerado.

La Disponibilidad

(Sierra, 2021) Representa el porcentaje de tiempo durante el cual un equipo se encuentra apto y operativo. Para determinar este indicador se consideran tanto el tiempo total de paradas planificadas (procesos rutinarios de mantenimiento preventivo o predictivo) como el tiempo total de paradas no planificadas (fallos e imprevistos operativos).

El cálculo se realiza mediante la división del "tiempo real de funcionamiento del equipo" entre el "tiempo total planificado de funcionamiento durante el período". Estos tiempos deben estar expresados en la misma unidad de medida; por ejemplo, si se utiliza

horas, se dividirían las horas reales de funcionamiento del equipo entre las horas totales del período 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)".

%total= (Horas reales de operación / Horas planificadas de operación) x 100

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

%Total = [(Horas planificadas de operación – Horas de falla de equipo) / (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 ingles 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 = Horas reales de operación / Cantidad de fallas ocurridas

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

"MTBF= (Horas planificadas de operación – Horas con equipo en falla) / Cantidad de fallas ocurridas"

MTTR = Horas con equipo en falla / Cantidad de fallas ocurridas
Una fórmula de la Disponibilidad expresada en términos de MTBF y MTTR sería de la siguiente manera:

El cálculo del Tiempo Medio de Reparación (MTTR, por sus siglas en inglés Mean Time To Repair) se obtiene dividiendo las "Horas con equipo en falla" entre la "Cantidad de fallas ocurridas".

%total = MTBF / (MTBF + MTTR)

En plantas que utilizan líneas de producción en las que la interrupción de una máquina afecta a toda la línea, es necesario calcular la disponibilidad de cada uno de los equipos significativos o críticos y luego obtener el promedio aritmético.

Como Se Relaciona EL MTBF Y EL MTTR

El MTBF mide la fiabilidad y el MTTR mide la eficacia. Su interrelación nos permite pronosticar cuánto tiempo un determinado sistema no está disponible. El análisis conjunto del MTBF y el MTTR también permite predicciones sobre los costos de producción o mantenimiento y reparación durante todo el año. Con base en estos cálculos, un analista de confiabilidad puede identificar el equipo menos confiable que requiere más mantenimiento o reemplazo. Del mismo modo, las estadísticas deben implementar políticas de mantenimiento preventivo y reducir el número de averías. Un MTBF más alto le dará más credibilidad y confianza a su empresa, mientras que un MTTR reducido indica que su sistema funcionará a su máxima capacidad.

Importancia de la data MTBF Y MTTR

Una vez que se ha establecido una frecuencia optimizada para monitorear los dos indicadores, los datos recopilados de cada equipo identificado como crítico para el sistema deben documentarse en un software o plataforma de gestión. El llenado preciso y meticuloso de cada dato se conoce como "calidad de datos" y será beneficioso para que la calidad sea alta y ordenada si la intención es utilizar los datos para centrarse en aumentar la fiabilidad. Junto con los datos, las acciones específicas a desarrollar con el equipo de trabajo son:

Identificación de fallos críticos.

Clasificar ocurrencias por tipo de falla.

Determinar la importancia según el tiempo de inactividad que causan estas fallas. Identificar, a través del análisis de Pareto, los componentes que generan la mayoría de los problemas.

Desarrollar metodología de Análisis Causa-Raíz.

Potenciar los planes de Mantenimiento Preventivo llegando a evaluar los puntos de impacto crítico.

Implementar estrategias de Mantenimiento Predictivo.

Desarrollar con Operadores intervenciones de Mantenimiento Autónomo (Inspección / Limpieza / Lubricación).

2.1.6. Eficiencia General De Equipos (EGE, SIGLAS UTILIZADO EN COMPAÑIA CERVECERA DE NICARAGUA)

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. (Kanban Tool, 2023). La Eficiencia General de los Equipos (Overall Equipment Effectiveness - OEE, por sus siglas en inglés) es una medida que describe el nivel de productividad de un proceso cuando está en funcionamiento. En lugar de indicar la capacidad máxima de las máquinas y equipos, el OEE muestra el porcentaje de efectividad del funcionamiento actual. El

OEE se utiliza para identificar las causas de desperdicio en un proceso y buscar soluciones para aumentar la productividad y estabilizar los niveles de eficiencia. También proporciona una referencia para evaluar periódicamente si el valor entregado a los clientes está mejorando. En la manufactura Lean, que se enfoca en el valor percibido por el cliente, el OEE es una métrica ampliamente utilizada. Además, realizar un análisis OEE puede ser el primer paso fácil para adoptar Lean. El cambio hacia la manufactura Lean puede parecer desafiante y costoso, especialmente cuando se aplica la Teoría de las Limitaciones.

¿Cómo se mide la OEE?

La evaluación de la eficiencia global de los equipos se fundamenta en tres aspectos del proceso: disponibilidad, rendimiento y calidad.

Ilustración 4:OEE

Nota: Esta figura representa la fórmula de la eficiencia general de los equipos

"Paso 1: Medir La Disponibilidad De Las Máquinas Para Producir Bienes"

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

Ilustración 5:Fórmula de disponibilidad

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

Nota: Formula para medir la disponibilidad

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 calcular la eficiencia, es necesario comparar el tiempo real de producción con el tiempo teórico más rápido posible (tiempo de ciclo ideal) requerido para producir la cantidad total de artículos analizados.

Ilustración 6:Fórmula de rendimiento

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

Nota: Formula para medir el rendimiento

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? La calidad se mide como la proporción de artículos sin defectos en relación con el total de artículos producidos.

Ilustración 7:Fórmula de calidad

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

Nota: Formula para medir la calidad

Paso 4: Multiplicar los tres valores

Cada uno de los porcentajes mencionados anteriormente representa un aspecto de la eficiencia de su línea de producción. El resultado de multiplicar estos porcentajes, convertidos en decimales, representa la OEE total de su proceso.

Ilustración 8:Fórmula de OEE

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

Nota: Formula para medir la eficiencia general de los equipos en porcentaje.

¿Cuál es el valor razonable de OEE a esperar?

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 Sí un proceso funcionara con un OEE 100%, significaría que está produciendo solo productos libres de errores, a la máxima velocidad posible y sin interrupciones. En realidad, un OEE del 60% se considera el estándar, un OEE del 85% se considera sobresaliente y la producción con un OEE inferior al 45% requiere una asistencia seria. (Kanban Tool, 2023). Mejorar la puntuación OEE. La fuerza de analizar el OEE de las líneas de producción es identificar las causas de los problemas como parte del proceso. Una vez que se han tomado las mediciones, ya debería saber de dónde provienen las mayores pérdidas. Una razón común es la falta de estandarización, ya sea en la configuración de la máquina, la calidad del material, el trabajo del operador o el control de calidad.

Las diferentes formas de trabajar y evaluar el producto siempre conducirán a inconsistencias en la calidad, lo que inevitablemente resulta en pérdidas. Es común que los gerentes de planta instalen pantallas de control de eficiencia junto al equipo. Estos Andons proporcionan acceso instantáneo a información sobre el estado operativo de una estación de trabajo. Yendo un paso más allá, el uso de estas lecturas automatizadas puede proporcionar al gerente un panel de OEE en tiempo real.

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. Es importante abordar individualmente las áreas problemáticas para mejorar la producción, en lugar de enfocarse únicamente en aumentar el OEE general. Aunque el OEE proporciona información instantánea, no debe ser el único análisis del proceso y no debería ser la única preocupación del gerente. Incluso con una puntuación alta, es posible que existan puntos débiles e ineficiencias que, si no se les presta atención, afectarán la

entrega de valor al cliente. En lugar de enfocarse únicamente en aumentar el OEE, los gerentes deben centrarse en mejorar los niveles de valor ofrecidos al cliente para el beneficio de su empresa y sus clientes.

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. La mejor manera de lograrlo sería mediante prácticas sistemáticas de Mantenimiento Productivo Total, tan asociadas a la OEE, para empezar. Permanezca atento y asegúrese de utilizar la métrica en beneficio de sus clientes, mientras se enfoca en la mejora continua.

2.1.7. 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.

El mantenimiento correctivo es aquel que se lleva a cabo para solucionar los defectos que ha presentado un equipo o maquinaria. Se puede clasificar en dos categorías: no planeado y planeado. El mantenimiento no planeado se refiere a las reparaciones de emergencia que deben realizarse con urgencia, ya sea debido a una avería inesperada que debe ser reparada lo antes posible, o a una condición imperativa que debe cumplirse, como problemas de seguridad, contaminación o cumplimiento de normativas legales.

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 tipo de mantenimiento se basa en la inspección para determinar el estado y operatividad del equipo, a través del conocimiento de valores variables que ayudan a descubrir el estado de operatividad. Esto se hace a intervalos regulares para prevenir fallas o evitar las consecuencias de ellas.

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

El mantenimiento preventivo es el mantenimiento realizado para prevenir 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 y basadas en la fiabilidad de los equipos.

Este tipo de mantenimiento tiene metodologías y procedimientos que se pueden aplicar a otras áreas. Por ejemplo, en la gestión de proyectos, siempre es mejor predecir un error y estar preparado para ello 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 el correcto funcionamiento y la fiabilidad. El mantenimiento preventivo se realiza en equipos en condiciones de trabajo, a diferencia del mantenimiento correctivo, que repara o pone en condiciones de trabajo aquellos que han dejado de funcionar o están dañados.

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

Algunos métodos comunes para determinar qué procesos de mantenimiento preventivo deben llevarse a cabo son las recomendaciones del fabricante, la legislación vigente, las recomendaciones de expertos y las acciones tomadas en activos similares.

Importancia del Mantenimiento:

Previene accidentes de trabajo

Reduce las pérdidas debidas a las paradas de producción

Permite documentar el mantenimiento requerido para cada equipo, evitando daños irreparables a las instalaciones.

Facilita la correcta presupuestación según las necesidades de la empresa, aumenta la vida útil de los equipos, y mejora la calidad de la actividad. Todas las empresas dedicadas a la producción industrial deben considerar estos beneficios. Es imprescindible contratar profesionales en mantenimiento industrial que garanticen la excelencia y posean la experiencia profesional necesaria para llevar a cabo estas tareas. Las empresas que decidan implantar sistemas de mantenimiento tendrán más posibilidades de obtener 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 en un proyecto, según las condiciones de operación, en un período 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 supuesto, para esto es necesario monitorear constantemente los elementos involucrados en la operación, para que realicen sus funciones correctamente. En consecuencia, se espera que la confiabilidad garantice que los sistemas sean confiables y logren los resultados deseados en un tiempo determinado.

¿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 diésel 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 hacer posible esta fiabilidad 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.

¿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 paradas programadas; apoyar y cooperar con los profesionales involucrados en las operaciones; mejorar la productividad de los equipos; Crear un enfoque proactivo y planificado, así como desarrollar tácticas eficientes para resolver fallas y problemas. Para que el mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) logre sus objetivos, es necesario identificar los sistemas, sus límites, sus funciones, sus fallas y modos potenciales, y 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 implementación del mantenimiento centrado en la confiabilidad, los encargados de mantenimiento pueden determinar cuándo y cómo realizar las evaluaciones y correcciones de los equipos. Algunas acciones que pueden surgir del mantenimiento centrado incluyen definir la probabilidad de falla, estandarizar los procedimientos de restauración y desarrollar códigos de conducta operativos. El objetivo final es mejorar la confiabilidad y el rendimiento de los equipos.

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 usado con frecuencia por el análisis de fluidos, es posible acceder a información valiosa, antes de problemas y monitorear el rendimiento del equipo, generando ahorros en el mantenimiento de piezas y paradas innecesarias o inesperadas.

RCM

Varias filosofías de mantenimiento evolucionaron y demostraron que pueden ayudar a los jefes de mantenimiento a optimizar mejor la planta de producción a un menor coste. (AULA21 , 2023). El Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM) es una metodología altamente efectiva que, cuando se implementa correctamente, puede generar mejoras significativas en la confiabilidad de los equipos y el rendimiento de la planta de producción. Al mismo tiempo, garantiza una optimización de la inversión en programas de mantenimiento predictivo y preventivo. El control de los costos de mantenimiento, así como la mejora de la confiabilidad y capacidad de las instalaciones, se han convertido en áreas de enfoque cada vez más importantes debido a la necesidad de aumentar la competitividad en la industria manufacturera.

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.

El mantenimiento centrado en la confiabilidad es una estrategia que combina técnicas de mantenimiento reactivo, preventivo, predictivo y proactivo para mejorar la fiabilidad de una máquina a lo largo de su ciclo de vida. Es importante utilizar un enfoque integrado de estas técnicas, ya que ninguna por sí sola puede abordar de manera precisa los problemas de equipos más complejos.

Las distintas tecnologías ofrecen capacidades para obtener una visión integral del estado de la maquinaria industrial y las instalaciones de producción.

El uso de técnicas centradas en la confiabilidad permite superar la detección de fallos para desarrollar una herramienta significativa y valiosa para mejorar el mantenimiento.

La filosofía RCM, junto con los enfoques reactivo, preventivo, predictivo y proactivo, incluye el diagnóstico de muestras basado en el conocimiento para incorporar un componente de aprendizaje en el programa. El conocimiento se mantiene en las prácticas de trabajo para evitar repeticiones de malas prácticas y errores continuos. En este artículo se presentarán los elementos clave del mantenimiento centrado en la

confiabilidad y cómo se puede aplicar en una empresa. Además, se discutirán los beneficios y los inconvenientes de su implementación.

¿Qué es el mantenimiento centrado en la confiabilidad?

El mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM), como su nombre indica, es una metodología eficaz que identifica las posibles causas que pueden provocar un fallo en el sistema usando relaciones de causa y efecto. Una vez que se identifican todas las causas posibles, se puede determinar el mejor método de estrategia de mantenimiento para eliminar las fallas. La estrategia elegida debe asegurar el funcionamiento de los equipos y procesos, garantizando la seguridad y fiabilidad.

En la práctica, se identifican los modos de falla, que son las posibles formas en que el equipo, maquinaria o sistema puede fallar y las posibles formas en que puede ocurrir una falla en un equipo específico.

Las fallas pueden tener más de un modo de falla, lo que significa más de una forma que puede causar efectos adversos similares en el sistema.

Para el sistema en general, estos modos de falla se pueden identificar dividiendo el sistema en subpartes o subsistemas. Estas subpartes se desglosan aún más hasta que se identifica un modo de falla.

El concepto de mantenimiento centrado en la confiabilidad (RCM) enfatiza la idoneidad de los activos individuales para las técnicas de mantenimiento que tienen más probabilidades de ofrecer resultados rentables.

En resumen, es un marco integral que siempre tiene como objetivo prolongar la vida útil de los equipos y reducir el tiempo de inactividad de la manera más rentable posible. El objetivo principal de RCM se entiende mejor analizando sus palabras raíz: Confiabilidad: La cualidad de funcionar bien consistentemente. Mantenimiento: Asegurar que los activos continúen funcionando como se desea. Proporciona una hoja de ruta para analizar y abordar las causas de las fallas de los equipos, con el objetivo de una mayor confiabilidad de los activos. Por supuesto, el tiempo de inactividad es inevitable cuando se trabaja con maquinaria compleja con soluciones a menudo

difíciles. Sin embargo, las empresas de alto nivel utilizan RCM para evitar averías inesperadas que requieren un mantenimiento complicado, una subcontratación costosa y una pérdida de tiempo de producción.

Ilustración 9:Mantenimiento centrado en la confiabilidad

Fuente: Workflow del Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad

2.1.8. Cómo realizar un programa de mantenimiento centrado en la confiabilidad

La industria de las aerolíneas comerciales desarrolló esta estrategia de mantenimiento en la década de 1970 con el objetivo de reducir el tiempo de inactividad por mantenimiento, los costos de mantenimiento y mejorar la seguridad de los vuelos. Desde entonces, esta estrategia también se ha utilizado con éxito en otras industrias como la del cereal, la minera del carbón, las refinerías de petróleo, las plantas de gas y la industria del papel. Aunque existen diferentes métodos y enfoques para implementar el RCM, la mayoría de los programas o procedimientos incluyen seis pasos básicos para implementar un plan de mantenimiento centrado en la confiabilidad en tu empresa.

Paso 1. Seleccionar el análisis RCM del activo.

Seleccione el activo para el que desea realizar el análisis RCM. ¿Qué criterios debería utilizar para seleccionar un activo? Algunos factores para considerar son qué tan crítico es el activo para la operación, sus costos de reparación anteriores y sus costos 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 a una cinta transportadora son los bienes y la energía mecánica que impulsa la cinta.

- Paso 3: Identificar los modos de falla.

Comprender las diferentes formas en que un sistema puede fallar. Por ejemplo, una cinta transportadora puede transportar mercancías rápidamente o no transportar mercancías de un extremo al otro.

- Paso 4: Evaluar las consecuencias del fallo.

¿Qué pasa si falla? La falla de los activos puede generar problemas de seguridad y una reducción del rendimiento empresarial.

Esto también puede afectar a otras computadoras. Los operadores de plantas, especialistas en equipos y especialistas en mantenimiento deben trabajar juntos para identificar las causas fundamentales de las fallas de cada activo. Este proceso ayuda a determinar cómo priorizar las tareas.

Este proceso se puede lograr utilizando muchos métodos, que incluyen:

Análisis de modos y efectos de fallas (FMEA): esta es una técnica para evaluar el impacto de una falla determinando dónde y cómo es probable que falle un proceso. Por ejemplo, ¿qué podría provocar que una cinta transportadora se ralentice o deje de funcionar?

Modos de falla, efectos y análisis de criticidad (FMEA): Esto es lo mismo que FMEA. Pero va más allá y crea conexiones entre los modos de fallo, sus consecuencias y sus causas.

Análisis de peligros y operabilidad (HAZOPS): Este es un análisis sistemático de procesos para identificar problemas que pueden representar un riesgo para el personal y los activos. En la mayoría de los casos sirve como guía para revisar 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 riesgos (RBI): este es un proceso de toma de decisiones que se utiliza para optimizar los planes de inspección. Se utiliza principalmente para inspeccionar equipos industriales como tuberías, recipientes a presión e intercambiadores de calor.

Priorice siempre los modos de falla más críticos para un análisis más detallado. De hecho, se deben mantener los modos de falla que pueden ocurrir en entornos operativos reales.

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

En esta etapa, se elige una estrategia de mantenimiento para cada modo de falla crítico. Esta estrategia debe ser viable tanto desde el punto de vista económico como técnico. Se pueden utilizar enfoques como el mantenimiento basado en la condición (CBM), el mantenimiento preventivo o el mantenimiento predictivo.

Si no es posible implementar una estrategia específica para un modo de falla determinado, se puede considerar la opción de rediseñar el sistema para modificar o eliminar dicho modo de falla. En el caso de modos de falla no críticos, se puede optar por una estrategia de Mantenimiento Al Fallo (RTF), también conocida como Run To Failure o funcionamiento hasta el fallo. Esta estrategia consiste en no programar tareas de mantenimiento o supervisión hasta que se produzca 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. Después de implementar estas acciones, las revisiones regulares contribuirán a la mejora de los sistemas y el rendimiento. Independientemente de la estrategia de mantenimiento que elijan para cada activo, podrán obtener datos adicionales que optimicen sus sistemas.

2.1.9. Ventajas y desventajas del mantenimiento centrado en la confiabilidad

El éxito de implementar un mantenimiento centrado en la confiabilidad beneficia a las empresas que pueden permitírselo. El marco elimina las conjeturas a la hora de priorizar el mantenimiento y ayuda a las empresas a mantener los activos de una manera coherente, estructurada y rentable.

Dado que RCM depende en gran medida de las tecnologías de mantenimiento predictivo (PdM), los pros y los contras de su programa lo reflejan. Sin embargo, permite a las fábricas adaptar mejor los recursos a las necesidades de equipos, al tiempo que mejora la confiabilidad y reduce los costos, más que cualquier otra estrategia de PdM.

Ventajas:

Cuando RCM se utiliza con éxito y eficacia en el programa, seguramente traerá los siguientes beneficios a su empresa:

Eficiencia incrementada.

RCM aumenta la eficiencia del sistema al centrarse exclusivamente en la gestión del sistema, aumenta la actividad de rendimiento al eliminar errores, aumenta la utilización de activos al eliminar errores y reduce las causas de mantenimiento.

Reducción de costo.

También reduce los costos de mantenimiento al prevenir fallas no deseadas antes de que ocurran, ya que algunas fallas requieren costos más altos y más recursos para reparar.

Productividad incrementada.

Al mantener con éxito los sistemas y reducir las fallas inesperadas, aumenta la satisfacción del cliente y aumenta la confiabilidad.

Reemplazo de activos.

Si un activo se daña por algún motivo o se destruye, entonces es importante reemplazar ese activo en particular por uno nuevo que mejore fácilmente las características que tienen la capacidad de realizar la misma función.

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

Desventajas: Por otro lado, hay inconvenientes que debes analizar según tus objetivos y presupuesto antes de decidirte por esta estrategia de mantenimiento. Mantenimiento continuo. Una de las principales desventajas de RCM es que requiere un mantenimiento continuo y regular para mantener los activos más confiables y seguros de fallas. Se requieren costos de capacitación y puesta en marcha. Antes de implementar el mantenimiento centrado en la confiabilidad, la capacitación es obligatoria y el costo inicial del programa puede ser alto. Los costos iniciales de implementación son altos. La realización de un análisis RCM requiere que los equipos inviertan mucho tiempo, dinero y recursos para comenzar. El retorno de la inversión puede ser más lento de lo esperado por los ejecutivos. Requiere tiempo y recursos.

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

No tiene en cuenta el coste de mantenimiento.

Otra gran desventaja es que incorpora todo tipo de estrategias de mantenimiento simultáneamente, incluyendo algunos de sus inconvenientes. Por ejemplo, supongamos que elegimos un enfoque de ejecución a la falla para un activo específico. Al mismo tiempo, existe el riesgo de que ocurra una falla inesperada. Por lo tanto, esta táctica a veces se considera costosa en comparación con la implementación exclusiva de programas de mantenimiento predictivo o preventivo. Sin embargo, la mayoría de los expertos están de acuerdo en que es más rentable a largo plazo.

La complejidad es otro factor para tener en cuenta. Si bien es efectivo, RCM es un método complejo y desafiante de implementar. El objetivo principal del programa RCM es desarrollar y establecer una estrategia de mantenimiento efectiva y única para cada

activo. Sin embargo, existe un alto riesgo de falla con consecuencias significativas si falla. Aquí, el activo se refiere a cualquier elemento, equipo, dispositivo u otro componente del sistema.

RCM es una metodología destinada a reducir el impacto de las fallas de los equipos mediante una mejor comprensión de la operación de los activos, lo que puede y no puede lograr. Al conocer el modo de falla y las causas raíz, los esfuerzos de mantenimiento se centran en abordar los problemas subyacentes y, por lo tanto, mejorar la confiabilidad del equipo o del proceso. Los programas de RCM reducen los costos 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 de MCR.

CAPÍTULO III: DISEÑO METODOLOGICO

A través del diseño metodológico se describe la investigación, determinando las estrategias y procedimientos que se utilizarán en el trabajo para responder al problema y verificar el cumplimiento de los objetivos. De acuerdo con (Finol y camacho, 2020), el marco metodológico se refiere a "cómo se llevará a cabo la investigación, incluyendo el tipo y diseño de la investigación, la población y muestra, las técnicas e instrumentos para la recolección de datos, la validez y confiabilidad, así como las técnicas para el análisis de datos".

3.1.Tipo de Investigación y Proyecto

3.1.1. Cuantitativo

Esta investigación corresponde a un estudio cuantitativo por indagar activamente en las dinámicas que reinciden en la empresa, haciéndose valer del análisis inductivo mediante herramientas como la entrevista y la observación.

3.1.2. Enfoque de investigación

Descriptivo

En cuanto al carácter de su naturaleza corresponde a una investigación descriptiva por las variantes que influyen para comprender y analizar aspectos importantes de la investigación. Para (Arias, 2006) la investigación descriptiva “Consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento”.

De acuerdo con el trabajo en cuestión, se considera descriptivo, ya que se enfoca en hacer un informe detallado sobre el problema y sus características principales para tener una visión clara y entender su naturaleza.

3.1.3. Diseño de investigación

Para (Hernández et al, 2010), el diseño de investigación es un plan o estrategia que concibe el investigador para obtener la información que requiere.

No experimental

Por otra parte, el estudio según su fuente principal corresponde a una investigación no experimental, por la observación natural de las variables existentes y la no manipulación y alteración de estas.

Transversal

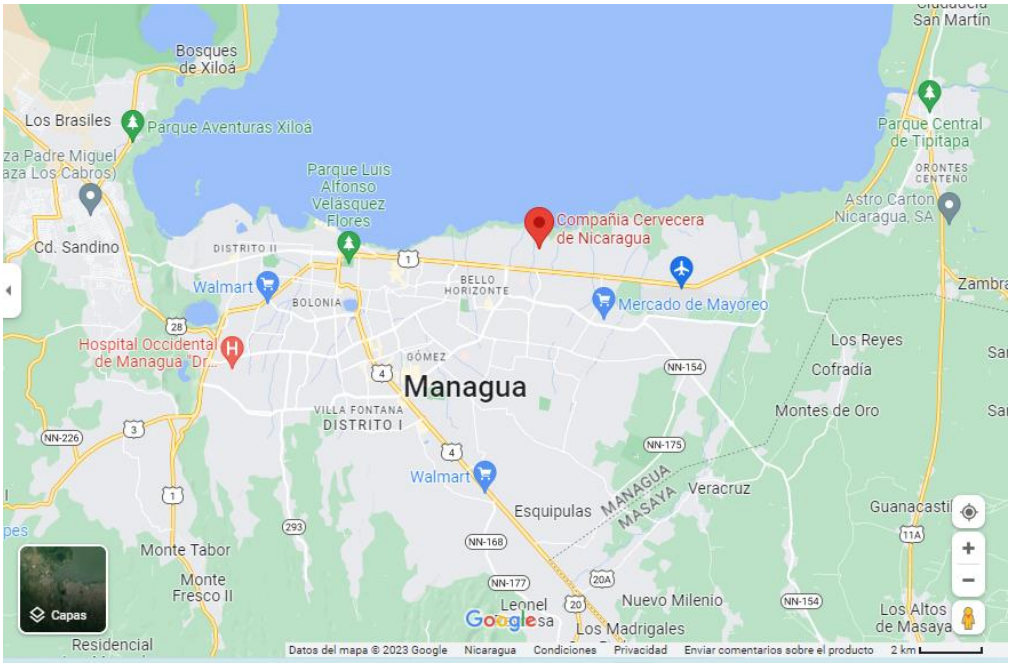
También se define que, según el periodo del trabajo en cuestión, corresponde a un corte transversal en donde se emplean procesos sistemáticos para el entendimiento del problema dentro de un rango de tiempo único, que será entre el mes de Julio-noviembre 2023.

3.2.Área de estudio: macro y micro localización

3.2.1. Macro localización

El área de estudio está en Managua, Departamento de Managua, Nicaragua. Específicamente en Compañía Cervecera de Nicaragua S.A (CCN).

Ilustración 10:Mapa de ubicación

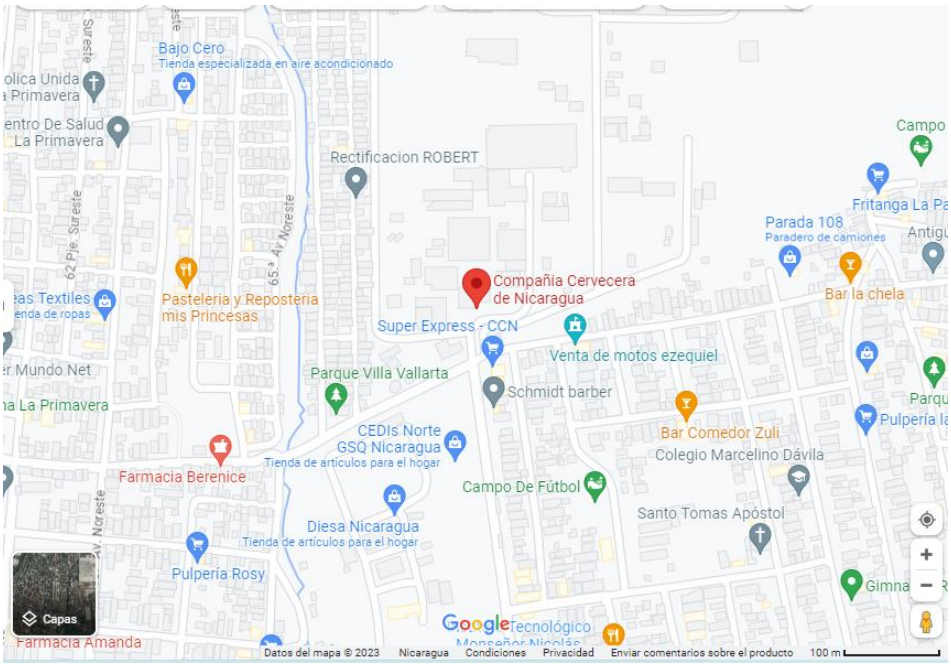


Fuente: compañía cervecera de Nicaragua distrito 6 Managua

3.2.2. Micro localización

Está situado en el distrito 6, Barrio José Dolores Estrada, Km 6 1/2 carretera Norte, Cruz Lorena 600 metros al Norte, Compañía Cervecera de Nicaragua S.A (CCN) adquirió como activos importantes dos máquinas automáticas nuevas para línea envasadora de bebidas no alcohólicas: Una Sopladora de botellas y una Etiquetadora con moldes diferentes para cada tipo de botella. Las máquinas automáticas tienen su nivel de capacidad de producción establecidas, pero por falta de procedimientos estándares de operación y mantenimiento no se ha podido llegar a su mayor capacidad, por ello se realiza dicho estudio.

Ilustración 11:Mapa de ubicación



Fuente: compañía cervecera de Nicaragua distrito 6 Managua

3.3. Unidades de Análisis: Población Y Muestra: Tamaño De La Muestra Y Muestreo

3.3.1. Población

Para (Sampieri, 2014), "una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones". Es la totalidad del fenómeno a estudiar, donde las entidades de la población poseen una característica común la cual se estudia y da origen a los datos de la investigación.

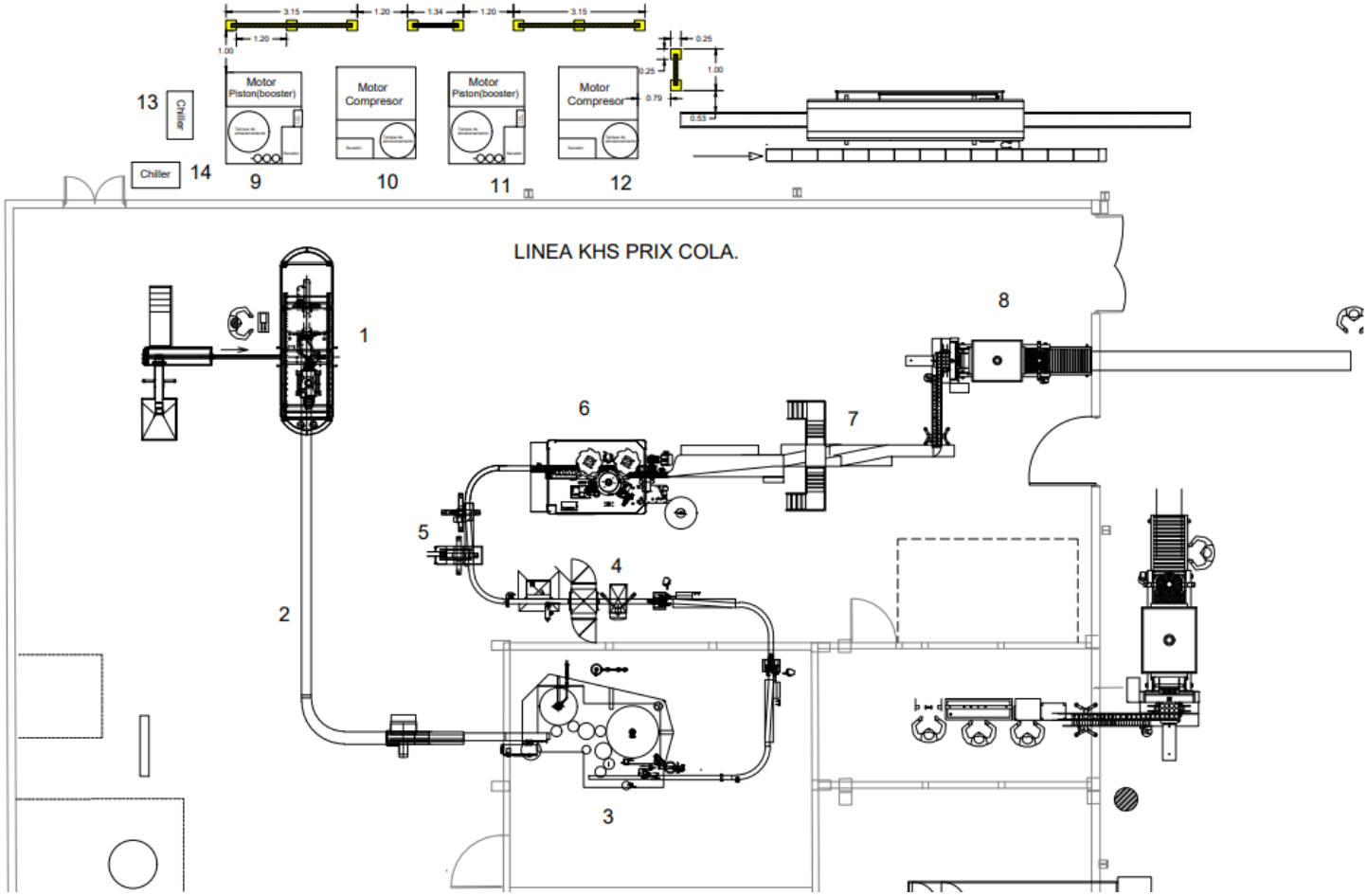
Para esta investigación se considera como población a los equipos de trabajo del área de envasado de la línea KHS de Compañía Cervecera de Nicaragua.

3.3.2. Muestra

La muestra es un subgrupo de la población de interés, del cual se recolectarán datos y debe ser definido o delimitado con precisión, con el objetivo de representar a la población.

En este estudio se tomará como muestra representativa y finita al grupo de operarios de las máquinas y jefes de áreas, para manejar la misma información e identificar las variables más relevantes de la problemática.

Ilustración 12:Flujograma de proceso



Fuente: Compañía Cervecera de Nicaragua.

1. SOPLADORA MIRAGE
2. TRANSPORTE AEREO
3. LLENADORA KHS
4. INSPECTOR KHS
5. CODIFICADOR VIDEO JET
6. ETIQUETADORA MIRAGE
7. TRANSPORTE DE SALIDA
8. EMPACADORA SMIPACK
9. COMPRESOR DE ALTA
10. COMPRESOR DE BAJA
11. COMPRESOR DE ALTA
12. COMPRESOR DE BAJA
13. CHILLER
14. CHILLER

3.4.Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Toda investigación se rige por métodos para recopilar información que sirva de guía para el estudio que se realiza. Para el proceso de recopilación de datos en el presente estudio se utilizaron fuentes primarias y secundarias para facilitar la recolección de datos necesarios. Para la recolección de datos se utilizarán las siguientes herramientas:

Tabla 3-Tabla de variables

Objetivo	Indicador (Variable)	Técnica	Instrumentos	Definición
•Identificar las condiciones actuales de operatividad de los equipos sopladora y etiquetadora de la línea KHS, así como el conocimiento del personal a cargo.	•Calidad del producto Eficiencia General del Equipo •TMF tiempo medio entre falla •Grado de conocimiento técnico del personal	- Análisis documental - Entrevista - Observación visual.	•Matriz Documental de indicadores •Cuestionario •Escala de Likert •Informe de observacion visual. •Registro de comportamiento de línea (Check list de operación).	•Las "condiciones actuales" en el contexto de una línea de producción se refieren al estado actual de los diferentes elementos y variables que afectan el proceso de producción. Esto puede incluir factores como la velocidad de producción, la calidad del producto, el rendimiento de las máquinas, la disponibilidad de materiales, el cumplimiento de los estándares de seguridad, entre otros.
Objetivo	**Indicador (Variable)**	**Técnica**	**Instrumentos**	**Definición**
•Diseñar un plan de mantenimiento autónomo a las maquinas claves para medir su productividad.	•Eficiencia de equipos •Problemas solucionados y mejoras realizadas	- Análisis documental - Elaboración de pasos a pasos de equipos.	•Registros de producción diaria y cálculo de tiempo de actividad. •Formulario de reporte de problemas y mejoras.	•El mantenimiento industrial se refiere a todas las acciones realizadas para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas y equipos en un proceso de producción, con el objetivo de maximizar su rendimiento
Objetivo	**Indicador (Variable)**	**Técnica**	**Instrumentos**	**Definición**
•Desarrollar plan de mantenimiento autónomo para la verificación de los resultados obtenidos en términos de eficiencia general de la línea mediante un cuadro comparativo a partir de la puesta en marcha.	•Mejora de la eficiencia y disponibilidad de la linea.	•Matriz documental de produccion.	•cuadro comparativo.	•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)Se considera que un equipo está en condiciones de ser utilizado y operado. Este indicador se calcula teniendo en cuenta el tiempo de paradas planificadas, que son los procesos de mantenimiento rutinarios, y el tiempo de paradas no planificadas, que son los incidentes imprevistos y las fallas de los equipos.

Fuente: Elaboración de equipo

3.5.Confiabilidad y validez de los instrumentos

Identificación del experto

Nombre y apellidos	**José María Silva Guzmán**
Filiación (ocupación, grado académico y lugar de trabajo)**:**	**Ingeniero Industrial,** **Máster en Supply Chain,** **Gerente de Cadena de Suministros en Optima Industrial S.A.**
e-mail	**josesilvaguzman@outlook.com**
Teléfono o celular	**(505) 8868 7466**
Fecha de la validación (día, mes y año)**:**	**5/11/2023**
Nombre del Instrumento	**Cuestionario**
Autor del instrumento	**Brenda María Suarez; Esther Sáenz Hernández; Julio Lucas Reyes**
Título de la investigación	**Optimización mediante la metodología TPM en la línea KHS de Compañía Cervecera de Nicaragua. Managua. Julio-noviembre 2023.**
Firma	
Leyenda de tabla de validación	**01 – 13 puntos: Improcedente** **14 -16 puntos: Aceptable con recomendación** **17-20 puntos: Aceptable**

ASPECTOS DE VALIDACIÓN (Calificación cuantitativa)						
Indicadores de evaluación del instrumento	Criterios cualitativos	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Excelente
		(01 – 10)	(10 – 13)	(14 – 16)	(17 – 18)	(19 – 20)
		01	02	03	04	05
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					19
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables				17	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la investigación				18	
4. Organización	Existe un constructo lógico en los ítems					19
5. Suficiencia	Valora las dimensiones en calidad y cantidad				17	
6. Intencionalidad	Adecuado para cumplir con los objetivos trazados					20
7. Consistencia	Utiliza suficientes referencias bibliográficas				17	
8. Coherencia	Entre hipótesis, dimensiones e indicadores					
9. Metodología	Cumple con los lineamientos metodológicos					20
10. Pertinencia	Es asertivo y funcional para la ciencia					20
Subtotal					17.25	19.6
Total		18.4				
Validación		INSTRUMENTO ACEPTABLE				

Los resultados de entrevista se validarán mediante la documentación del cumplimiento de las líneas, además con el uso de la guía de observación permitirá relacionar si la información obtenida mediante la entrevista es confiable.

El procesamiento y análisis de los datos consiste primeramente en la recolección de datos enfocados en dar respuesta a los objetivos de la investigación posteriormente se transformará la información entendible usando gráficas y tablas, entre otros que sea necesario para mostrar la información.

Los datos serán recopilados de las gráficas de cumplimiento de las líneas de producción. Estas deberán de cumplir su legitimidad por lo que se obtendrán de una fuente confiable.

Para esta investigación se establece el siguiente plan de procesamiento y análisis de datos:

Recolección de datos: según el número de muestra establecidos y aplicando los formatos una vez validados por criterio externo. La preparación de los datos implica organizarlos, detectar y eliminar errores, así como eliminar información repetitiva e incompleta. Luego, se selecciona la información necesaria y relevante con la que se trabajará para el procesamiento y análisis de datos.

Introducción de datos: una vez preparados los datos se introducen en la herramienta de análisis que en este caso será utilizado el programa Microsoft Excel 2019, en este paso se definen las tablas a realizar y las gráficas para su posterior análisis.

Procesamiento de datos: se generan las gráficas con sus respectivas tablas de manera que faciliten su lectura e interpretación.

Interpretación de la información: en este punto será cuando finalmente se tendrán todo el resultado de las etapas previas. De una forma totalmente entendible para el equipo de investigación. Ahora se podrán tomar las conclusiones de manera más precisa y objetiva, a la vez realizar las recomendaciones pertinentes.

3.6.Procesamiento de datos y análisis de la información

A continuación, se hace una breve descripción de los instrumentos de recolección de datos que se utilizaron en el estudio con el objetivo de que haya una mejor comprensión y procesamiento de estos.

Para poder llevar a cabo cada una de las herramientas de recopilación de datos se utilizaron los siguientes medios:

- **Escala de Likert.**

(Matas, 2018) Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. Revista electrónica de investigación educativa.

Las llamadas “escalas Likert” son instrumentos psicométricos donde el encuestado debe indicar su acuerdo o desacuerdo sobre una afirmación, ítem o reactivo, lo que se realiza a través de una escala ordenada y unidimensional. (Beltran, 2018).

Este método se utilizó en la investigación para medir el conocimiento del personal que opera las maquinas en estudio.

- **Entrevista.**

(Torrecilla, 2006). La entrevista. Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid.

La entrevista es una técnica que los investigadores utilizan para obtener información personalizada y oral. La información recopilada se centrará en las experiencias personales y los aspectos subjetivos del individuo, como creencias, actitudes, opiniones o valores en relación con la situación que se está estudiando, sé está estudiando.

- **Check List.**

Los listados de control, también conocidos como listados de chequeo, Check list o hojas de verificación, son formatos diseñados para llevar a cabo actividades repetitivas, verificar el cumplimiento de requisitos específicos o recopilar datos de manera ordenada y sistemática. Se utilizan para realizar comprobaciones sistemáticas

de actividades o productos, asegurándose de que el trabajador o inspector no omita ningún aspecto importante.

- **Observación**

Para conocer qué factores inciden a diario en la línea afectada se dará seguimiento durante las horas del turno del horario de 08:00am a 04:00pm por 6 días, anotando cualquier anormalidad que pueda ocurrir. Esta observación será de tipo no participativo. Para ello se ha creado una guía de observación donde se validarán 5 puntos importantes llamados 5M:

1. Métodos
2. Materia prima
3. Maquinaria
4. Medio ambiente
5. Mano de obra

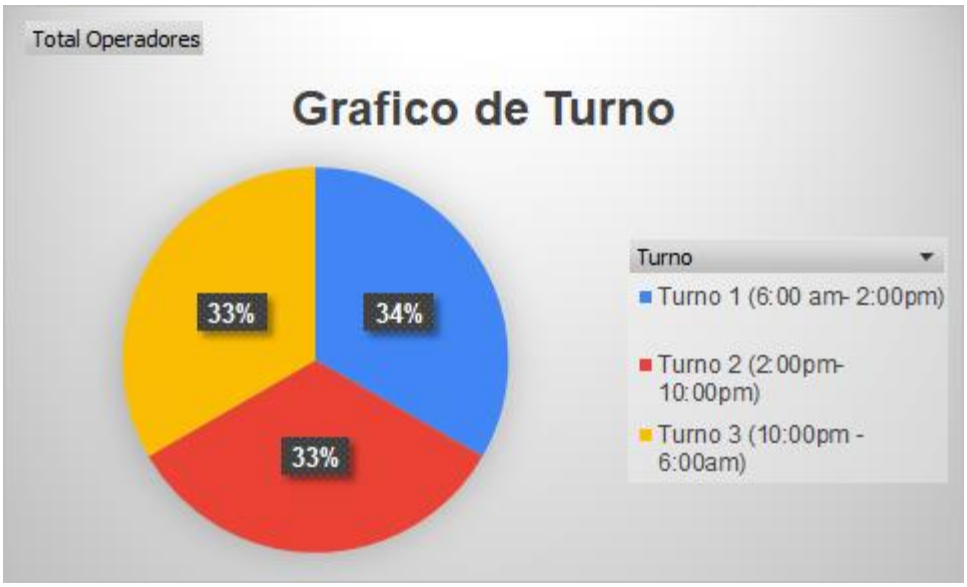
CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE RESULTADOS (ESTRUCTURA DE ACUERDO CON EL TIPO DE PROYECTO Y FASES DE ESTE)

4.1.Resultados de entrevista

4.1.1. Resultados obtenidos de las entrevistas al personal operativo

Mediante la técnica de recopilación de datos se realizó entrevista a los operarios de las máquinas de Sopladora y etiquetadora por medio de la herramienta Google form el cual brindo los siguientes resultados:

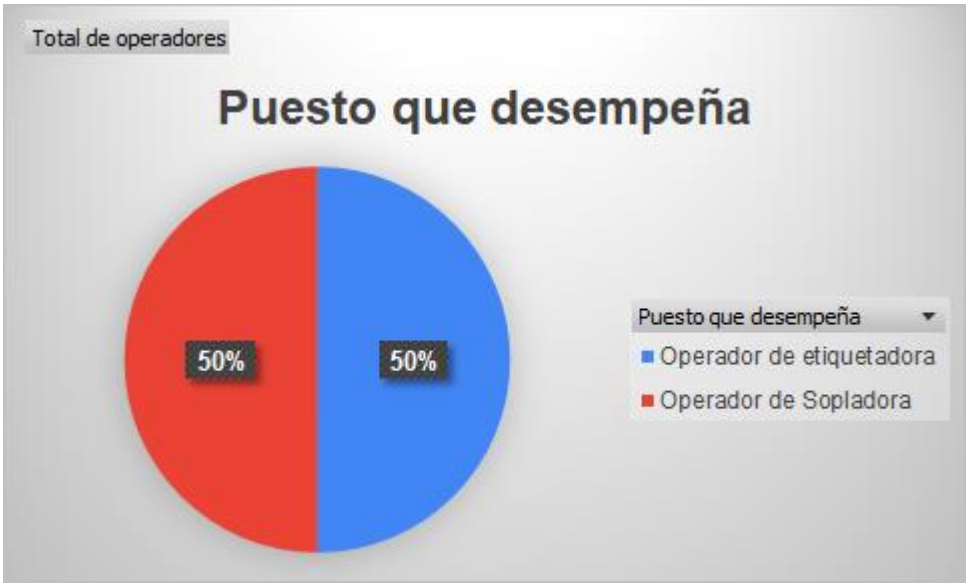
Ilustración 13-Gráfico de turno de operadores de máquinas.



Fuente: Elaboración de equipo

Basados en la entrevista se obtiene que actualmente existe 3 turnos en la línea KHS de Prix Cola.

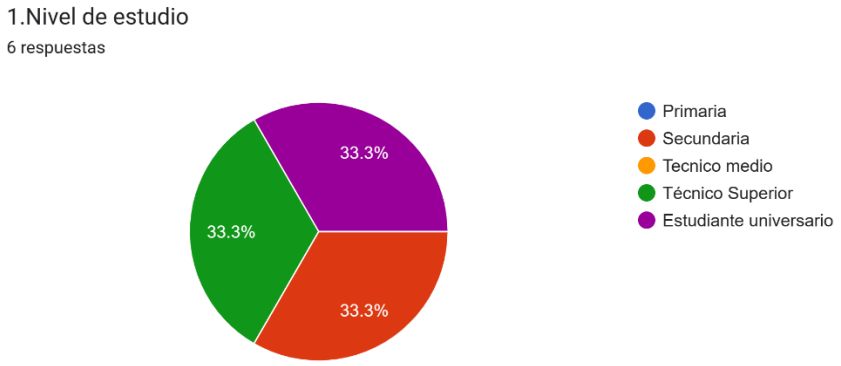
Ilustración 14- Gráfico de puesto de los operarios.



Fuente: Elaboración de equipo

La figura muestra que actualmente existen 3 operadores por cada máquina sopladora y etiquetadora.

Ilustración 15- Gráfico de nivel académico de los operarios.



Fuente: Elaboración de equipo

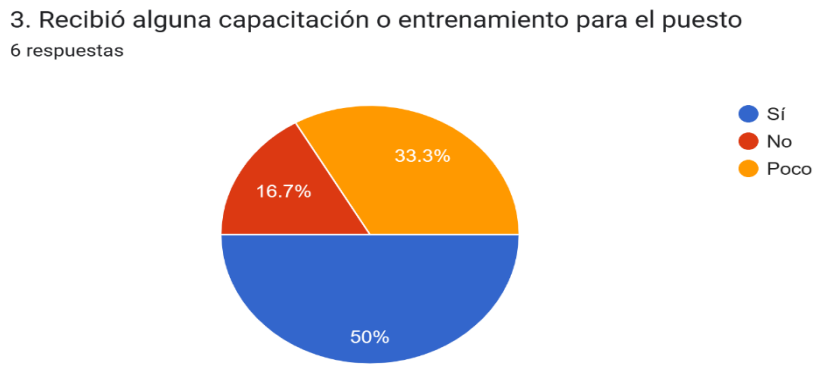
Se identifica que más del 50% personal operativo tiene un nivel de estudio superior.

Ilustración 16- Gráfico de experiencia laboral.

Fuente: Elaboración de equipo

Según resultado de entrevista el 50% de operadores han tenido experiencia en puesto similares o han manipulado equipos. Esta característica es una ventaja pues de alguna manera el operario está familiarizado con preoperacionales y métodos paso a paso para poder operar un equipo.

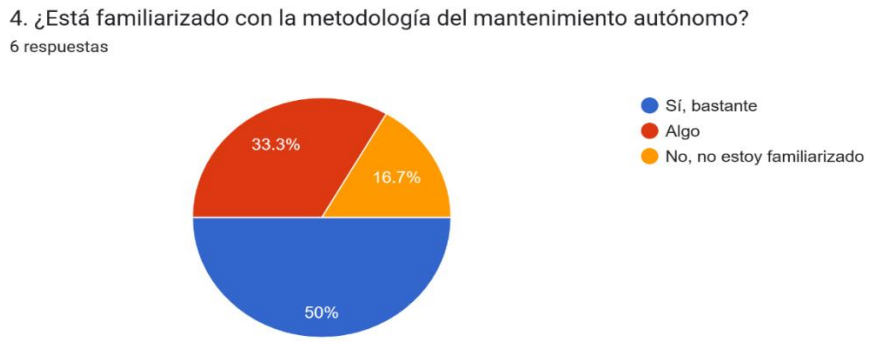
Ilustración 17-Gráfico de capacitación al personal operativo.



Fuente: Elaboración de equipo

La siguiente grafica muestra que solo el 50% de operadores recibieron capacitación previa antes de desempeñar el puesto asignado. Actualmente se está capacitando al personal restante para poder operar de manera óptima y seguro del equipo.

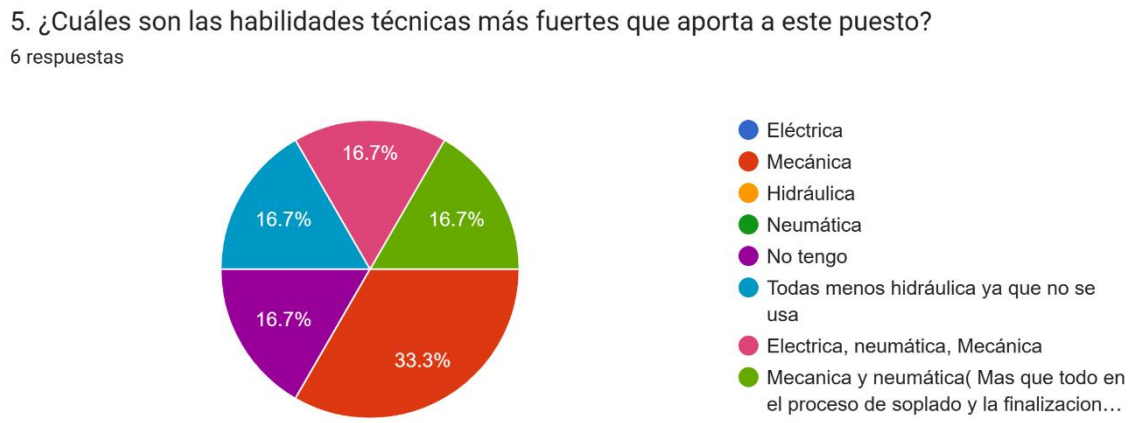
Ilustración 18-Gráfico de conocimiento previo del mantenimiento autónomo.



Fuente: Elaboración de equipo

La entrevista dio como resultados que el 50% del personal operativo tiene algún tipo de conocimiento con la metodología o que tienen experiencia previa que adquirieron en puestos anteriores.

Ilustración 19-Gráfico de habilidades técnicas del personal.



Fuente: Elaboración de equipo

Durante la entrevista, se pudo comprobar que los operadores cuentan con las habilidades básicas y necesarias para desempeñar el puesto.

Ilustración 20-Gráfico de herramientas para las maquinas en estudio.

Fuente: Elaboración de equipo

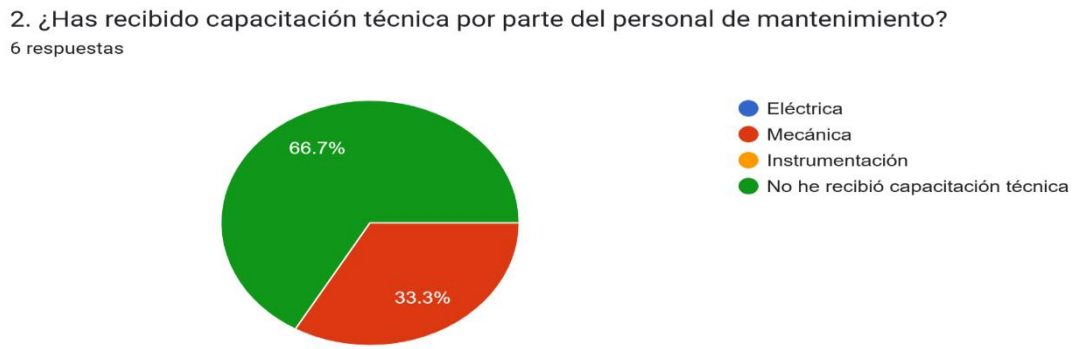
Con esta pregunta se confirmó que actualmente existe una caja de herramientas para ambas máquinas, lo que provoca retrasos en la realización de cambios o ajustes.

Ilustración 21-Gráfico de tiempo promedio para asistir una falla.

Fuente: Elaboración de equipo

El grafico refleja el tiempo de atención a una falla por parte del mantenimiento es de más de 20 minutos ocasionando perdidas en la eficiencia esto también es causado por el personal limitado que existe actualmente en el área y eso depende que si el técnico está atendiendo otra falla en otra línea el paro puede prolongarse.

Ilustración 22-Gráfico de capacitación técnica por parte de la empresa.



Fuente: Elaboración de equipo

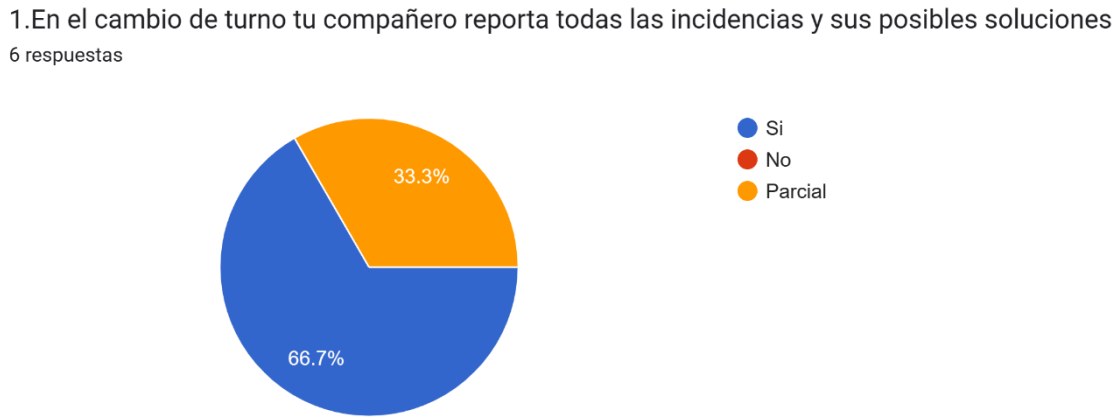
Según lo mencionado por el personal en la entrevista, más del 50% de los operadores del equipo no han recibido ninguna capacitación por parte del personal de mantenimiento. Han adquirido sus habilidades y destrezas para solucionar las fallas de manera empírica, a medida que ocurren los paros.

Ilustración 23-Gráfico de gestión de paro.

Fuente: Elaboración de equipo

Según el personal operativo está atento a cualquier eventualidad que ocurre en el transcurso del día gestionando de manera eficiente para evitar paros prolongados.

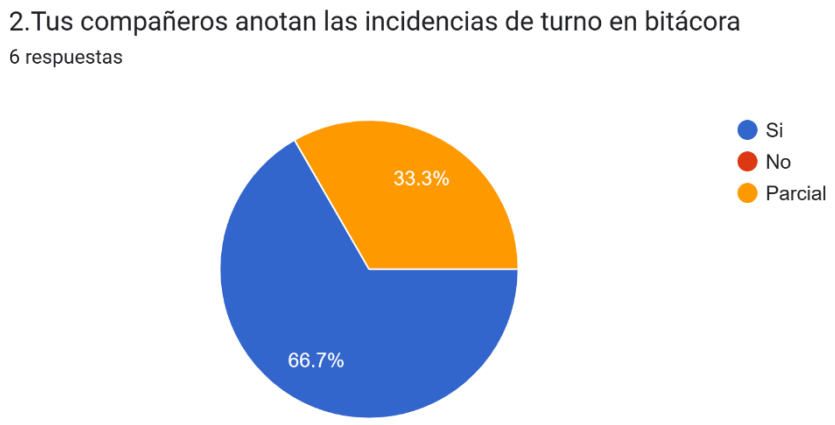
Ilustración 24-Gráfico de entrega de turno.



Fuente: Elaboración de equipo

Con base en entrevistas, se reportó que más del 50% del personal que opera ambas máquinas reporta todos los incidentes ocurridos durante su turno.

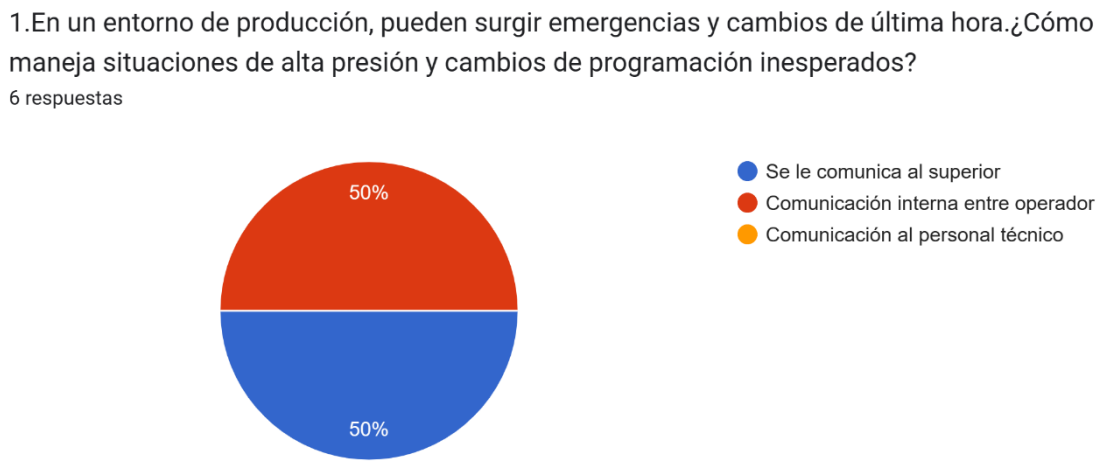
Ilustración 25-Gráfico de uso de bitácora por personal operativo.



Fuente: Elaboración de equipo

Según entrevista más del 50% de los operarios hacen uso de la bitácora para registrar los incidentes ocurridos durante turno.

Ilustración 26-Gráfico de comunicación interna.



Fuente: Elaboración de equipo

La grafica muestra que la mitad de los operadores indicaron que las situaciones inesperadas se le comunica al supervisor de turno para que haga la debida gestión correspondiente dependiendo del tipo de falla y la otra mitad indicaron que los cambios de planes se hacen internamente entre los operadores.

Ilustración 27-Gráfico de condiciones para operar los equipos.

Fuente: Elaboración de equipo

Según entrevista los operadores indicaron que la actualmente las maquinas cuentan con óptimas condiciones sin embargo expresan que todavía son necesarias implementar mejoras en los equipos para poder identificar las fallas y tomar mejores decisiones.

Se recolectaron sugerencia por parte del personal entrevistado lo cual indican lo siguiente:

Hacer sistema de transporte de botellas llenas más grande e incluir sensores para botellas caídas y evitar atascamientos por las mismas.

Mesa de acumulación de producto terminado es muy pequeña, y se necesita ampliar esa área y un sensor de botellas caídas para poder detener línea entera y evitar cuellos de botellas.

Se necesita una tolva en la parte alta de la línea de la sopladora ya que el operador pierde tiempo agregando de forma manual (con pala) las proformas de botellas a una tolva.

Hay necesidad de reforzar las capacitaciones para los operadores a nivel técnico enfocados en la máquina a nivel mecánico y eléctrico tomando en cuenta también las fuerzas de movimiento que se utilizan como la neumática para así agilizar la solución de problemas en esos aspectos y minimizar el tiempo de paros por problemas a nivel técnico u operativo.

4.1.2. Resultados obtenidos de las entrevistas a los supervisores

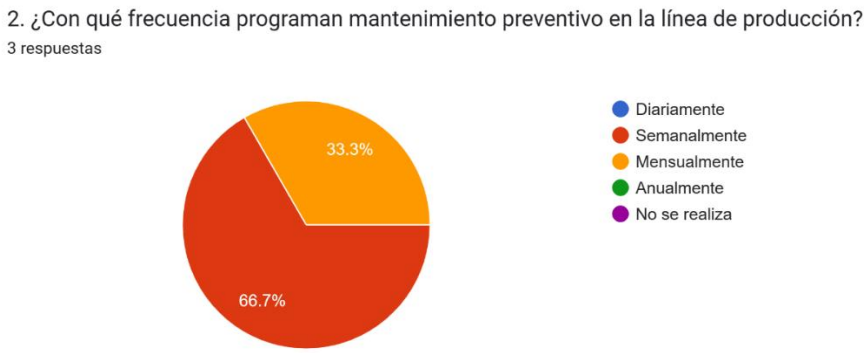
Mediante la técnica de recopilación de datos se realizó entrevista a los supervisores de las máquinas de Sopladora y etiquetadora por medio de la herramienta Google Form el cual brindo los resultados siguientes:

Ilustración 28-Gráfico de objetivos del área.

Fuente: Elaboración de equipo

Según el grafico los resultados obtenidos son que el principal objetivo es cumplir con los estándares de calidad manteniendo la eficiencia operativa y minimizando los costos de producción.

Ilustración 29-Gráfico de programación de mantenimiento a equipos.

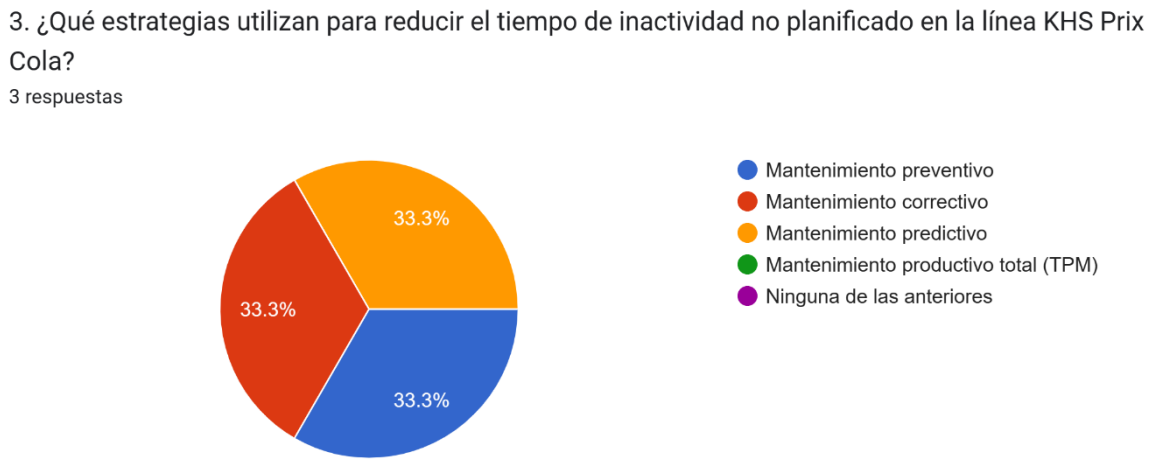


Fuente: Elaboración de equipo.

De acuerdo con la información recopilada, los supervisores informaron que el mantenimiento preventivo en la línea se programa en función del plan de producción.

Esto significa que, si la línea está disponible para llevar a cabo el mantenimiento, se realiza en ese momento. Si no es posible, se programa para la próxima semana.

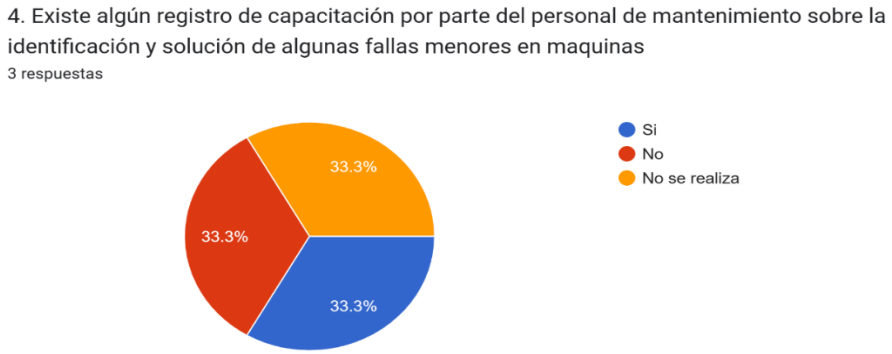
Ilustración 30-Gráfico de estrategias para reducción de paros.



Fuente: Elaboración de equipo.

Se identificaron que para reducir el tiempo de inactividad no planificado en la línea KHS Prix Cola se utiliza el mantenimiento preventivo y predictivo para evitar llegar al paro de equipo solo en caso necesario se hace uso del mantenimiento correctivo

Ilustración 31-Gráfico de capacitación de retroalimentación de fallas.



Fuente: Elaboración de equipo.

Según la información recopilada se obtiene es que no se realiza capacitación de las fallas menores, es decir no se realiza una retroalimentación al personal a cargo de equipos.

Ilustración 32-Gráfico de gestión de inventarios.

Fuente: Elaboración de equipo.

El 100% de los encuestados afirman que la empresa cuenta con un sistema de gestión de inventario de repuesto (sistema SAP) el cual tienen acceso las 24 horas para sacar repuesto ya sea por un paro planificado o una parada inesperada.

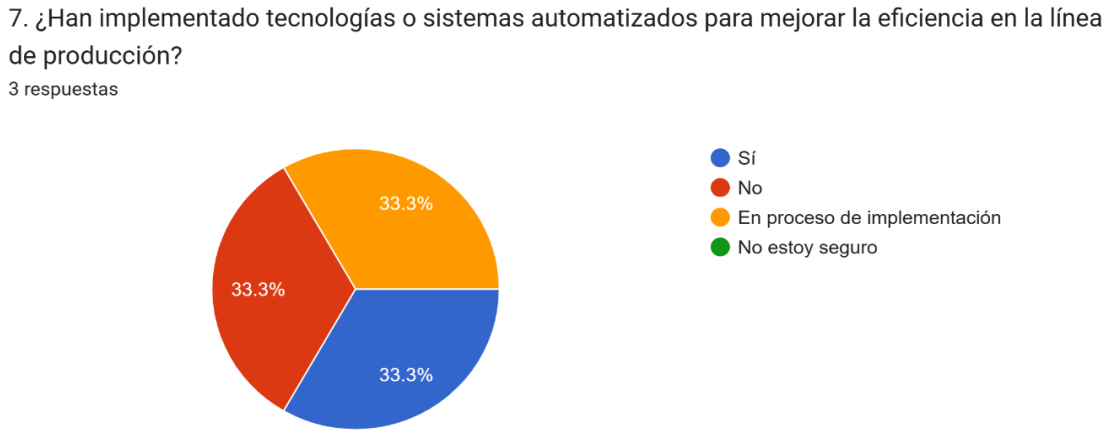
Ilustración 33-Gráfico de control de calidad en línea en estudio.

Fuente: Elaboración de equipo.

En la información recolectada se obtiene que la empresa está comprometida con la calidad de su producto terminado para ellos usan diferentes herramientas como

muestras de laboratorio, datos durante el proceso y sobre todo un seguimiento durante el turno cada hora se hacen muestras de calidad del producto terminado.

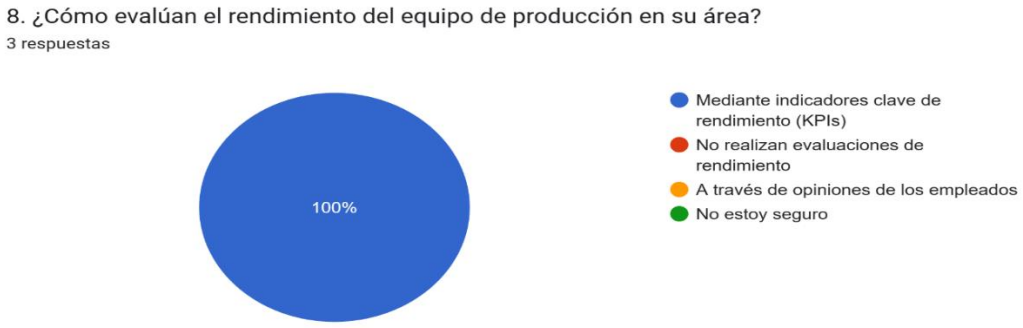
Ilustración 34-Gráfico de automatización de línea.



Fuente: Elaboración de equipo.

En la información obtenida de los supervisores de turno nos transmiten que los equipos en estudio son equipos nuevos los cuales carecían de ciertas tecnologías, las cuales son necesarias para controlar de manera más eficiente el proceso y detectar más rápido las fallas.

Ilustración 35-Gráfico de análisis de rendimiento.



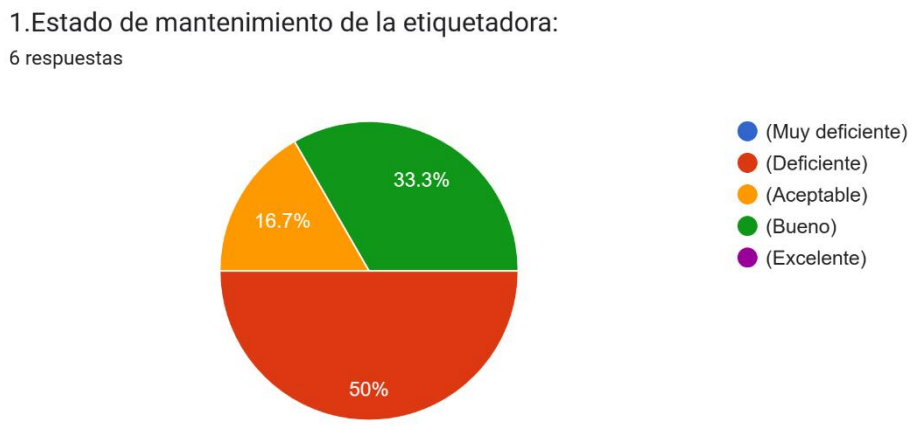
Fuente: Elaboración de equipo.

Según la información recabada la empresa usa indicadores complementarios KPI para evaluar el rendimiento del área de manera eficiente y tomar decisiones que colaboren a la línea.

4.1.3. Resultados obtenidos de la Escala de Likert realizada a los operarios.

Mediante la técnica de recopilación de datos se realizó entrevista a los operarios de las máquinas de Sopladora y etiquetadora por medio de la herramienta Google form el cual brindo los resultados siguientes:

Ilustración 36-Gráfico de condiciones de maquina etiquetadora.



Fuente: Elaboración de equipo.

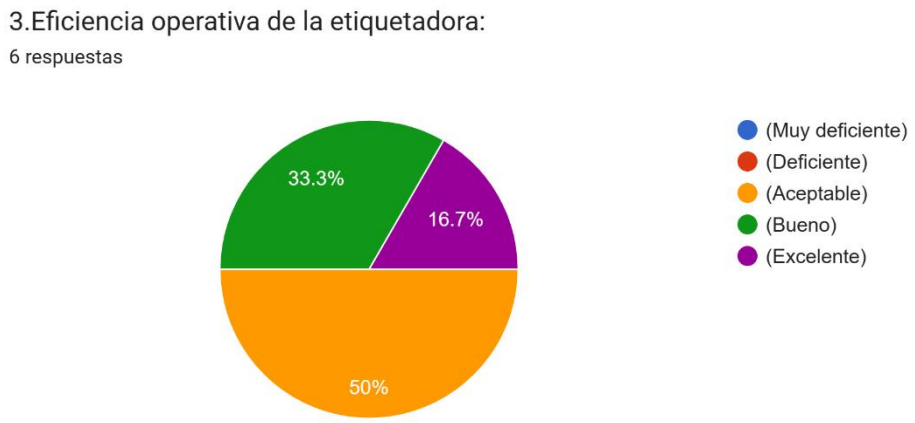
En la entrevista aplicada se obtiene como resultado que actualmente el estado de mantenimiento a la maquina etiquetadora es deficiente esto debido a que no existe mucha información del equipo, no tienen suficiente fuerza laboral técnica en el área.

Ilustración 37-Gráfico de repuesto para equipo.

Fuente: Elaboración de equipo.

Según información recopilada el 50% considera que la disponibilidad de repuestos es aceptable, aunque según nos transmitían que no tienen todos los repuestos necesarios y han tenido que hacer uso de repuestos o partes de otros equipos para poder resolver fallas y evitar que el paro se extienda.

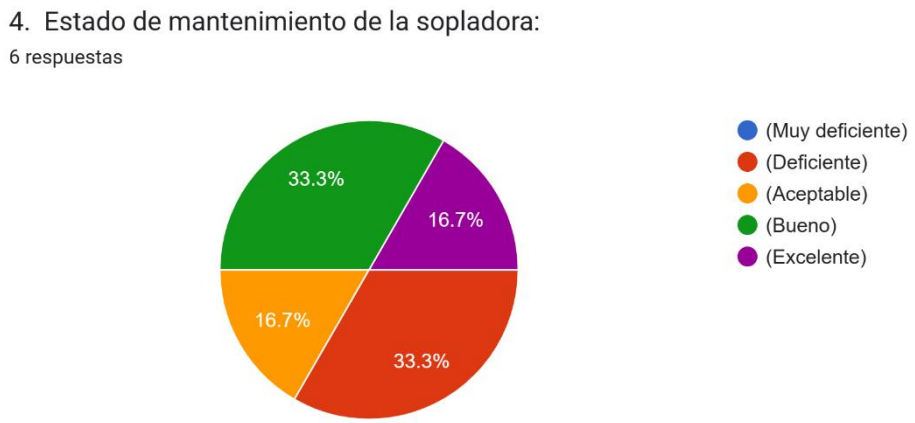
Ilustración 38-Gráfico de conocimiento de personal operativo.



Fuente: Elaboración de equipo.

Según información recopilada el 50% considera que la eficiencia operativa es aceptable, según los entrevistados esto a pesar de que no recibieron una capacitación adecuada o necesaria para poder operar el equipo, la mayoría de los conocimientos los han aprendido de manera empírica, de prueba y error, cada vez que ocurre un paro nuevo o desconocido se resuelve falla y se adquiere un conocimiento nuevo.

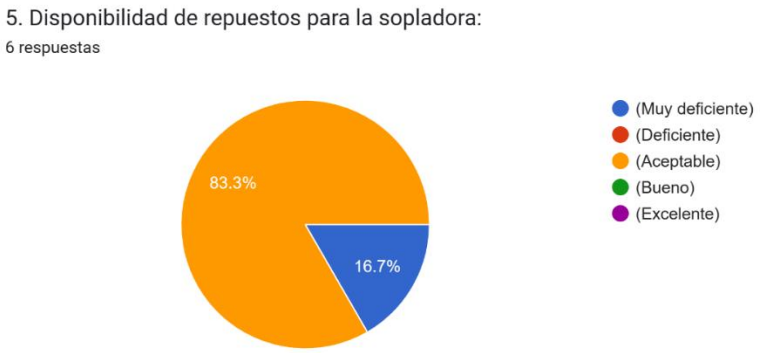
Ilustración 39-Gráfico de condiciones de maquina sopladora.



Fuente: Elaboración de equipo

En la información recopilada se obtiene que el estado de la maquina sopladora es deficiente, los entrevistados nos transmiten que se le realiza mantenimiento 1 o 2 veces al mes, que no cuentan con muchos repuestos y que carecen de herramientas necesarias e indispensables para poder atender de manera más eficiente los diferentes paros ocurridos.

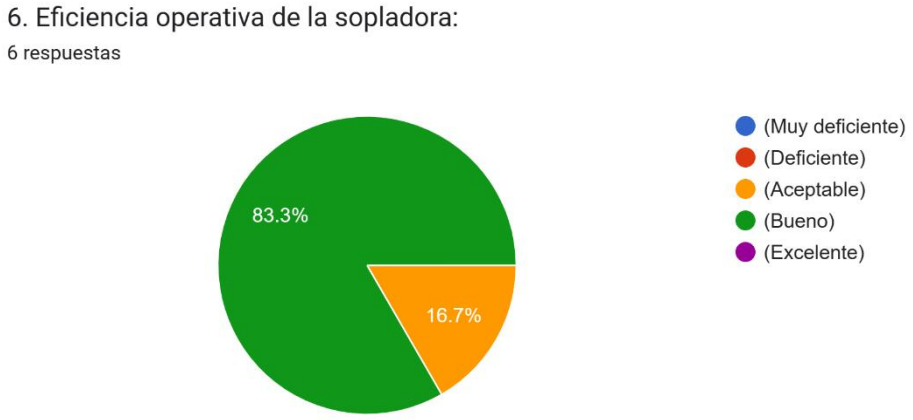
Ilustración 40-Gráfico de disponibilidad de repuesto de equipo.



Fuente: Elaboración de equipo

Según información recopilada de los operadores el estado actual de stock para la maquina en estudio es Aceptable porque en lo que se lleva operando la maquina cada falla se ha resuelto con partes de otros equipos ya que no cuentan con suficientes repuestos en almacén, según los entrevistados esto se debe a que la empresa que suministro los equipos no ha podido resolver esta problemática como lo es abastecer de partes.

Ilustración 41-Gráfico de conocimiento del personal operativo.



Fuente: Elaboración de equipo

Según información recopilada más del 80% considera que la eficiencia operativa es buena, han recibido un mejor acompañamiento esto debido a que ya se contaba en la empresa con una sopladora y pues el proceso es el mismo, aunque las maquinas sean totalmente diferentes.

4.2. Informe sobre visita de campo

Informe de Visita de Campo: Línea de bebidas carbonatadas KHS, Maquinas Sopladoras y Etiquetadoras

Fecha de Visita: octubre de 2023

Lugar de Visita: Planta de producción "Compañía Cervecera de Nicaragua"

Visitantes:

1) Julio Lucas Reyes.
2) Brenda Suarez Picado.
3) Esther Sáenz Hernández.

Objetivo:

La visita de campo a la planta de producción de "CCN" se realizó con el propósito de examinar y evaluar el funcionamiento de las máquinas sopladoras y etiquetadoras utilizadas en la producción de envases de bebidas carbonatadas. Durante la visita, se recopiló información sobre el proceso de soplado y etiquetado, las características técnicas de las máquinas y las prácticas de mantenimiento. A continuación, se presentan los hallazgos clave:

Proceso de Soplado.

Maquina sopladora de marca China MIRAGE

Se observó el proceso de soplado de botellas de PET. La máquina sopladora no funciona con buena eficiencia y precisión. El plástico preformado se calienta y se moldea según la presentación que. El control de temperatura y presión no tiene parámetros definidos, el operario lo hace según la temperatura ambiente, y por ello en algunas ocasiones los envases no presentan uniformidad de los envases, provocando defectos y cuellos de botellas en el proceso.

Capacidad y Velocidad

Las máquinas sopladoras son capaces de producir 9000 BPH envases por hora, pero hay varios aspectos que hacen que no trabaje a su máxima capacidad, lo que contribuye a la poca eficiencia de la línea de producción. La velocidad de soplado se adapta según las necesidades de producción. En la línea se utiliza sistemas de visión por computadora para verificar la posición y calidad de las botellas.

Mantenimiento Preventivo

El personal de la planta no realiza un mantenimiento preventivo regular en las máquinas sopladora para garantizar su funcionamiento óptimo. No hay suficientes piezas en inventario, si hay fallas se utilizan piezas de otras máquinas.

Los formatos de las presentaciones son muy pesados y se llevan demasiado tiempo en los cambios. Por otra parte, se observó la necesidad de una tolva grande en la parte alta de la línea de la sopladora ya que el operador pierde tiempo agregando de forma manual (con pala) las proformas de botellas a una tolva.

De manera general se ve la necesidad de reforzar las capacitaciones para los operadores a nivel técnico enfocados en la máquina a nivel mecánico y eléctrico tomando en cuenta también las fuerzas de movimiento que se utilizan como la neumática para así agilizar la solución de problemas en esos aspectos y minimizar el tiempo de paros por problemas a nivel técnico u operativo.

Máquina Etiquetadora

Proceso de Etiquetado

La máquina etiquetadora aplica etiquetas en un sistema autónomo, que inicia con la bobina, pasa por un sensor que las corta y luego pasa por el pagamento que las adhiere a las botellas de manera precisa y uniforme.

Flexibilidad

Se destacó la versatilidad de máquina etiquetadora para adaptarse a diferentes tamaños y formas de botellas. Pueden cambiar de un formato a otro sin interrupciones

significativas en la producción. También se observó un par de situaciones que inciden en la eficiencia del proceso:

- Se observo el sistema de transporte de botellas llenas muy pequeño y se necesita incluir sensores para botellas caídas y evitar atascamientos por las mismas.

- Mesa de acumulación de producto terminado igual se ve muy reducido para la cantidad que le llega, y se necesita ampliar esa área y un sensor de botellas caídas para poder detener línea entera y evitar cuellos de botellas.

- En maquina sopladora el transporté aéreo es muy corto lo que hace que no exista una acumulación generando micros paros de 2 o 3 minutos por hora.

- Se observa que la alimentación de materia prima es manual, los operadores palean las preformas de la caja hacia la tolva lo que genera un esfuerzo físico.

- El sistema que hace el cierre de preforma hacia sopladora en ocasiones falla por lo que los operadores no se pueden del área a realizar otras tareas.

Control de Calidad

Hay poca presencia de control de calidad en línea para detectar cualquier defecto en las etiquetas o en las botellas etiquetadas. Son los mismos operadores que eliminan las botellas no conformes de la línea.

Para los análisis de las botellas el departamento de control de calidad es muy exigente esto debido a que el producto es carbonatado.

Medidas de Seguridad

La planta de producción cumple con rigurosas medidas de seguridad en las áreas de máquinas sopladoras y etiquetadoras. El acceso a las zonas de operación está restringido y se utilizan barreras físicas para prevenir accidentes y los operadores de las máquinas deben usar equipo de protección personal (EPP) en todo momento.

Prácticas de Mantenimiento

No se observó un programa de mantenimiento preventivo efectivo que incluya inspecciones regulares, lubricación, limpieza y reemplazo de piezas desgastadas. La mayoría de las acciones de mantenimiento que se realizan a ambas maquinas son correctivos, y se hacen paros prolongados hasta de medio turno de horas laborales. Se comento que el poco personal que existe en el departamento de mantenimiento es una de las causas que los trabajos duren más de lo previsto.

4.3. Registro de comportamiento de línea Check list de operación.

Control de parametros de operación y calidad de maquina sopladora MIRAGE.

N°	SEMANA: 39	Fecha		25/9/2023				26/9/2023				27/9/2023				28/9/2023				29/9/2023				30/9/2023				1/10/2023			
	Actividades	Parametros		LUNES				MARTES				MIERCOLES				JUEVES				VIERNES				SABADOS				DOMINGOS			
		Unidad	Rango	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00
1	**PREPARACION Y ARRANQUE**																														
1.1	Limpieza general equipo FSC E05.05.003.05 GUIA DE LIMPIEZA GENERAL PLANTA BEBIDAS	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (CHILLER)																														
2.1	Nivel del tanque del chiller 1 y 2	%	85-100	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
2.2	Medir concentracion de glicol en el circuito de refrigeracion	%	37--40	38.0%	N/A	38.0%	38.0%	38.0%	N/A	38.0%	38.0%	38.3%	N/A	38.0%	N/A	37.9%	N/A	37.5%	37.5%	N/A	37.3%	38.1%	N/A	38.1%	37.3%	N/A	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
2.3	Temperatura del chiller del horno	°C	20-25	22°	22°	21.5°	21.5°	22°	21°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	20.8°	21°	21°	21°	22°	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
2.4	Temperatura del chiller de los moldes	°C	6.5--15	6.5°	6.5°	7.0°	7.3°	7.5°	6.8°	6.5°	6.5°	7.3°	7.1°	7.3°	7.1°	6.9°	6.8°	6.5°	7.3°	6.8°	7.1°	7°	7.1°	7.3°	6.9|	6.5°	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
2.5	Verificar en cada CP o CM, fugas de refrigerante en mangueras y conectores	CHECK	....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
2.6	Reponer mezcla al sistema de enfriamiento cuando sea necesario	LITROS	10--20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3	**COMPRESORE DE TORNILLO Y DE PISTO**																														
3.1	Presion de salida de compresor de baja	Bar	7--10	9.5	9.5	9	9.3	9.5	9.5	9.5	9.5	9.1	9.3	9.2	9.5	9.5	9.5	9.5	9.5	9	9.3	9.2	9.3	9.3	9.5	9.5	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.2	Presion de salida de compresor de alta	Bar	25-32	30	3	25	25	37	30	30	30	30	30	30	30	31	32	31	29	28	28	31	26	28	31	30	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.3	Nivel de aceite en el visor de compresor de baja	%	70-100	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.4	Nivel de aceite en visor de compresor de alta	%	70-100	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.5	Verificar en cada CP o CM, fugas de aire en mangueras y conectores (piston y tornillo)	SI/NO	.....	NO	N/A	N/A	N/A	NO	N/A	N/A	N/A	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.6	Purgar deposito de almacenamiento de aire ambos compresores	SI/NO	.....	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.7	Verificar setpoint de trabajo en presostatos de deposito de compresor de tornillo	BAR	25-32	28	28	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
3.8	Verificar que valvulas esten abiertas según ruta a trabajar	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4	**MAQUINA SOPLADORA Y ETIQUETADORA**																														
4.1	Tope de fondo de molde	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.2	Cargar receta según presentacion a trabajar	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.3	Verificar que sensores de bajante de preforma esten funcionando en modo automatico	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.4	Validar centrado de estrella de entrada y salida de preformas	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.5	Presion de soplo 1	BAR	5--10	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.6	Presion de soplo 2	BAR	24--32	28	28	25	25	25	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.7	Presion de compensancion	BAR	15--20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.8	Verificar fugas de aire y de refrigeracion en equipo	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.9	Verificar centrado de dedos con respecto a preforma	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.10	Verificar pinzas de entrada y salida(centrado y golpes)	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.11	Funcionamiento de sensores de tramsporte en modo automatico	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.12	Temperatura del rodillo encolador	°C	130-150	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.13	Temperatura del recipiente de adhesivo	°C	130-150	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
4.14	Presion de manometro de aire positivo	BAR	.....	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5	**PROCESO Y CALIDAD**																														
5.1	Pesentacion	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.2	Peso total de envase	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.3	Visualisacion de envase	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.5	Espesor del hombre	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.6	Espesor del cuerpo	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.7	Espesor de la base	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.8	Altura	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
5.9	Perpendicularidad	REGISTRAR	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO
	Stress cracking	SI/NO	.....																								PARO	PARO	PARO	PARO	PARO

Fuente: Elaboración de equipo

Control de parametros de operación y calidad de maquina sopladora MIRAGE.

	SEMANA: 40	Fecha		2/10/2023				3/10/2023				4/10/2023				5/10/2023				6/10/2023				7/10/2023				8/10/2023			
N°	Actividades	Parametros		LUNES				MARTES				MIERCOLES				JUEVES				VIERNES				SABADOS				DOMINGOS			
		Unidad	Rango	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00	06:00	12:00	18:00	00:00
1	**PREPARACION Y ARRANQUE**																														
1.1	Limpieza general equipo FSC E05.05.003.05 GUIA DE LIMPIEZA GENERAL PLANTA BEBIDAS	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
2	SISTEMA DE ENFRIAMIENTO (CHILLER)																														
2.1	Nivel del tanque del chiller 1 y 2	%	85-100	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
2.2	Medir concentracion de glicol en el circuito de refrigeracion	%	37--40	37.2%	N/A	37.8%	37.5%	N/A	N/A	37.8%	N/A	N/A	N/A	37.3%	N/A	N/A	37.9%	N/A	N/A	37.2%	N/A	N/A	37.5%	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
2.3	Temperatura del chiller del horno	°C	20-25	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	22°	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
2.4	Temperatura del chiller de los moldes	°C	6.5--15	7°	6.8°	7.1°	6.8°	6.5°	6.5°	6.5°	6.8	6.8°	6.5°	7.1°	6.2	6.5°	6.5°	7.3°	6.5°	6.5°	6.5°	6.5°	6.5°	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
2.5	Verificar en cada CP o CM, fugas de refrigerante en mangueras y conectores	CHECK	....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
2.6	Reponer mezcla al sistema de enfriamiento cuando sea necesario	LITROS	10--20	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3	**COMPRESORE DE TORNILLO Y DE PISTO**																														
3.1	Presion de salida de compresor de baja	Bar	7--10	8.5	8.5	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.2	Presion de salida de compresor de alta	Bar	25-32	28	30	27	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.3	Nivel de aceite en el visor de compresor de baja	%	70-100	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.4	Nivel de aceite en visor de compresor de alta	%	70-100	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.5	Verificar en cada CP o CM, fugas de aire en mangueras y conectores (piston y tornillo)	SI/NO	.....	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.6	Purgar deposito de almacenamiento de aire ambos compresores	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.7	Verificar setpoint de trabajo en presostatos de deposito de compresor de tornillo	BAR	25-32	28	28	28	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
3.8	Verificar que valvulas esten abiertas según ruta a trabajar	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4	**MAQUINA SOPLADORA Y ETIQUETADORA**																														
4.1	Tope de fondo de molde	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.2	Cargar receta según presentacion a trabajar	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.3	Verificar que sensores de bajante de preforma esten funcionando en modo automatico	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.4	Validar centrado de estrella de entrada y salida de preformas	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.5	Presion de soplo 1	BAR	5--10	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.6	Presion de soplo 2	BAR	24--32	29	30	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	28	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.7	Presion de compensancion	BAR	15--20	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.8	Verificar fugas de aire y de refrigeracion en equipo	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.9	Verificar centrado de dedos con respecto a preforma	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.10	Verificar pinzas de entrada y salida(centrado y golpes)	CHECK	.....	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.11	Funcionamiento de sensores de tramsporte en modo automatico	SI/NO	.....	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.12	Temperatura del rodillo encolador	°C	130-150	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.13	Temperatura del recipiente de adhesivo	°C	130-150	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	150°	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
4.14	Presion de manometro de aire positivo	BAR	.....	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN	FIN
5	**PROCESO Y CALIDAD**																														
5.1	Pesentacion	REGISTRAR	.....																												
5.2	Peso total de envase	REGISTRAR	.....																												
5.3	Visualisacion de envase	REGISTRAR	.....																												
5.5	Espesor del hombre	REGISTRAR	.....																												
5.6	Espesor del cuerpo	REGISTRAR	.....																												
5.7	Espesor de la base	REGISTRAR	.....																												
5.8	Altura	REGISTRAR	.....																												
5.9	Perpendicularidad	REGISTRAR	.....																												
	Stress cracking	SI/NO	.....																												

Fuente: Elaboración de equipo

4.3.1. Análisis de hoja de parámetros de maquina sopladora y etiquetadora.

Según los resultados obtenidos con la utilización de este formato de control de parámetros, se obtiene que si se respetan los rangos establecidos se logra que la eficiencia en las maquinas en estudio sea estable o en algunos casos mejore, ya que el operador está en constante chequeo de la maquina y de su proceso, así como da una alta seguridad de que el producto que se está envasando cumple con todos los parámetros de calidad e inocuidad.

Dentro del formato se incluyeron dosificación de glicol para preservar la vida útil de maquina sopladora, la función de este refrigerante es destruir todo solido que se forme en las tuberías internas de la maquina y cause a futuro un daño critico como obstrucción de partes o aún peor que dañe internamente las válvulas distribuidoras.

Se le impuso un nivel a los chiller para evitar paros en sopladora por bajo nivel estos.

Se hizo un estudio de campo donde se obtiene la mejor temperatura de operación en chiller, si se logra estar dentro de ese rango el proceso es estable, evitando desperfectos en la botella que nos puedan generar un producto no conforme.

En el caso de los compresores que suministran aire a máquina sopladora se le establecieron rangos de operación, con estos rangos el operador logra controlar el proceso de una forma más sencilla ya que trabaja dentro de los parámetros.

Se creo una secuencia de revisión en maquina sopladora y etiquetadora con el objetivo que el operador adquiera el hábito de verificación de los equipos asignados y este reconozca los componentes y logre dar un diagnóstico antes que ocurra una falla crítica y se genere un paro no programado.

En cuanto a los parámetros de calidad una parte muy vital dentro de producción se hizo un campo donde los operadores de turno podrán anotar día a día los parámetros que llevan, garantizando que el envase que valla cumpla con todas las especificaciones y no se genere un producto no conforme, esta misma hoja servirá como ayuda al momento de un reclamo por el área de comercial servirá para llevar la trazabilidad del producto.

En conclusión, la creación de este formato fue de gran ayuda para el control del proceso y para garantizar las condiciones óptimas de los equipos este formato cabe recalcar que entro en funcionamiento en el mes de octubre en la semana 39 y 40. Fue aprobado por la gerencia de producción y fue de fácil aprendizaje para los operarios y las personas involucradas, se logró un gran objetivo como fue el que los operadores estuvieran en constante monitoreo de su equipo y del proceso.

4.4. Plan de mantenimiento autónomo

Los operadores del equipo son el aspecto importante de este eslabón del TPM. Se aspira a una responsabilidad compartida y un sentido de propiedad conjunta del equipo.

Ese sentido de pertenencia significa tener un interés activo en el equipo y en sus niveles de desempeño. Al trabajar juntos, operarios y técnicos, se puede garantizar que el mantenimiento se haga de la forma adecuada y que las paradas programadas se realicen oportunamente:

Los beneficios del mantenimiento autónomo son:

Limpieza con inspección constante de la maquinaria y equipo.

Detección oportuna y reportes inmediatos sobre la variación en parámetros de operación.

Participación del operario de la maquina en las inspecciones de mantenimiento.

Armonía en las relaciones con los técnicos de mantenimiento.

Entendimiento de la labor que lleva a cabo el departamento de mantenimiento en los equipos.

Aportes al momento de reportar una falla.

Conciencia y compromiso a la hora de reportar información en las hojas de paro.

Seguimiento disciplinado de los procedimientos de encendido, operación y apagado de la maquinaria.

Responsabilidades de operación y mantenimiento

Es responsabilidad del operador realizar una buena limpieza, inspección y lubricación de su equipo asignado. En algunos casos corresponde al mantenimiento mecánico semanal.

Es responsabilidad del técnico de mantenimiento realizar los mantenimientos preventivos y correctivos programados para el equipo.

Es responsabilidad del técnico de mantenimiento realizar las capacitaciones requeridas o transferencia de conocimientos al personal operativo.

Es responsabilidad del técnico de mantenimiento realizar revisiones aleatorias a los trabajos de mantenimiento autónomo realizado por los operadores.

Es responsabilidad de operación y mantenimiento realizar en conjunto el análisis de las fallas presentadas en los equipos.

Es responsabilidad de mantenimiento esforzarse en no demorar las ideas de mejora propuestas por operación, dentro de lo razonable en cuanto a recursos e impacto.

Ilustración 42-Pasos de Implementación de Mantenimiento autónomo

Fuente: Elaboración grupal

4.4.1. Pasos de Implementación de Mantenimiento Autónomo:

Antes de iniciar todo el proceso de Mantenimiento Autónomo es de vital importancia recordar a todos los involucrados que se debe tener en cuenta todas las normas de seguridad industrial pertinentes al equipo, y estar siempre alerta en cada etapa para evitar accidentes por atrapamiento, cortaduras, quemaduras, etc.

1. Limpieza Inicial: En esta etapa se recomienda tomar fotos antes y después de la limpieza inicial, para motivar al personal involucrado en la ejecución del proyecto.

Al inicio del proyecto se realiza limpieza profunda del equipo. Se pretende llegar hasta los últimos rincones del equipo, ya que de esta forma es más fácil inspeccionar los diferentes elementos del equipo.

Aquí se identifican lugares donde sea difícil de acceder para limpiar e inspeccionar. Si es necesario se solicita apoyo al departamento de mantenimiento para que haga las modificaciones necesarias.

En la limpieza se debe eliminar suciedad, manchas, derrames, fugas, etc. Se identifican lugares donde es necesario utilizar químicos para limpieza, eliminar corrosión, pintura, etc. y se programan para posteriores sesiones de limpieza.

En todos los pasos del mantenimiento autónomo deben participar el 100% de los operadores, por lo cual pueden ser varias sesiones hasta que pasen todos los operadores por el ciclo.

2. Combatir las causas de ensuciamiento: En esta etapa se determinan y analizan las causas del ensuciamiento de la máquina, luego se proponen e implementan ideas de mejora para disminuir las causas de ensuciamiento. Las causas de ensuciamiento pueden ser causadas por:

Empaques de compuertas en mal estado

Retenedores y orings en mal estado

Sellos de válvulas y cilindros en mal estado

Compuertas que no sellan herméticamente, etc.

En el caso de la sopladora MIRAGE se determinó que la principal causa de ensuciamiento es la provocada por el condenso de la refrigeración, así como la caída de polvo ya que es un equipo que no está en un ambiente protegido. Lo que se recomienda dadas las características propias del proceso, es realizar limpieza exhaustiva del equipo con mayor frecuencia tratando de eliminar la humedad en la parte interna de los moldes, guías, dedos de transferencias y toberas de soplado.

En el caso de la etiquetadora MIRAGE se determina que la principal causa son la humedad provocada por el envase llenado que aun va frio, los vapores del pegamento en caliente, así como la lubricación del transporte que es con agua, esto provoca crecimiento de la mas, oxidación en las piezas interna y externas, dada la naturaleza del proceso se recomienda realizar una limpieza más profunda a las partes móviles, bandas estrellas. Hacer uso de la hidro lavadora para lograr un mejor resultado.

3. Elaboración de patrones de limpieza: En esta etapa se elabora el formato para realizar la limpieza del equipo, en caso de existir se revisa y se modifica si es

necesario. Una filosofía de mantenimiento autónomo es que “Limpieza es inspección”. Al realizar la limpieza el operador debe inspeccionar automáticamente haciendo uso de sus sentidos.

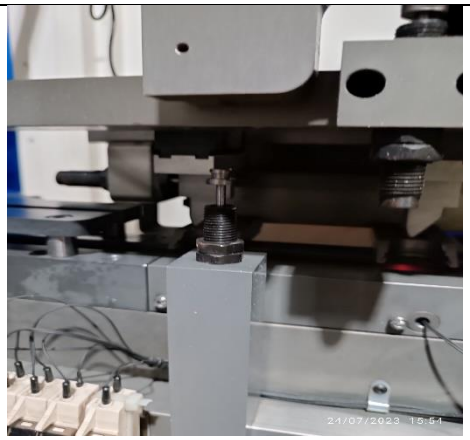
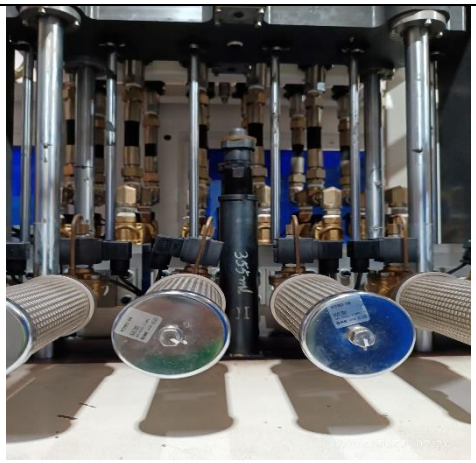
4. Elaboración de Patrones de Inspección y Lubricación: Se realiza una capacitación teórica en el aula de clases a los operadores del equipo sobre Diagnostico de Fallas de los elementos de las máquinas y otra sobre Lubricación básica. Se menciona algo muy importante que es revisar por tornillos o pernos flojos, los cuales en caso de desprenderse pueden causar grandes problemas en los equipos, entre otras cosas.

Luego un técnico de mantenimiento (Mecánico Industrial), capacita a los operadores como realizar la inspección y Lubricación del equipo en la práctica directamente en la máquina, a todos los operadores de esa máquina uno a uno. Si no hay riesgos de seguridad industrial y el equipo lo permite se puede utilizar la metodología de dos técnicos capacitan a dos operadores al mismo tiempo, y en algunos casos un técnico capacita a dos operadores como máximo. Deben pasar el 100% de los operadores del equipo. Esta es la etapa más fundamental del proceso.

Se recomienda que los operadores tengan su propia caja de herramientas para así facilitar las actividades y evitar que se distraigan desplazándose a otras áreas a prestar herramientas.

A continuación, se presentan algunos hallazgos encontrados durante el proceso:

Tabla 4-Hallazgo encontrados en máquinas

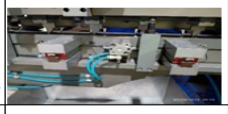
Sopladora y etiquetadora	
Soldadura de topes dañadas.	
Amortiguadores sin gomas.	
Silenciadores flojos.	

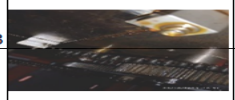
Cuña y cuñero desgastados.	

Fuente: Elaboración grupal

En esta etapa se define el patrón de inspección y Lubricación del equipo, el cual puede ser una orden de trabajo de SAP, el formato de limpieza modificado, o se define un formato totalmente nuevo. Se recomienda que en la redacción sea tomado en cuenta el operador que realizará las tareas de inspección, para que quede en su propio lenguaje.

Tabla 5-Punto de lubricación

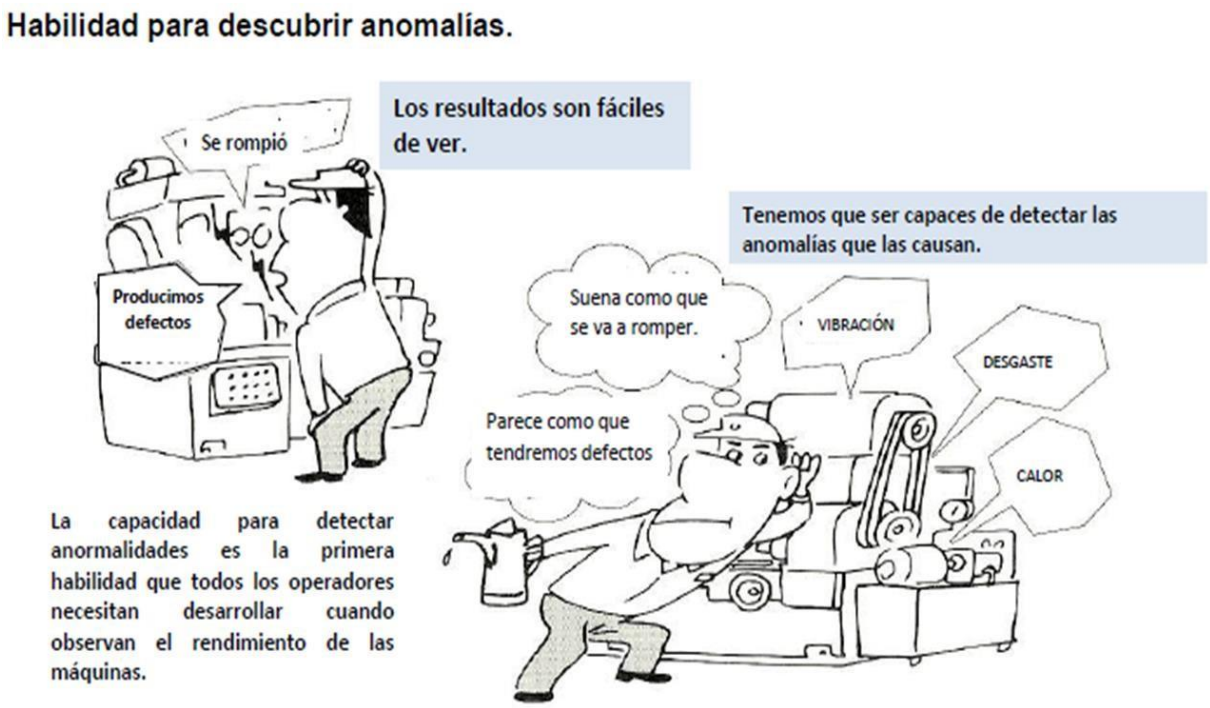
	Apoyo visual	Actividad	Tipo de lubricante	Cantidad	Frecuencia	Forma de lubricar
1		Verificar nivel de aceite de caja reductora del horno	Aral degol 220	Hasta completar nivel medio.	Cada 125 horas	MANUAL
2		lubricar engranajes de ubicados debajo del horno.	Celerol 7003	Una leve película de grasa en todos los engranajes	Cada 125 horas	Manualmente con una brocha
3		lubricar cilindro de embrague de moldes.	Jax 114	3 toques de espray en todo el cilindro	Cada 125 horas	MANUAL
4		lubricar eje de estrella de entrada y salida	Celerol 7003	2 bombazos	Cada 125 horas	MANUAL CON BOMBA DE ENGRASE
5		lubricar rodamiento lineal de apertura y cierre de molde.	Jax 114	Una leve película de grasa en todo eje lineal.	Cada 125 horas y limpiar el área a profundidad cuando este muy sucia	MANUAL
6		lubricar rodamientos lineales de paso variable.	Jax 114	Una leve película de grasa en todos los ejes de los	Cada 125 horas	MANUAL
7		Lubricar rodamientos lineales de apertura y cierre de guía de preformas.	Celerol 7003	2 bombazos.	Cada 125 horas	MANUAL CON BOMBA DE ENGRASE
8		Lubricar rodamientos de mandriles.	Aceite para alta temperatura Jax Pyrokote	Aplicar un toque de espray por cada mandril.	Cada 125 horas	MANUAL Mantener no más de 1 litro.
9		Lubricar guía y rodamiento superior de molde	Grasa Celerol 7003	Aplicar una leve película de grasa en toda la guía.	Cada 125 horas	Manualmente
10		Lubricar compensación de molde.	Grasa Celerol 7003	2 bombazos.	Cada 125 horas	Manualmente
11		Lubricar rodamiento lineal de apertura y cierre de guías a la salida de sopladora	Grasa Celerol 7003	2 bombazos.	Cada 125 horas	MANUAL CON BOMBA DE ENGRASE
12		Lubricar guía y rodamiento de apertura y cierre de molde.	Celerol 7003	Una leve película de grasa en toda la guía.	Cada 125 horas	Manualmente
13		Lubricar guía de sistema de embrague	Celerol 7003	Una leve película de grasa en toda la guía seguidora	Cada 125 horas	Manualmente

14		Lubricar ejes de varillas de estirado.	Jack 114	Aplicar 2 toques de espray en los 4 ejes.	Cada 12 horas	Manualmente
15		1. Lubricar chumacera del eje del plato porta bobina.	1. Con grasa celerol 7003	Aplicar 3 bombazos	Cada 125 horas	Usar engrasador manual.
16		2. Inspeccionar nivel de aceite de caja de reductora de plato porta bobina.	2. Aral degol 220	Quitar tapón, chequear nivel de aceite y rellenar si es necesario.		Manualmente chequear el nivel de aceite.
17		Lubricar rodamiento de eje de rodillo encolador.	1-Grasa café 2-Rivolta fl	2 bombazos con engrasadora manual	Cada 125 horas	Manualmente con engrasadora manual
18		Lubricar engranajes de transmisión de etiquetadora, ubicados en parte inferior	1-Grasa amarilla 2-Celerol 7003	Aplicar una leve película de grasa en todos los engranajes	Cada 125 horas	Manualmente
19		Limpiar primero y después lubricar la cadena de rodillos.	Limpiador: WD 40 Lubricador:Jax 102	Aplicar una leve película de Espray en toda la cadena	Cada 125 horas	Manualmente
20		lubricar rodamiento de cuchilla de corte.	Jax 114	Aplicar 3 toques de Spray en el rodamientoq	Cada 125 horas	Manualmente
21		Lubricar rodamiento de amortiguador de cuchilla de corte.	Jax 114	Aplicar 3 toques de Spray en el rodamiento del amortiguador	Cada 125 horas	Manualmente
22		Lubricar eje de cilindro de vacío de corte de etiqueta.	Grasa amarilla celerol 7003	Aplicar 2 sprayasos	Cada 125 horas	Manualmente con spray.
23		Lubricar la punta del eje donde se acopla el cilindro de transferencia.	Grasa amarilla celerol 7003	Aplicar una leve capa de grasa para que resbale el cilindro y no se pegue en los cambios de presentación	Cada cambio de presentación .	Aplicar la capa de grasa manualmente.
24		Lubricar cardan del tornillo sin fin.	Jax 114	Aplicar 3 toques de spray en el cardan.	Cada 125 horas	MANUAL
		Inspeccionar banda sincrónica de transmisión del tornillo sin fin				Hacer inspección visual para ver el estado de los dientes y reportar cualquier daño de la banda

Fuente: Elaboración de equipo

5. Inspección Autónoma: Una vez que todos los operadores ya han sido capacitados para realizar la inspección y lubricación del equipo, continúan realizándolo de forma autónoma, planificados por su jefe inmediato, y en el caso de que requieran apoyo de los técnicos de mantenimiento para reforzamiento lo solicitan a mantenimiento. En algunos casos la capacitación en el campo puede ser necesaria realizarla en dos vueltas o más. En el caso de Fuente Pura los operadores deben firmar el formato y entregar a su jefe inmediato.

Ilustración 43-Inspección de anomalías



Nota: Elaboración grupal

En esta etapa también se realiza la inspección General del Equipo con la ayuda del formato denominado Check List de Estado original de la máquina, para realizarlo en el equipo junto a un técnico de mantenimiento. Se busca principalmente desgastes, deformidades, corrosión, daños estructurales, etc. La idea es que el operador sea más polivalente, y tenga un conocimiento pleno de su trabajo y del equipo que opera. En caso de que no exista se debe diseñar por parte de mantenimiento.

El personal operativo de Fuente Pura realizo la inspección general del equipo utilizando este formato con la ayuda de los técnicos de mantenimiento. Esta inspección deberá realizarse cada 1200h, que equivale a seis meses aproximadamente, anotando las observaciones necesarias para que el personal de mantenimiento proceda a realizar los ajustes o reparaciones necesarias, si el caso es muy importante se llama inmediatamente al supervisor de mantenimiento para que observe personalmente el hallazgo.

En esta etapa los operadores ya deben estar haciendo su limpieza, inspección y lubricación del equipo de forma autónoma.

A continuación, se presenta el formato de Check List del estado original de la maquina:

Ilustración 44-Formato de Check List

CCN		INSPECCION GENERAL DE SOPLADORA MIRAGE	
DATOS GENERALES			
Línea:		Máquina:	Fecha:
Hoja No:		Operador:	Aviso No.
Supervisor:			
COMPONENTE		¿QUE REVISAR?	OBSERVACION
Componentes Neumáticos	1	Suministro de aire a la presión indicada 8 Bar	
	2	Filtro de partículas y aceite de compresor (estado)	
	3	Estanqueidad, porosidad, fijación y estado de accesorios	
Parte Inferior de la maquina	1	Estado de leva del embrague	
	2	Estado de las pinzas.	
	3	Verificar Nivel de aceite en el motor reductor de accionamiento de los mandriles del horno.	
	4	Estado de los rodamientos con lubricación permanente, engranajes y poleas del sistema de transmisión	
	5	Verificar visualmente los engranajes si tienen desgastes.	
	6	Juego de la transmisión de las estrellas.	
	7	Verificar alineación de los dedos con respecto a las pinzas	
	8	Apriete de tornillos y guías.	
Parte Superior de la maquina	1	Estado de los rodamientos lineales del paso variable.	
	2	Verificar de válvulas de regulación de aire.	

Tuberías de alimentación	1	Estado de las válvulas	
	2	Estado de depósitos de aire	
	3	Estado de filtros de aire	
	4	Estado de mangueras, conectores	
	5	Estado de soportes y anclaje de tuberías	
Paneles neumáticos	1	Estado de reguladores de presión	
	2	Estado de conectores, acoples y mangueras. Sin fuga	
	3	Estado de tapones de terminales sin uso. Sin Fuga	
Dispositivo de seguridad y mando	1	Suciedad en los elementos de seguridad	
	2	Deterioro de los componentes. Comprobar funcionamiento	
	3	Estado y limpieza de pantalla táctil	
	4	Estado de pulsadores, selectores, hongos, paso a paso	
	5	Estado de revestimientos protectores	
Sensores y foto celdas	1	Estado y funcionamiento correcto de foto celdas y sensores	
	2	Estado de soportes de sensores y foto celdas	
	3	Alineación con reflectores	
	4	Limpieza de reflectores	
Paneles eléctricos	1	Estado de elementos, presencia de humedad y polvo externamente e internamente.	

Transporte y alimentador de preformas	1	Estado de partes mecánicas de tolva de preformas	
	2	Estado de la banda elevadora de preforma	
	3	Estado de motores del motor elevador de preforma	
	4	Estado de los rodillos	
Juegos de Formato	1	Desgaste de piezas de formato (moldes y fondos)	
	2	Estado de Cilindro de bloqueo	
	3	Estado de guías de salida	
Limpieza	1	Puertas protectoras	
	2	Carrusel de la maquina	
	3	Ventilador del transporte neumático y estructura del mismo.	
	4	Parte inferior de la maquina (Piso)	
	5	Oxidación en estructura de la maquina	

Fuente: Elaboración de equipo

También en esta etapa se define si es necesario hacer Check list de inspección de la maquina en operación, o revisar los ya existentes. En sopladora y etiquetadora MIRAGE se diseñó uno para cumplir con esos requerimientos.

6. Organización y Orden: Esta etapa consiste en formalizar y garantizar la ejecución del mantenimiento autónomo, definiendo los responsables y la logística para que el proyecto siga adelante.

En este paso se realizó la capacitación en Análisis de Falla, con el objetivo que los operadores junto a los técnicos de mantenimiento de turno realicen el análisis de las fallas mayores a 60 minutos en línea, de esta forma los operadores lograran conocer a mayor profundidad su equipo, los elementos que fallan y la forma de corregir los problemas, esto debe realizarse en línea, cuando el conocimiento está fresco o reciente. Esto es una capacitación de su equipo “online”.

También se invita a los operadores a que estén muy claros que le pasa a su equipo, durante todas las fallas, sin importar el tiempo de paro, consultar directamente a los técnicos de turno de mantenimiento de cómo resolvieron la falla, y que elemento fallo, para continuar conociendo cada vez más su equipo, y en el futuro realizar diagnósticos más precisos.

Por otro lado, se presenta un panorama general del mantenimiento total que se le realiza a su equipo, indicándoles todas las actividades de mantenimiento que se realizan según el sistema SAP. La idea es que ellos amplíen su visión del mantenimiento, y se les genere un deseo de aprender cada vez mas de su máquina, y participar en la medida de lo posible en la mayoría de los trabajos de mantenimiento. Que tengan “hambre de mantenimiento”. Se invita a sus jefes inmediatos a planificarles el tiempo para que los operadores participen en la mayor parte de los mantenimientos de su máquina. Es importante el compromiso del supervisor en liberar al operador.

En las futuras implementaciones el responsable de operación estará a cargo desde el inicio del proyecto con la ayuda de este manual.

7. Consolidación Mantenimiento Autónomo: Una vez que se heche andar el proyecto de mantenimiento autónomo, La persona que quede como responsable de la ejecución, visitara el área correspondiente, para verificar el llenado correcto de los formatos de limpieza, inspección y lubricación, o la ejecución de OT semanal de SAP, la firma de los responsables, el análisis de las fallas mayores a 60 minutos, para hacer los ajustes necesarios y consolidar el proyecto. También se recomienda hacer entrevista a los operadores del equipo, sobre las últimas fallas en su equipo tomadas de las hojas de paro, para validar si está funcionando el sistema.

En esta etapa final se realiza una presentación general a los operadores del contenido de este manual denominado que es la confirmación del gran papel que toman los operadores en cuidar su máquina, y estar encima de ella para lograr que disminuyan los paros del equipo, fallas de calidad y garantizar el rendimiento de estas.

Ilustración 45-Mantenimiento autónomo

4.5. Cronograma de mantenimiento autónomo:

Tabla 6-Cronograma de mantenimiento autónomo

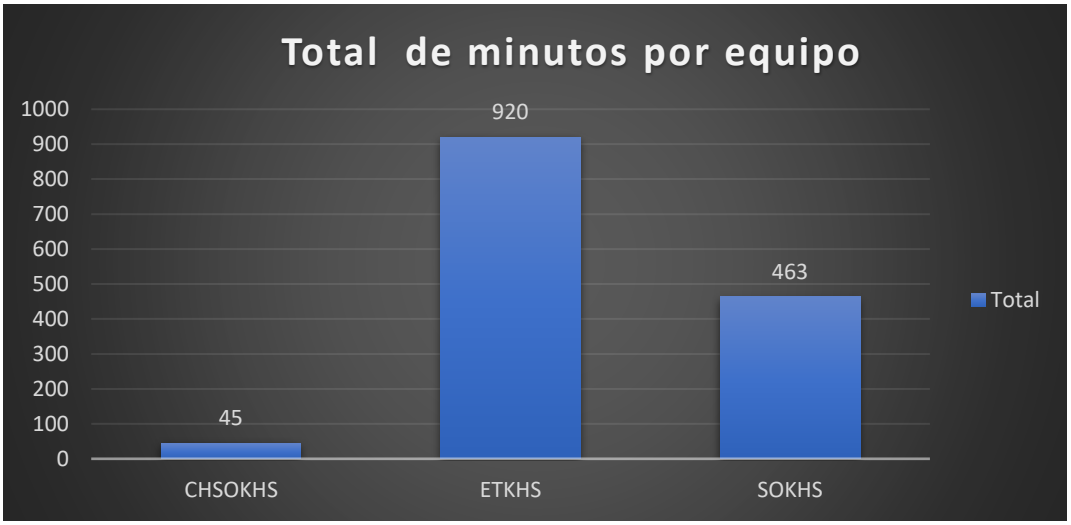
CRONOGRAMA DE TRABAJO MANTENIMIENTO AUTONOMO																												
GERENCIA: PRODUCCIÓN																												
ÁREA: X																												
EQUIPO X																												
ACTIVIDAD	MES	AGOSTO					SEPTIEMBRE					OCTUBRE					NOVIEMBRE			DICIEMBRE					ENERO				RESPONSABLE
	P/R	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	1	2	3	4	Columna1
1. Presentacion Mantenimiento Autonomo.	P																											Supervisor O
	R																											
1. Realizar limpieza profunda del equipo.	P																											Operador
	R																											
2. Determinar las causas de ensuciamiento.	P																											Operador
	R																											
2. Proponer e Implementar ideas para disminuir causas de ensuciamiento.	P																											Operador, Tecnico Mto
	R																											
3. Diseñar o Mejorar el formato de limpieza del equipo.	P																											Supervisor O
	R																											
3. Realizar limpieza semanal del equipo. Crear condiciones para accesar a lugares dificiles de limpiar.	P																											Operador, Tecnico Mto
	R																											
4. Realizar capacitacion teorica de lubricacion y tecnicas de Inspeccion de las partes de la maquina.	P																											Supervisor Instructor
	R																											
4. Diseñar o Mejorar el documento de inspeccion y lubricacion del equipo. Puede ser una orden de trabajo o un formato nuevo.	P																											Supervisor M
	R																											
4. Hacer hoja excel del patron de inspeccion y lubricacion del equipo con fotos como ayuda visual para capacitacion.	P																											Supervisor M
	R																											
4. Realizar capacitacion practica al operador en el campo del mantenimiento mecanico semanal, incluye Inspeccion y Lubricacion.	P																											Tecnico Mto
	R																											
5. Realizar Inspeccion y Lubricacion de forma autonoma, si es necesario se realiza acompañamiento de mantenimiento.	P																											Operador
	R																											
5. Diseñar o Mejorar el formato de Estado Original del Equipo con los tecnicos de mantenimiento.	P																											Tecnico Mto
	R																											
5. Realizar formato de Estado Original del equipo con el tecnico de mantenimiento. Dejar establecida la frecuencia.	P																											Operador, Tecnico Mto
	R																											
6. Elaborar una presentacion de Mantenimiento Total del Equipo.	P																											Supervisor M
	R																											
6. Impartir capacitacion en Analisis de Fallas y Mantenimiento Total del Equipo. Hambre por mantenimiento, hay carne.	P																											Supervisor M y Tecnico de M
	R																											
7. Verificacion en el campo la ejecucion del mantenimiento autonomo con la documentacion correspondiente.	P																											Supervisor O
	R																											
7. Verificacion en el campo el llenado de los formatos de analisis de fallas con los turneros de mantenimiento.	P																											Supervisor O
	R																											
7. Elaboracion de manual de mantenimiento autonomo del equipo.	P																											Supervisor O
	R																											
7. Presentacion del manual con el enfasis "Por la excelencia operativa".	P																											Supervisor O
	R																											
7. Reconocimiento al grupo.	P																											Supervisor O
	R																											

Fuente: Elaboración de equipo

El proyecto se ejecutará en la línea Prix cola en el año 2023-2024. Cabe recalcar que los 2 primeros meses fueron de estudio de fallas más comunes y como solucionarlas, así como ver la destreza del personal a cargo de los equipos. Luego de pasar por todas las etapas del proyecto, el aprendizaje en la práctica, más una capacitación externa de Mantenimiento Autónomo, a continuación, proponemos el cronograma básico de implementación:

4.6. Formulario de reporte de paros

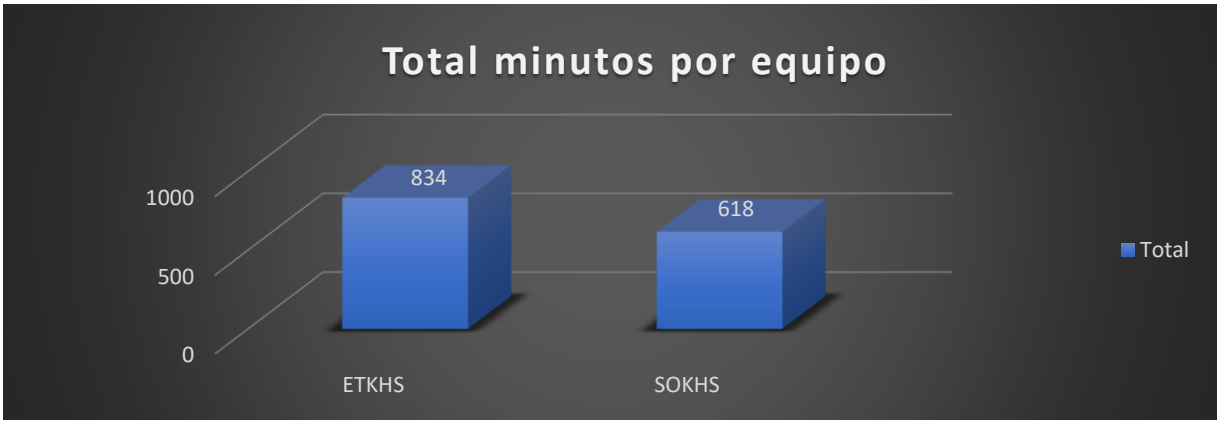
Ilustración 46-Grafico paro del mes de Julio 2023



Fuente: Elaboración grupal

En total en el mes de Julio se acumularon 23.8 horas de paro con un costo total de $1,071.00 dólares por los equipos en estudio, 45 minutos por fallas varias en los COMPRESORES que suministran aire ala SOPLADORA, 15.33 horas por fallas varias en maquina ETIQUETADORA, 7.77 horas se acumularon en maquina SOPLADORA por diferentes fallas.

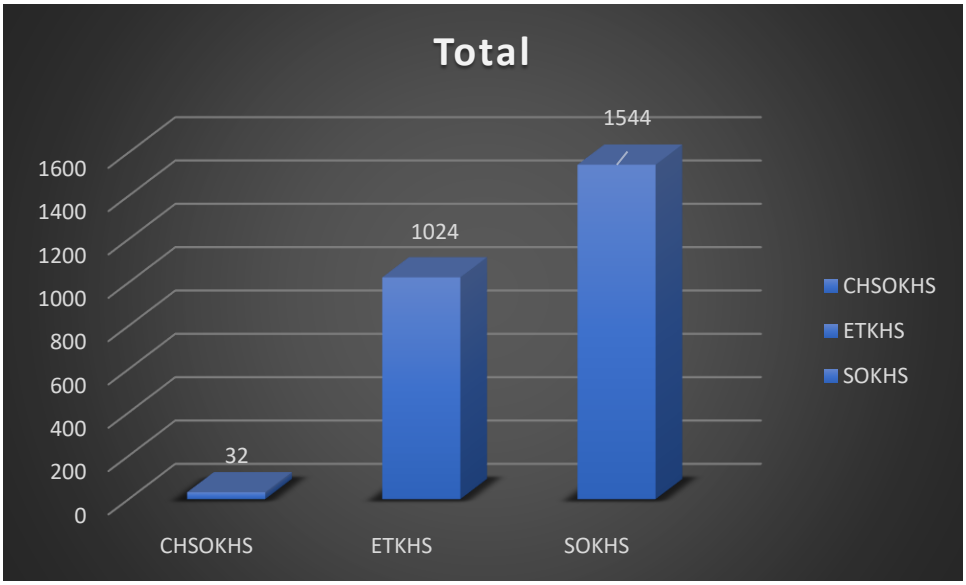
Ilustración 47-Grafico paro del mes de agosto 2023



Fuente: Elaboración grupal

En el mes de AGOSTO se acumularon 24.2 horas con un costo total de $1,089 dólares por los equipos en estudio, en este mes no se presenta fallas en los COMPRESORES que suministran aire, 13.9 horas por fallas varias en maquina ETIQUETADORA, 10.3 horas se acumularon en maquina SOPLADORA por diferentes fallas.

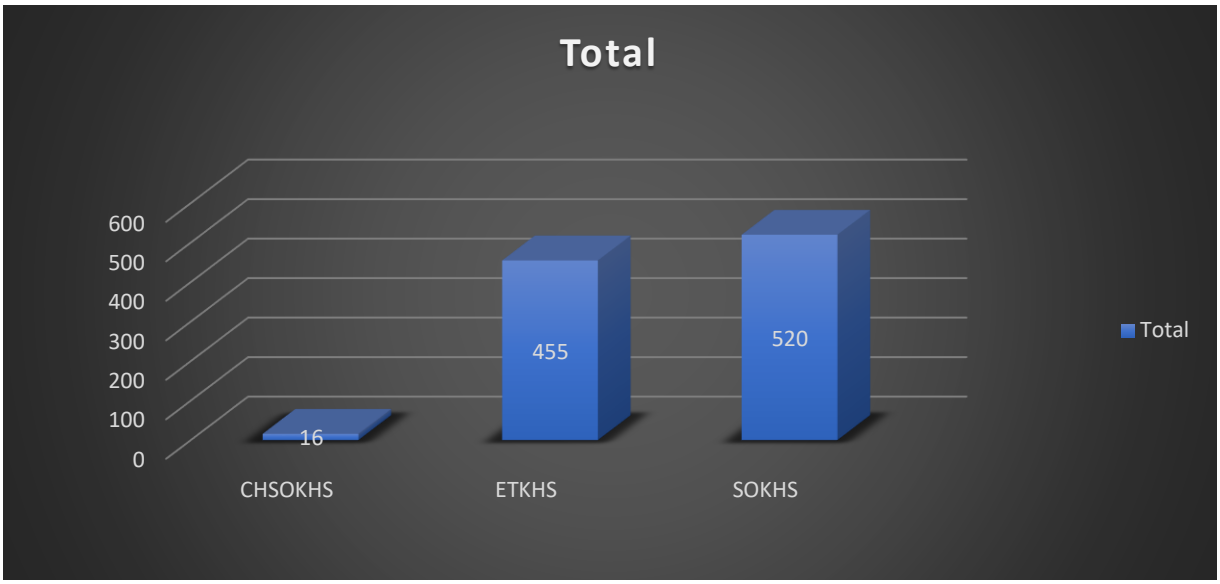
Ilustración 48-Grafico paro del mes de septiembre 2023



Fuente: Elaboración grupal

En el mes de SEPTIEMBRE se acumularon 43.33 horas con un costo total de $1950 dólares por los equipos en estudio en este mes no se presenta fallas en los COMPRESORES que suministran aire ,32 minutos en fallas en chiller ,17.07 horas por fallas varias en maquina ETIQUETADORA, 25.73 horas se acumularon en maquina SOPLADORA por diferentes fallas.

Ilustración 49-Grafico paro del mes de octubre 2023

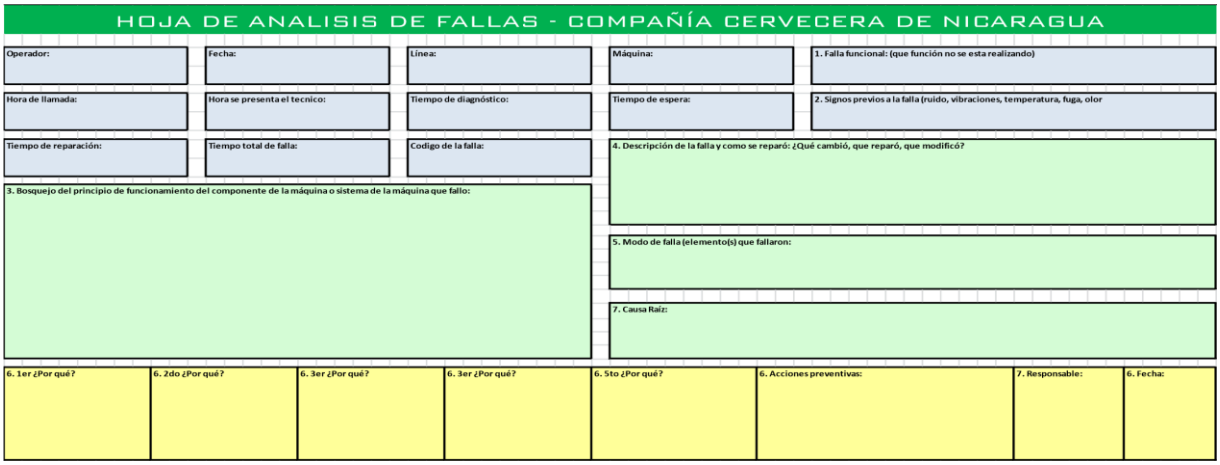


Fuente: Elaboración grupal

En el mes de OCTUBRE se acumularon 16.57 horas con un costo total de $743.25 dólares por los equipos en estudio, en este mes no se presenta fallas en los COMPRESORES que suministran aire ,16 minutos en fallas en chiller ,7.53 horas por fallas varias en maquina ETIQUETADORA, 8.67 horas se acumularon en maquina SOPLADORA por diferente falla.

4.7. Análisis de los 5 por qué

Tabla 7- Hoja de análisis de falla



HOJA DE ANALISIS DE FALLAS - COMPAÑÍA CERVECERA DE NICARAGUA

Operador:	Fecha:	Línea:	Máquina:	1. Falla funcional: (que función no se esta realizando)
Hora de llamada:	Hora se presenta el tecnico:	Tiempo de diagnóstico:	Tiempo de espera:	2. Signos previos a la falla (ruido, vibraciones, temperatura, fuga, olor
Tiempo de reparación:	Tiempo total de falla:	Codigo de la falla:	4. Descripción de la falla y como se reparó: ¿Qué cambió, que reparó, que modificó?	
3. Bosquejo del principio de funcionamiento del componente de la máquina o sistema de la máquina que fallo:			5. Modo de falla (elemento(s) que fallaron:	
			7. Causa Raíz:	

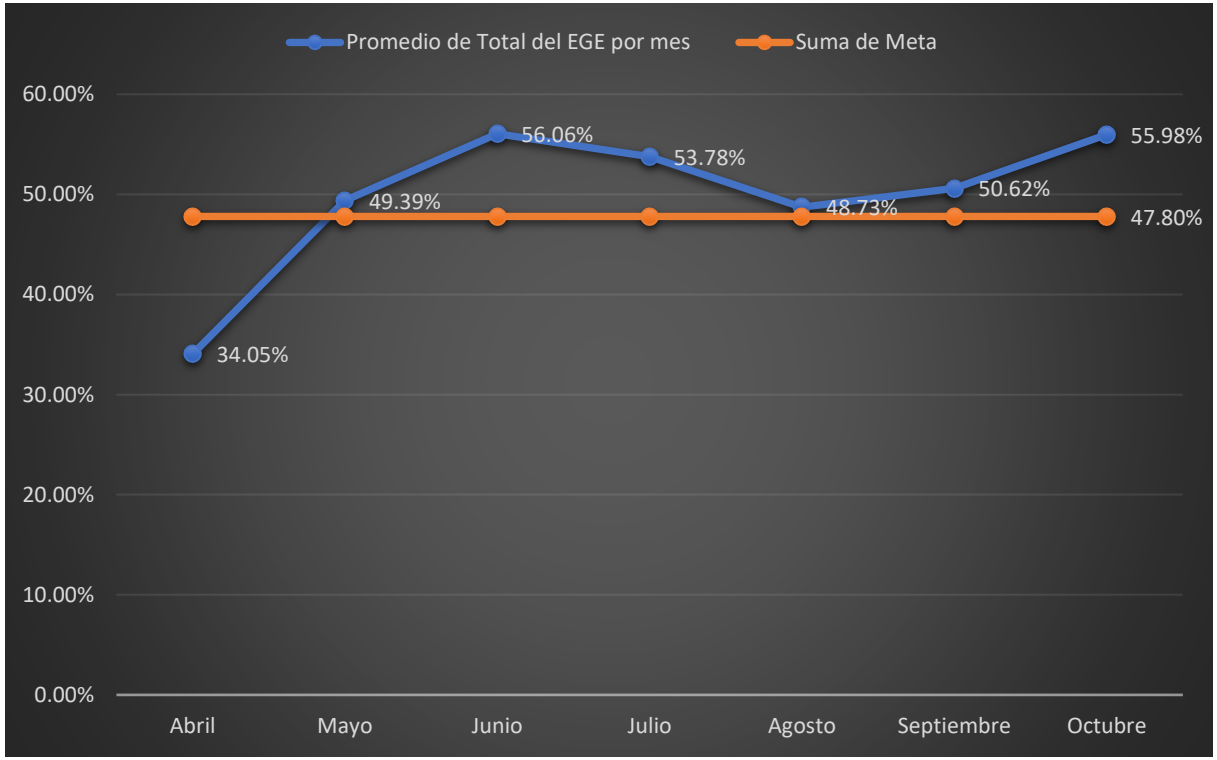
6. 1er ¿Por qué?	6. 2do ¿Por qué?	6. 3er ¿Por qué?	6. 3er ¿Por qué?	6. 5to ¿Por qué?	6. Acciones preventivas:	7. Responsable:	6. Fecha:

Fuente: Elaboración compañía cervecera de Nicaragua.

El análisis de los 5 porque es una herramienta que permite analizar fallas mayores a 30 minutos o fallas acumulativas que generen más de 30 minutos en paro. En el área de envasado bebidas la forma de trabajo es que una vez resuelto el paro los operadores, supervisores y el equipo de mantenimiento se reúnen y analizan la falla sus causas, sus soluciones y como evitar que esto no pase en futuro. Todo esto queda archivado en SAP se crea una (OPL).

4.8. Cuadro comparativo EGE mensual de la línea KHS

MES	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
EGE DE LINEA	34.05%	49.39%	56.06%	53.78%	48.73%	50.62%	55.98%



Fuente: Elaboración de equipo

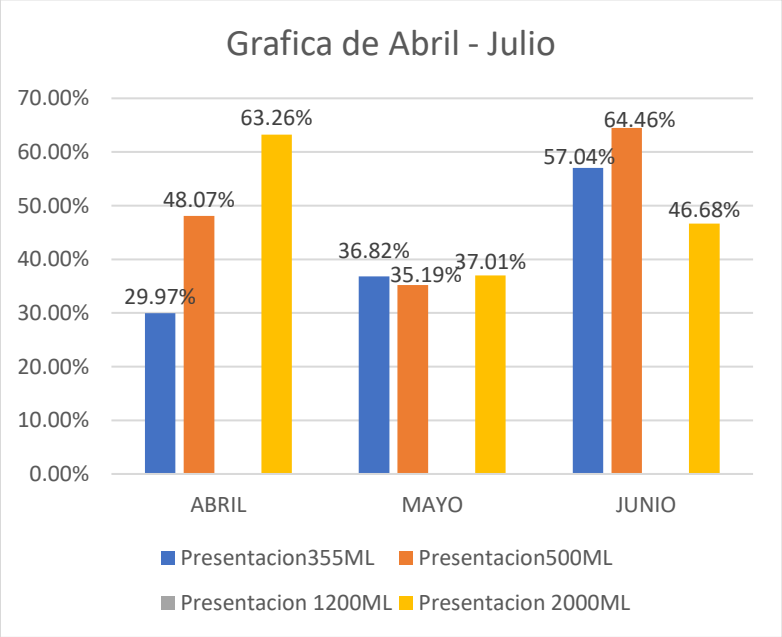
En el siguiente grafico se muestra el comportamiento del EGE desde la puesta en marcha de las maquinas sopladora y etiquetadora en el mes de abril, se inició con un EGE de 34.05% por temas de arranque y de entrenamiento de personal operativo que todos son nuevos y no tienen experiencia en estas máquinas. El proceso se realizó entre el mes de abril y mayo. Posteriormente una vez estabilizado el proceso en ambas maquinas el EGE de la línea se eleva a 50% logrando un aumento del 16%, el único caso en el que se observa un EGE bajo es en el mes de agosto esto debido a que se incorporó la nueva presentación de 1.2 litros y esta se tuvo problemas en el diseño de los materiales los cuales no se hicieron con las medidas adecuadas para que el cilindro de transferencia en maquina etiquetadora trabajara bien. Una vez estabilizada la presentación el EGE logra subir al 55%.

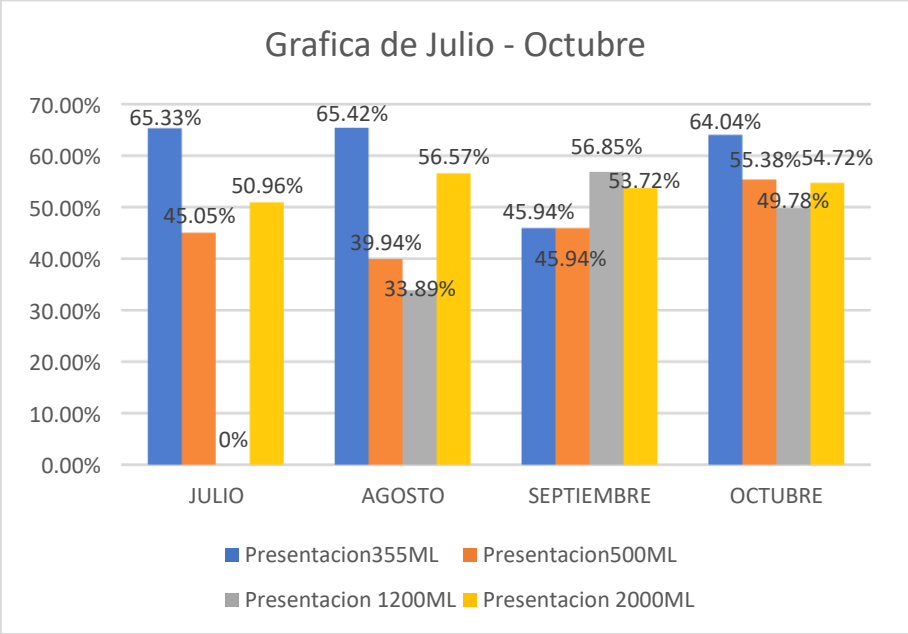
Tabla 8-EGE por presentación mensual

EGE POR PRESENTACION.			
Mes en estudio	ABRIL	MAYO	JUNIO
Presentacion355ML	29.97%	36.82%	57.04%
Presentacion500ML	48.07%	35.19%	64.46%
presentación 1200ML	0%	0%	0%
presentación 2000ML	63.26%	37.01%	46.68%

Tabla 9-EGE por presentación mensual

EGE POR PRESENTACION.				
Mes en estudio	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE
Presentacion355ML	65.33%	65.42%	45.94%	64.04%
Presentacion500ML	45.05%	39.94%	45.94%	55.38%
presentación 1200ML	0%	33.89%	56.85%	49.78%
presentación 2000ML	50.96%	56.57%	53.72%	54.72%





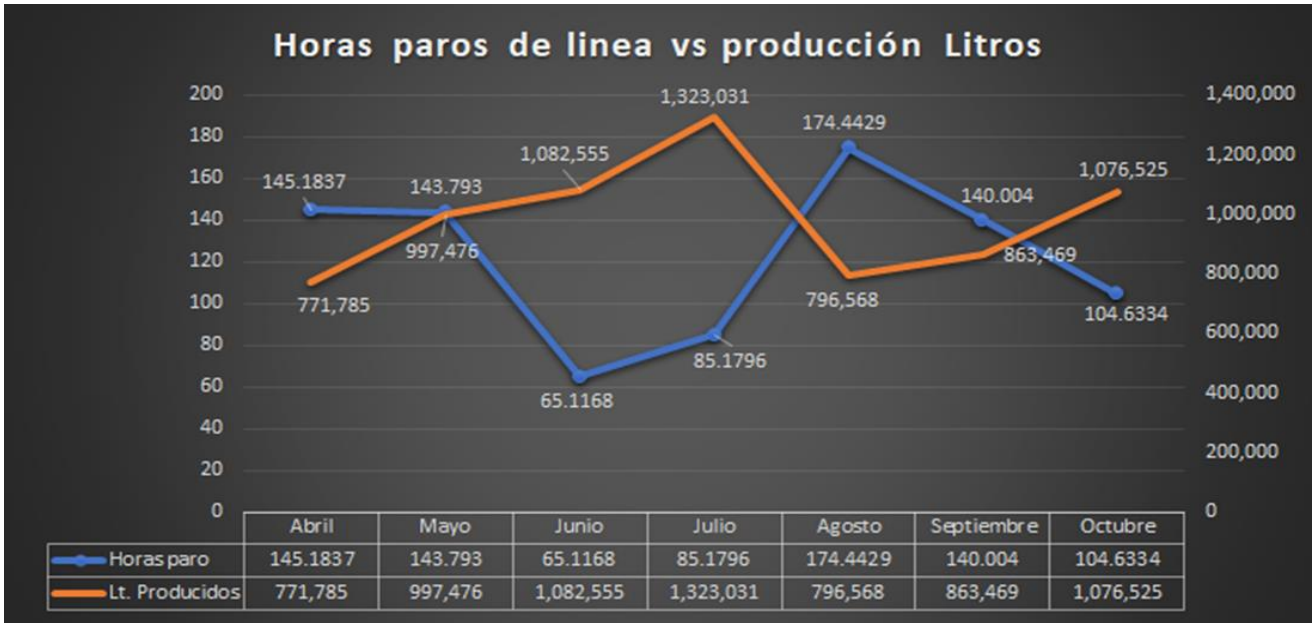
Fuente: Elaboración de equipo

4.8.1 Reporte de horas paros de línea KHS&/litros producidos

Tabla 10-Reporte de horas paros de línea VS Litros producidas

Reporte de horas paros de linea KHS./ Litros producidos.							
meses	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiemb	Octubre
Horas paro	145.1837	143.793	65.1168	85.1796	174.4429	140.004	104.6334
Lt. Producidos	771,785	997,476	1,082,555	1,323,031	796,568	863,469	1,076,525

Ilustración 50-Hora de paros de línea VS litros producidas



Fuente: Elaboración de equipo

En abril, la línea KHS experimentó 145.18 horas de paro y produjo 771,785 litros.

En mayo, las horas de paro disminuyeron a 143.79, pero la producción aumentó significativamente a 997,476 litros.

En junio, las horas de paro se redujeron drásticamente a 65.12, y la producción se mantuvo alta en 1,082,555 litros.

En julio, las horas de paro aumentaron a 85.18, y la producción fue de 1,323,031 litros.

En agosto, las horas de paro alcanzaron su punto máximo en 174.44, y la producción disminuyó a 796,568 litros.

En septiembre, las horas de paro se redujeron a 140.00, y la producción se recuperó a 863,469 litros.

En octubre, las horas de paro fueron de 104.63, y la producción aumentó nuevamente a 1,076,525 litros.

Esta tabla muestra una variabilidad en las horas de paro y la producción a lo largo de los meses. Se puede observar que hay una relación inversa entre las horas de paro y la producción, lo que sugiere que minimizar las interrupciones y optimizar el tiempo de funcionamiento es esencial para aumentar la producción en la línea KHS. Además, los datos podrían ser utilizados para identificar patrones y tomar medidas para mejorar la eficiencia y la productividad de la línea.

4.9. Propuesta de acciones a ejecutar

Se hacen una serie de propuesta que serán de beneficios para lograr el objetivo que se quiere alcanzar, se le pide al área de producción que los operadores tengan su propia caja de herramienta para así poder agilizar los cambios de presentación y así como poder atender fallas menores.

Se le hace ver al departamento de producción que es necesario que se brinden las condiciones necesarias para almacenar las partes de las maquinas como moldes, estrellas, guías, etc. Esto garantizara la preservación de estas.

Se le hace ver al departamento de mantenimiento que es necesario tener un STOCK de repuesto para las maquinas en estudio ya que actualmente no se tiene un STOCK completo lo que genera paros por falta de repuestos o hacen que se alarguen los mismos.

Es de vital importancia que el equipo de mantenimiento este en constante retroalimentación con los operadores, esto garantizará un mejor ambiente laboral.

Se le pide a la gerencia de producción y de calidad que traten de suministrar materia prima de calidad y no forzar ala maquinas a que se adapten a materiales de baja calidad.

En la etapa de implementación se necesita que todo el personal se involucre para así tener una mayor cobertura en los equipos y afianzar los conocimientos.

Se le pide al área de planificación que los cambios de presentación no sean tan repetitivos, que hagan corridas largas para aprovechar mejor los equipos y que se le seda en la planificación un tiempo para el mantenimiento semanal.

CAPÍTULO V.- CONCLUSIONES Y FUTURAS LINEAS DE INVESTIGACIÓN

La investigación realizada en Compañía Cervecera de Nicaragua nos permitió conocer las condiciones actuales de la línea KHS, logrando ejecutar un análisis del funcionamiento de los equipos e identificar las oportunidades de mejora que ayudaran a llevar un mejor control de los tiempos de paros y elevar la producción de la línea como tal. La empresa trabaja con un indicador la Eficiencia general de los equipos para cada línea, que al inicio de la investigación se registró con un valor de 34.07.

El aporte de esta investigación es el cumplimiento de los objetivos planteados, al lograr examinar y procesar la información recolectadas en todo este trabajo se logró desarrollar e implementar en un 50% el plan de mantenimiento autónomo para mejorar la productividad y la disponibilidad de los equipos sopladora y etiquetadora de la línea KHS.

El plan de mantenimiento autónomo que se está implementando consta de 7 etapas principales, de las cuales se lograron implementar y evaluar las 4 primeras etapas. En base al procesamiento de toda la información se desarrolló un cuadro comparativo y varios gráficos donde se logra apreciar los valores del EGE de varios meses, en estos se puede observar un incremento significativo de un 21.98%, cabe mencionar que la producción en esta línea inicio embotellando un promedio 771,785 LT / mes y hasta la fecha se está produciendo 1,076,525 LT / mes. En base a los datos anteriores, se puede afirmar que la producción se ha elevado en un 41.67%.

Los tiempos paros no programados iniciaron con 145.83 horas, luego de la implementación parcial del plan autónomo estas se han reducido en 104 horas, logrando que el personal operativo de los equipos tenga el conocimiento suficiente para reportar las fallas adecuadamente, realizar ajustes y actividades básicas para reducir estos tiempos de paros. Por todo lo antes mencionado podemos determinar la importancia de implementar un plan de mantenimiento autónomo para que los equipos puedan funcionar en óptimas condiciones y tengan una alta disponibilidad.

CAPÍTULO VI. – RECOMENDACIONES

Uno de los problemas al tratar de implementar una estrategia de mantenimiento, que conlleve una vinculación entre personal operativo y el equipo o maquinaria en sí, es la oposición a los cambios. Se debe explicar al personal los beneficios de la implementación de este tipo de estrategias, los cuales pueden ser trabajar en un lugar más limpio y ordenado, un sitio más seguro y con menos riesgos de accidentarse, etc. En base a lo antes mencionado, se recomienda:

Poder finalizar el plan de mantenimiento autónomo propuesto en este trabajo. Dar uso del manual elaborado y seguir con el procedimiento establecido (ajuste, lubricación y limpieza).

Enriquecer la capacitación al personal operativo sobre las funciones a detalles de los equipos.

El departamento de mantenimiento debe definir con claridad qué es lo que necesita y para cuando lo necesita para tener un stock de piezas que le permita resolver las fallas que se presenten en los equipos.

La comunicación entre el personal de operación y mantenimiento debe ser más efectiva para poder asistir las fallas en tiempo y forma.

Las maquinas necesitan varios accesorios que le ayudaran a evitar cuellos de botellas y ser más eficientes.

Se le pide al área de planificación que los cambios de presentación no sean tan seguidos, que se hagan corridas largas para aprovechar mejor los equipos y que se le seda en la planificación un tiempo para el mantenimiento semanal

Se insta a los encargados de procesos a revisar continuamente los procedimientos de operación para encontrar nuevas oportunidades de mejoras.

1. BIBLIOGRAFÍA

Alberti, A. (06 de Mayo de 2020). *¿Qué es la confiabilidad en el mantenimiento?* Obtenido de ¿Qué es la confiabilidad en el mantenimiento?: https://www.alsglobal.com/es/News-and-publications/2022/06/qu-es-la-confiabilidad-en-el-mantenimiento

Álvarez, E. F. (2018). *Digibuo.* Obtenido de Digibuo: digibuo.uniovi.es

Arias et al, A. S. (1 de Enero de 2021). *Implementación de TPM en una industria química.* Obtenido de Implementación de TPM en una industria química: https://rd.udb.edu.sv/server/api/core/bitstreams/5a5f464d-f262-419f-8300-7d9f9441612f/content

Arias, F. G. (Febrero de 2006). *El proyecto de investigación.* Obtenido de El proyecto de investigación: https://issuu.com/fidiasgerardoarias/docs/fidias_g._arias._el_proyecto_de_inv

AULA21 . (2023). *Qué es el Mantenimiento Centrado en la Confiabilidad (RCM)*. Obtenido de https://www.cursosaula21.com/que-es-el-mantenimiento-centrado-en-la-confiabilidad-rcm/

Beltran, A. (Marzo de 2018). *Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión*. Obtenido de Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1607-40412018000100038

Finol y camacho. (29 de Octubre de 2020). *Marco metodológico*. Obtenido de Marco metodológico: https://prezi.com/p/zgoefnfyvsum/marco-metodologico/

Hernández et al, F. B. (2010). *Metología de la investigación*. Obtenido de Metología de la investigación: http://virtual.urbe.edu/tesispub/0105003/cap03.pdf#:~:text=DISE%C3%91O%20DE%20LA%20INVESTIGACI%C3%93N%20El%20dise%C3%B1o%20de%2

0la,para%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20su%20proyecto%20de%20investigaci%C3%B3n.

Herrera et al, H. M. (Junio de 2022). 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. Managua, Nicaragua.

Infraspeak, T. (Septiembre de 2023). *¿Qué es el Mantenimiento Autónomo?* Obtenido de ¿Qué es el Mantenimiento Autónomo?: https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-autonomo-tpm/#:~:text=El%20mantenimiento%20aut%C3%B3nomo%20significa%20que,la%20lubricaci%C3%B3n%20y%20la%20limpieza.

JG Ramírez Flores, R. T. (2021). *Repositorio Académico.* Obtenido de repositorioacademico.upc.edu.pe

Kanban Tool. (2023). *¿Qué es la Eficiencia General de los Equipos (OEE)?* Obtenido de ¿Qué es la Eficiencia General de los Equipos (OEE)?: https://kanbantool.com/es/guia-kanban/eficiencia-general-de-los-equipos

Matas, A. (. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista electrónica de investigación educativa*, 38-47.

Sampieri, R. H. (2014). *Metodologia de la Investigacion.* MEXICO D.F: McGRAW-HILL/ INTERAMERICANA EDITORES, S.A DE C.V.

Sierra, J. S. (Mayo de 2021). *Sobre el Indicador Disponibilidad en Mantenimiento*. Obtenido de Sobre el Indicador Disponibilidad en Mantenimiento: https://es.linkedin.com/pulse/sobre-el-indicador-disponibilidad-en-mantenimiento-sierra-porta

Teonas Bartz et al, J. C. (2014). Revista de calidad en ingeniería de mantenimiento. *Revista de calidad en ingeniería de mantenimiento*, 19.

Torrecilla, J. M. (2006). La entrevista. . *Madrid, España: Universidad Autónoma de Madrid*, 1-20.

Torres et al, D. F. (29 de Enero de 2021). *Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento a partir de la implementación del mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático en una empresa productora de pollos.* Obtenido de Propuesta de mejora en la gestión del mantenimiento a partir de la implementación del mantenimiento autónomo en la línea de desprese automático en una empresa productora de pollos.: file:///D:/Propuesta%20de%20mejora%20en%20la%20gesti%C3%B3n%20del%20mantenimiento%20a%20partir%20de%20la%20implementaci%C3%B3n%20del%20mantenimiento%20aut%C3%B3nomo-convertido%20-%20Jhon%20Padilla.pdf

ANEXOS

Anexo 1-Entrevista #1

Nombre:

Cargo/Posición:

Área/Departamento:

Las siguientes preguntas están enfocadas en las necesidades de la empresa y el puesto de operario de las maquinas sopladora/etiquetadora en estudio, para poder llevar a cabo un plan de mantenimiento autónomo. Además, trata de evaluar tanto las habilidades técnicas del personal.

I. Experiencia y habilidades técnicas:

1. 1.Nivel de estudio
   a) Si
   b) No
   c) Otro: _____

2. ¿Ha tenido alguna experiencia en operación de maquina en el pasado?

   a) Si
   b) No

3. Recibió alguna capacitación o entrenamiento para el puesto

   a) Si
   b) No

4. ¿Está familiarizado con la metodología del mantenimiento autónomo?

   a) Sí, bastante
   b) Algo

c) No, no estoy familiarizado

5. ¿Cuáles son las habilidades técnicas más fuertes que aporta a este puesto?

a) Eléctrica
b) Mecánica
c) Hidráulica
d) Neumática
e) Otros: _____

6. ¿Usted cuenta con cajas de herramientas para el puesto de trabajo?

a) Si
b) No

II. Resolución de problemas y toma de decisiones:

1. ¿Cuánto es el tiempo de mantenimiento en asistir en una falla?

a) 5 a 10 minutos
b) 10 a 20 minutos
c) 20 a mas

2. ¿Has recibido capacitación técnica por parte del personal de mantenimiento?

a) Si
b) No

3. Si has respondido "Sí" en la pregunta anterior, en que lo ha capacitado

a) Eléctrica

b) Mecánica
c) Instrumentación
d) Otro: _____

4. El supervisor gestiona para que la falla sea atendida en menor tiempo

a) Si
b) No

III. Trabajo en equipo y comunicación:

1. El mantenimiento autónomo a menudo implica trabajar en equipo.

a) Si
b) No

2. En el cambio de turno tu compañero reporta todas las incidencias y sus posibles soluciones
   a) Si
   b) No
   c) Parcial

3. Tus compañeros anotan las incidencias de turno en bitácora

a) Si
b) No
c) Parcial

IV. Adaptabilidad y gestión del tiempo:

1. En un entorno de producción, pueden surgir emergencias y cambios de última hora.

¿Cómo maneja situaciones de alta presión y cambios de programación inesperados?

a) Se le comunica al superior
b) Comunicación interna entre operador
c) Comunicación al personal técnico

2. Actualmente la maquina cuenta con todas las condiciones necesarios para operar en óptimas condiciones

a) Si
b) No
c) Parcialmente

V. Preguntas finales:

1. ¿Tiene alguna pregunta o duda que le gustaría compartir con nosotros, para incluirla en la entrevista?

Anexo 2-Entrevista #2

Nombre:

Cargo/Posición:

Área/Departamento:

Las siguientes preguntas están enfocadas en las necesidades de la empresa y el puesto de supervisor de planta bebidas en estudio, para poder llevar a cabo un plan de mantenimiento autónomo.

1. ¿Cuál es el principal objetivo de su área de producción en la línea KHS Prix Cola?

a) Cumplir con los estándares de calidad
b) Maximizar la eficiencia operativa
c) Minimizar los costos de producción
d) Todas las anteriores

2. ¿Con qué frecuencia programan mantenimiento preventivo en la línea de producción?

a) Diariamente
b) Semanalmente
c) Mensualmente
d) Anualmente
e) No se realiza

3. ¿Qué estrategias utilizan para reducir el tiempo de inactividad no planificado en la línea KHS Prix Cola?

a) Mantenimiento preventivo
b) Mantenimiento correctivo
c) Mantenimiento predictivo

d) Mantenimiento productivo total (TPM)
e) Ninguna de las anteriores

4. ¿Cómo gestionan el inventario de repuestos y suministros para el área de producción?

a) A través de un sistema de gestión de inventario
b) Compran repuestos según sea necesario
c) No gestionan el inventario de repuestos
d) No estoy seguro

5. ¿Qué medidas de control de calidad implementan en la producción de la línea KHS Prix Cola?

   a) Inspección final del producto
   b) Control estadístico de procesos
   c) Pruebas de laboratorio regulares
   d) Todas las anteriores

6. ¿Han implementado tecnologías o sistemas automatizados para mejorar la eficiencia en la línea de producción?

   a) Sí
   b) No
   c) En proceso de implementación
   d) No estoy seguro

7. ¿Cómo evalúan el rendimiento del equipo de producción en su área?

   a) Mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs)
   b) No realizan evaluaciones de rendimiento

c) A través de opiniones de los empleados
d) No estoy seguro

Anexo 3-Resultado de Google form operarios

Marca temporal	Nombre	Turno	Puesto que desempeña	1.Nivel de estudio	2. ¿Ha tenido alguna experiencia en operación de maquina en el pasado?	3. Recibió alguna capacitación o entrenamiento para el puesto
9/21/2023 13:58:54	CHRISTIAN ALEXAND	Turno 1 (6:00 am- 2:00pm)	Operador de etiquetadora	Secundaria	Un poco	Sí
9/21/2023 15:23:21	Jasson samuria	Turno 2 (2:00pm- 10:00pm)	Operador de etiquetadora	Secundaria	Si	Poco
9/21/2023 15:34:49	Jeyson Martinez	Turno 2 (2:00pm- 10:00pm)	Operador de Sopladora	Estudiante universario	No	Sí
9/21/2023 22:42:32	Oscar Miranda	Turno 3 (10:00pm -6:00am)	Operador de etiquetadora	Estudiante universario	Un poco	No
9/25/2023 8:30:03	Isaac Reyes	Turno 1 (6:00 am- 2:00pm)	Operador de Sopladora	Técnico Superior	Si	Poco
9/25/2023 9:02:43	José Antonio López H	Turno 1 (6:00 am- 2:00pm)	Operador de Sopladora	Técnico Superior	Un poco	Sí

4. ¿Está familiarizado con la metodología del mantenimiento autónomo?	5. ¿Cuáles son las habilidades técnicas más fuertes que aporta a este puesto?	6. ¿Usted cuenta con cajas de herramientas para el puesto de trabajo?	1. ¿Cuánto es el tiempo de mantenimiento en asistir en una falla?	2. ¿Has recibido capacitación técnica por parte del personal de mantenimiento?
Algo	Mecánica	Sí	5 a 10 minutos	No he recibió capacitación técnica
Sí, bastante	Mecánica	Sí	20 a mas	Mecánica
No, no estoy familiarizado	No tengo	No	10 a 20 minutos	No he recibió capacitación técnica
Sí, bastante	Todas menos hidráulica ya que no se usa	Sí	10 a 20 minutos	No he recibió capacitación técnica
Algo	Electrica, neumática, Mecánica	No	10 a 20 minutos	No he recibió capacitación técnica
Sí, bastante	Mecanica y neumática(Mas que todo en el proceso de soplado y la	Poco	10 a 20 minutos	Mecánica

4.El supervisor gestiona para que la falla sea atendida en menor tiempo	1.En el cambio de turno tu compañero reporta todas las incidencias y sus posibles soluciones	2.Tus compañeros anotan las incidencias de turno en bitáco	1.En un entorno de producción, pueden surgir emergencias y cambios de última hora.¿Cómo maneja situaciones de alta	2.Actualmente la maquina cuenta con todas las condiciones necesarias para operar en óptimas condiciones
Si	Parcial	Si	Comunicación interna entre operador	Poco
Si	Si	Si	Comunicación interna entre operador	Sí
Si	Si	Si	Se le comunica al superior	Sí
No	Si	Parcial	Comunicación interna entre operador	Poco
Si	Parcial	Parcial	Se le comunica al superior	Poco
Si	Si	Si	Se le comunica al superior	Sí

- ¿Tiene alguna pregunta o duda que le gustaría compartir con nosotros, para incluirla en la entrevista?
Incluir sensores para evitar atascamientos con botellas caidas
Mesa acumulacion, mas sensor de botellas caidas
Se necesita un tolva la linea es manual
Me gustaría hubieran capacitaciones para los operadores a nivel técnico enfocados en la máquina a nivel mecánico y eléctrico tomando en cuenta tambien las fuerzas de movimiento que utilice como la neumática para así agilizar la solución de problemas en esos aspectos y minimizar el tiempo de paros por problemas a nivel técnico u operativo
No
No.

Anexo 4-Resultado de Google Form supervisores

Marca temporal	Dirección de correo electrónico	Nombre	Turno	1. ¿Cuál es el principal objetivo de su área de producción en la línea KHS Prix Cola?	2. ¿Con qué frecuencia programan mantenimiento preventivo en la línea de producción?	3. ¿Qué estrategias utilizan para reducir el tiempo de inactividad no planificado en la línea KHS Prix Cola?
9/17/2023 11:22:50	rodrigo.rivas@gmail.com	Rodrigo Rivas	Turno 2 (6:00pm- 6:00am)	Todas las anteriores	Semanalmente	Mantenimiento preventivo
9/22/2023 19:06:13	eddlergarcia4@gmail.com	Eddler Garcia	Turno 2 (6:00pm- 6:00am)	Todas las anteriores	Semanalmente	Mantenimiento correctivo
9/24/2023 19:19:17	rrivasdavila74@gmail.com	Rodrigo Javier Rivas D	Turno 2 (6:00pm- 6:00am)	Todas las anteriores	Mensualmente	Mantenimiento predictivo

4. Existe algún registro de capacitación por parte del personal de mantenimiento sobre la identificación y solución de algunas fallas menores en maquinas	5. ¿Cómo gestionan el inventario de repuestos y suministros para el área de producción?	6. ¿Qué medidas de control de calidad implementan en la producción de la línea KHS Prix Cola?
No	A través de un sistema de gestión de inventario	Todas las anteriores
Si	A través de un sistema de gestión de inventario	Todas las anteriores
No se realiza	A través de un sistema de gestión de inventario	Todas las anteriores

7. ¿Han implementado tecnologías o sistemas automatizados para mejorar la eficiencia en la línea de producción?	8. ¿Cómo evalúan el rendimiento del equipo de producción en su área?
No	Mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs)
En proceso de implementación	Mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs)
Sí	Mediante indicadores clave de rendimiento (KPIs),

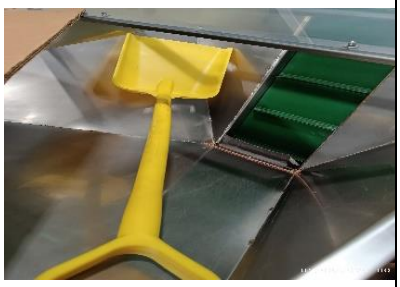
Anexo 5-Resultado de Google Form escala Likert

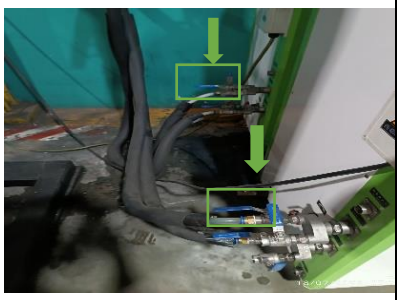
Marca temporal	Nombre	Turno	1.Estado de mantenimiento de la etiquetadora:	2.Disponibilidad de repuestos para la etiquetadora:
9/21/2023 13:51:18	CHRISTIAN ALEXAND	Turno 1 (6:00 am- 2:0(	(Deficiente)	(Aceptable)
9/21/2023 15:08:43	Jasson samuria	Turno 2 (2:00pm- 10:0(	(Deficiente)	(Bueno)
9/21/2023 22:26:50	Oscar Miranda	Turno 3 (10:00pm -6:0(	(Bueno)	(Aceptable)
9/25/2023 8:22:52	Jeyson Martínez	Turno 3 (10:00pm -6:0(	(Aceptable)	(Aceptable)
9/25/2023 8:26:16	Isaac Reyes	Turno 1 (6:00 am- 2:0(	(Deficiente)	(Muy deficiente)
9/25/2023 9:04:28	José Antonio López H(	Turno 1 (6:00 am- 2:0(	(Bueno)	(Bueno)

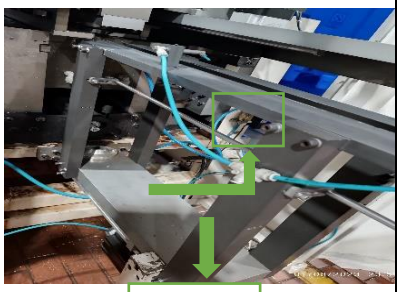
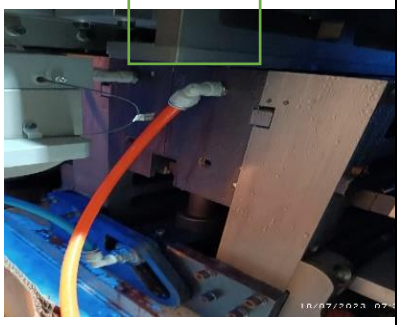
3.Eficiencia operativa de la etiquetadora:	4. Estado de mantenimiento de la sopladora:	5. Disponibilidad de repuestos para la	6. Eficiencia operativa de la sopladora:
(Aceptable)	(Deficiente)	(Aceptable)	(Bueno)
(Aceptable)	(Excelente)	(Aceptable)	(Bueno)
(Excelente)	(Aceptable)	(Aceptable)	(Bueno)
(Bueno)	(Bueno)	(Aceptable)	(Bueno)
(Aceptable)	(Deficiente)	(Muy deficiente)	(Aceptable)
(Bueno)	(Bueno)	(Aceptable)	(Bueno)

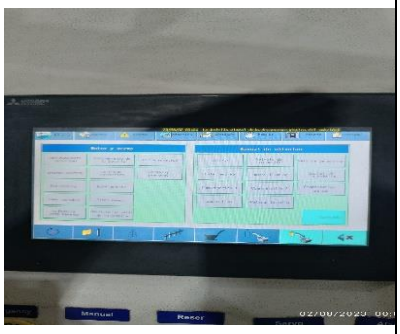
Anexo 6-Formato para cambio de presentación SOPLADORA MIRAGE

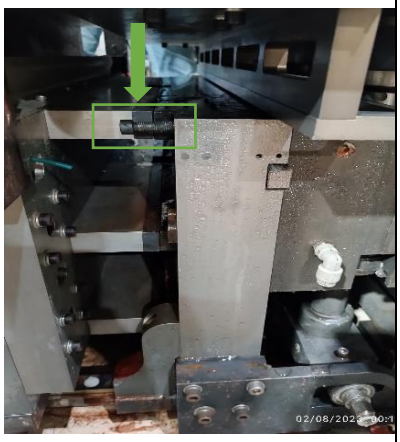
<table>
<tr><td colspan="2" rowspan="3">GRUPO CCN
DE NICARAGUA</td><td colspan="2">Formato para Cambio de presentación en maquina soplado SERIES-FG 3rd Generación.</td><td>Línea KHS.</td></tr>
<tr><td colspan="2">Objetivo: realizar de forma efectiva y segura el cambio de presentación en maquina sopladora.</td><td rowspan="2"> </td></tr>
<tr><td colspan="2">Alcance: personal operativo y técnico de la planta.</td></tr>
<tr><td>RESPONSABLE</td><td>ACTIVIDAD</td><td>REGISTRO</td><td>DESCRIPCION</td><td>AYUDA VISUAL</td></tr>
<tr><td>OPERADOR</td><td>Preparación de herramientas</td><td>Chek list de cambio de presentación.</td><td>Verificar y prepara las herramientas que se utilizaran en el cambio de presentación. (Allen #8,10,5,3,6)</td><td>
</td></tr>
</table>

OPERADOR	Vaciado de tolva.	Chek list de cambio de presentación.	Retirar preformas de llena anterior. Hacer uso de la pala como herramienta de extracción de preforma en la tolva.	
OPERADOR	Apagado de chiller.	Chek list de cambio de presentación.	Poner en posición STOP ambos chiller.	

OPERADOR	Cortar suministro de agua.	Chek list de cambio de presentación.	Cerrar válvulas de salidas de ambos chiller.	
OPERADOR	Apagado de suministro de aire.	Chek list de cambio de presentación.	Poner en modo STOP compresor de baja y de alta.	
OPERADOR	Cortar suministro de aire.	Chek list de cambio de presentación.	Cerrar válvula de alimentación de aire.	

OPERADOR	Desconexión neumática e hidráulica.	Chek list de cambio de presentación.	Desconectar mangueras de aire en guías a la salida de la sopladora y mangueras de refrigeración de los moldes.	 
OPERADOR	Retiro de guías.	Chek list de cambio de presentación.	Desmontar guía propia de maquina y guía fabricada en CCN ubicadas ambas guías a la salida de sopladora.	

OPERADOR	Limpieza interna y externa de equipo.	Chek list de cambio de presentación.	Secar humedad excesiva producida por la desconexión de las mangueras.	
OPERADOR	Extracción de pernería.	Chek list de cambio de presentación.	Aflojar pernos #8 de levas y retirarlas ambas guías de los extremos.	
OPERADOR	Retiro de formato.	Chek list de cambio de presentación.	En pantalla del operador activar ´´servo´´ y ´´ manual´´ funciones manuales de pantalla ´´ ´´cerrar molde´´.	

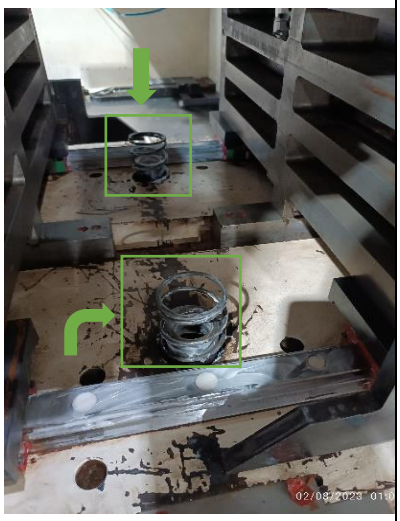
OPERADOR	Ajuste operacional.	Chek list de cambio de presentación.	Aflojar pernos #8 ubicados en la parte trasera del molde.	
OPERADOR	Extracción de pernería.	Chek list de cambio de presentación.	En pantalla del operador activar ´´ servo. ´´ y ´´ manual´´ funciones manuales de pantalla´´ ´´abrir molde´´	
OPERADOR	Ajuste operacional.	Chek list de cambio de presentación.	Colocar o posicionar herramienta para soporte de molde (ajustar a la altura deseada).	

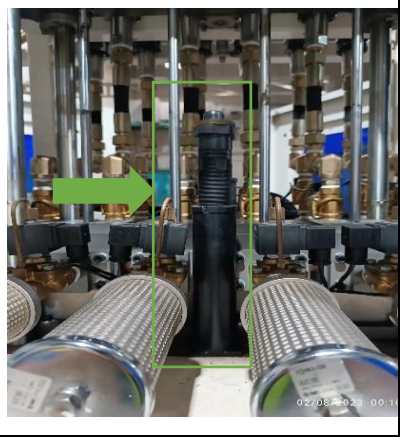
OPERADOR	Uso de herramienta.	Chek list de cambio de presentación.	Aflojar pernos #10 de la parte delantera del molde.	
OPERADOR	Extracción de pernería	Chek list de cambio de presentación.	Posicionar carrito porta molde a la salida de la sopladora. Ponerle altura deseada.	
OPERADOR	Uso de porta formato.	Chek list de cambio de presentación.	Con ayuda del auxiliar retirar moldes. Uno cara a la vez.	

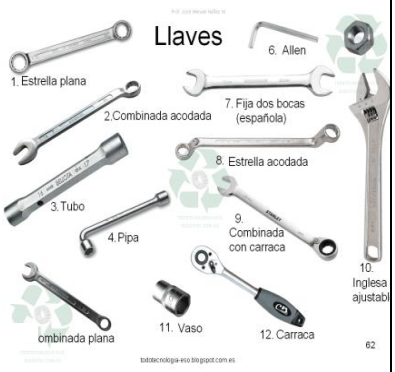
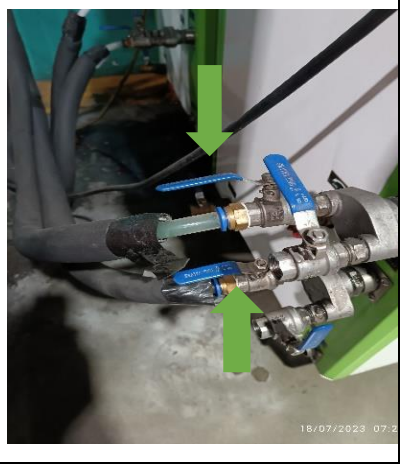
OPERADOR	Extracción de molde.	Chek list de cambio de presentación.	Retirar herramienta de soporte de guía de molde.	
OPERADOR	Sanitización de partes interna.	Chek list de cambio de presentación.	Retirar fondo de molde con cuidado.	
OPERADOR	Montaje de formato.	Chek list de cambio de presentación.	Limpiar partes internas de sopladora secar humedad, resortes.	ANTES

				DESPUES
OPERADOR	Apriete de perno.	Chek list de cambio de presentación.	Poner en posición la herramienta de soporte de guía de moldes.	
OPERADOR	Uso de herramienta.	Chek list de cambio de presentación.	Con ayuda del carrito porta molde trasladar formatos hacia sopladora.	

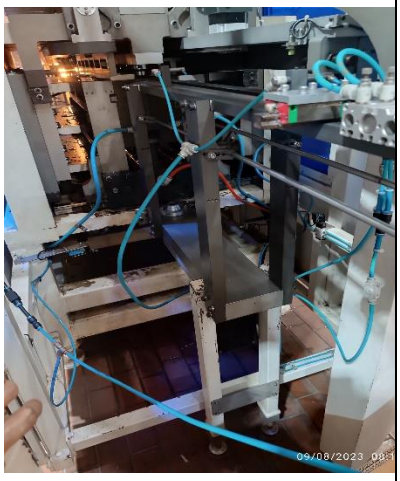
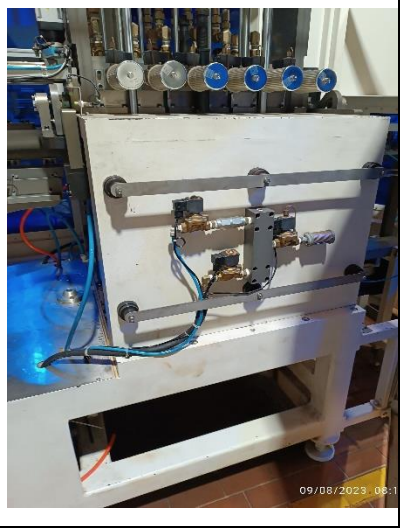
OPERADOR	Ajuste operacional.	Chek list de cambio de presentación.	Apretar los pernos #10.	
OPERADOR	Montaje de formato.	Chek list de cambio de presentación.	Retirar herramienta de porta molde.	
OPERADOR	Montaje de formato.	Chek list de cambio de presentación.	En pantalla del operador activar ´´servo´´ y ´´ manual´´ funciones manuales de pantalla ´´ ´´cerrar molde´´.	

OPERADOR	Ajuste operacional.	Chek list de cambio de presentación.	Poner pernos #8 de parte trasera de molde y apretarlos.	
OPERADOR	Montaje de formato.	Chek list de cambio de presentación.	Colocar resortes de compresión y fondo de molde.	
OPERADOR	Montaje de pernería.	Chek list de cambio de presentación.	Ubicar leva de fondo de molde, colocarles sus pernos #8 y socarlos.	

OPERADOR	Montaje de formato.	Chek list de cambio de presentación.	Montar nuevamente las guías ubicadas a la salida de la sopladora.	
OPERADOR	Conexión neumática e hidráulica.	Chek list de cambio de presentación.	Conectar mangueras de aire en su posición.	
OPERADOR	Cambio de formato.	Chek list de cambio de presentación.	Cambiar Topes de fondo de molde según presentación a trabajar.	

OPERADOR	Verificación de seguridad.	Chek list de cambio de presentación.	Verificar que no queden herramientas u objetos dentro del área de trabajo.	
OPERADOR	Suministro de aire.	Chek list de cambio de presentación.	Abrir válvula principal de aire.	
OPERADOR	Suministro de refrigerante.	Chek list de cambio de presentación.	Abrir válvulas de alimentación y retorno de chiller.	

OPERADOR	Encendido de equipo.	Chek list de cambio de presentación.	Dar posición STAR – COMPRESOR en ambos chiller.	
OPERADOR	Parametrización de equipo	Chek list de cambio de presentación.	Poner set point según presentación a trabajar.	
OPERADOR	Encendido de equipo	Chek list de cambio de presentación.	Dar posición STAR en compresor de alta y de baja presión.	

OPERADOR	Parametrización de equipo	Chek list de cambio de presentación.	Ubicar set point según presentación a trabajar.	
OPERADOR	Verificación de componentes	Chek list de cambio de presentación.	Revisar fugas de aire y de refrigerante en las mangueras conectores, válvulas y los equipos externos como compresor de baja, de alta y de los chiller.	 

Anexo 7-Procedimiento Para Cambio De Formato Maquina: Etiquetadora Mirage

Propósito: Contar con un procedimiento para Estandarizar el montaje de las partes del formato seleccionado, agilizar el aprendizaje y reducir los tiempos de cambio según el formato seleccionado de maquina etiquetadora Mirage.

Alcance: El presente procedimiento aplica para operadores, y personal de apoyo que son los responsables de realizar los cambios de formatos según la producción planificada para esta área de producción.

Documentos relacionados: Manual de la máquina.

Áreas involucradas: Planificación, capacitación interna, calidad, jefes y supervisores de producción bebidas.

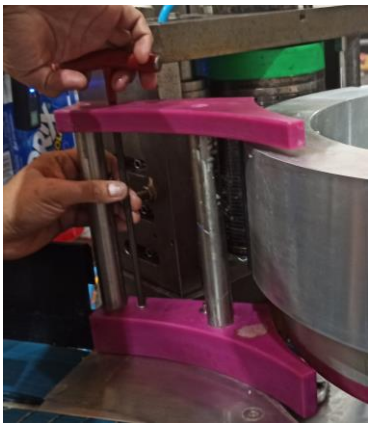
Pasos del cambio de formato de Etiquetadora Mirage

1. Cambio de bobina de presentación siguiente, Desenroscar manivela y plato de sujeción de la bobina; proceder a cambiar; instalar palto y apretar manivela manualmente.

2. Desmontar estrellas de entrada y salida, aflojar los 4 pernos que fijan al centro de la estrella con llave Allen 6 mm y el perno del centro con llave Allen 8 mm.

3. Retirar el conjunto del cepillo, aflojando los tornillos de sujeción con una llave Allen 5 mm o llave mixta 13 mm.

4. Desmontar guía de entrada y salida, utilizar llave Allen de 6 mm.



5. Desmontar cilindro de transferencia, aflojar tornillo de 10 mm con llave Allen 8 mm, y tornillos de 8 mm con llave Allen 6 mm. Para instalar el cilindro de otra presentación hacer coincidir el cuñero que trae el cilindro con la cuña que esta insertada en el eje. Y posteriormente instalar arandela superior y apretar el tornillo del centro manualmente con la llave Allen 8 mm.

6. Desmontar tornillo sin fin si es necesario. Utilizar llave Allen 6 mm para quitar el perno que lo sujeta en un extremo, una vez quitado este perno solo jalar el tornillo axialmente para que desacople de su caja de transmisión.

7. Realizar limpieza de pegamento y suciedades en piso donde va el depósito del pegamento.

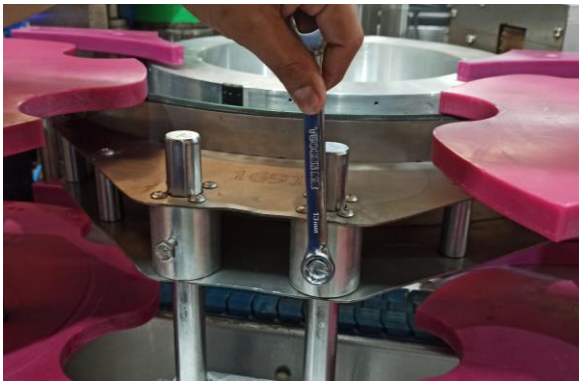
con papel hilaza, alcohol y desengrasante unisolv si es necesario.

8. Instalar cilindro de transferencia. Seguir el procedimiento del paso 5.

Observar: Que el cilindro de trasferencia debe quedar tocando al ras el cilindro de pega para garantizar que cache bien la etiqueta y haya un buen pegado de esta al envase. (máxima separación 0.3 mm)

9. Instalar guías de entrada y salida.

10. Instalar el conjunto del cepillo. Para garantizar una buena instalación del cepillo; este debe quedar con la misma separación a la entrada y a la salida del recorrido que hace el envase por todo el cuerpo del cepillo.



11. Instalar estrella de entrada y salida.

12. Instalar tornillo sin fin si es necesario.

13. Ajustar la transferencia de entrada (estrella de entrada, cilindro de transferencia); se debe garantizar una separación como máximo de 2 mm entre el cuerpo del envase y la pared de la baranda.

14. Ajustar la transferencia del tornillo sin fin con estrella de entrada

15. Ajustar transferencia de estrella de salida

16. Hacer correr la transferencia de etiqueta y poner a la altura deseada. (verificar que quede bien centrada con el cilindro de transferencia y calibrar que quede 2 mm hacia adelante y atrás.

17. Hacer pruebas con el envase.