

Metodología de mejoramiento operacional basado en el mantenimiento autónomo para incrementar la eficiencia operativa en líneas de producción en plantas de manufactura

Geovanny Bastidas Rojas

Asesor

Ingeniero Guillermo Alberto Fonseca

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela De Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería Industrial

Ingeniería Industrial

2024

Agradecimientos

Quiero iniciar este fragmento de agradecimientos a todos aquellos que hicieron posible el desarrollo de este trabajo y en especial a las compañías que dieron el abal para poder tomar informaciones que me ayudaran a consolidar una buena investigación, UNILEVER ANDINA S.A y COLOMBINA S.A, durante las horas laboradas con ellos, recibí todo el apoyo técnico que me oriento a validar los criterios y ejecuciones de la implementación de autónomo en sus plantas.

Un enorme agradecimiento a mi familia por siempre creer en mí y en mis condiciones y mi esfuerzo por poder consolidar esta investigación.

No puedo pasar por alto agradecer a todos los líderes que confiaron en mí, que me dieron ese respaldo y esa directriz clara para conseguir el resultado de lo que quería interpretar con cada uno de los temas asociados a la investigación; gracias, señores Fabio Nañez, Alexander Jojoa y

Cristhian Ramirez.

Resumen

El TPM es una filosofía de mantenimiento que genera responsabilidad para el cuidado y mantenimiento de los equipos de trabajo de una empresa, pretende eliminar por completo todo tipo de averías, fallas, defectos y minimizar accidentes. El Mantenimiento Productivo Total (TPM) es un sistema para mantener la integridad de los activos en las organizaciones. En vez de dejar que solo el equipo de mantenimiento se preocupe por el cuidado y bienestar de los activos, el TPM involucra a todos los empleados de la organización para prevenir cualquier tipo de falla o avería, El objetivo principal es incrementar la productividad de sus activos. Para lograrlo lo hace a través de reducir tiempos muerto, incrementar la productividad de todos tus equipos de producción, además busca la eliminación de cualquier pérdida, por fallas inesperadas, por ajustes, disminución de velocidad y pequeñas paradas, por pérdidas de calidad y aumento en los sobrecostos.

Palabras Claves: metodología, mantenimiento autónomo, tpm, seguridad, eficiencia operacional, calidad y mejora continua.

Abstract

TPM is a maintenance philosophy that generates responsibility for the care and maintenance of a company's work equipment; it aims to completely eliminate all types of breakdowns, failures, defects and minimize accidents. Total Productive Maintenance (TPM) is a system for maintaining the integrity of assets in organizations. Instead of letting only the maintenance team worry about the care and well-being of the assets, TPM involves all employees of the organization to prevent any type of failure or breakdown. The main objective is to increase the productivity of its assets. To achieve this, it does so by reducing downtime, increasing the productivity of all your production equipment, and also seeks to eliminate any loss, due to unexpected failures, adjustments, decreases in speed and small stops, due to loss of quality and increase in production. the cost overruns.

Keywords: methodology, autonomous maintenance, tpm, safety, operational efficiency, quality and continuous improvement.

Lista de Figuras

| | |
|---|-------------------------------|
| Figura 1 Situación actual matriz de priorización..... | 42 |
| Figura 2 Master plan implementación ma (paso 0, 1 y 2)..... | 42 |
| Figura 3 Estrategia de preparación ma | ¡Error! Marcador no definido. |
| Figura 4 Implementación..... | 44 |
| Figura 5 Resultados de la primera fase | 45 |
| Figura 6 Maquina x con una eficiencia operacional de 53% promedio..... | 45 |
| Figura 7 Analisis del problema | 46 |
| Figura 8 Aplicación de metodología para evaluar la pérdida de productividad línea volpak..... | 46 |
| Figura 9 Plan de entrenamiento. | 48 |
| Figura 10 Resultado de la matriz de habilidades | 48 |
| Figura 11 Capacitaciones para aumentar el conocimiento de los equipos y ser más eficientes | 49 |
| Figura 12 Equipo de mantenimiento autónomo | 49 |
| Figura 13 Proceso de formación y capacitación | 50 |
| Figura 14 Tablero de gestión autónoma | 50 |
| Figura 15 Cambio de variedad: abril y mayo | 51 |
| Figura 16 Cambio de variedad: abril, mayo y junio | 52 |
| Figura 17 Estratificación de tarjetas colpak6..... | 53 |
| Figura 18 Pérdida de programación volpak 4 | 54 |
| Figura 19 Pérdidas por paro de actividad | 54 |
| Figura 20 Paradas no programadas (automáticas)..... | 55 |
| Figura 21 Pérdida de volpak 6 | 55 |
| Figura 22 Averías por mes..... | 56 |
| Figura 23 Aplicación de tarjetas..... | 56 |
| Figura 24 Averías por mes aplicación de mantenimiento autónomo | 57 |

| | |
|--|----|
| Figura 25 <i>Crecimiento de la eficiencia operacional en los 3 primeros</i> | 58 |
| figura 26 <i>grafica de disminucion de tiempos muertos (paradas), aumento de dispobibilidad de la</i> <i>linea</i> | 58 |
| Figura 27 <i>Variaciones usos laminados</i> | 59 |

Lista de Tablas

| | |
|--|----|
| Tabla 1 <i>Cronograma de actividades de investigación en la implementación de autónomo...</i> | 41 |
|--|----|

Lista de Apéndice

| | |
|---|-----------|
| Apéndice A <i>Registro Fotográfico de la Investigación</i> | 68 |
|---|-----------|

Introducción

El objetivo de conocer la metodología de mantenimiento autónomo como uno de los pilares del TPM que es una herramienta que se utiliza para la mejora continua en los procesos de producción, es lograr captar en los lectores una atracción y una pasión por encontrar una forma de mejorar los resultados de las compañías con una muy buena implementación en el área de producción directamente con sus operadores ya que es una de las técnicas más utilizadas a nivel mundial para mejorar procedimientos y ejecuciones operativas con el único fin de ser muy productivos y competitivos a nivel de la Calidad, la seguridad y la productividad, involucrando casi que a todas las áreas básicas de una compañía en especial la de gestión del talento humano, buscando como objetivo eliminar pérdidas, generar beneficios y optimizar todos los recursos para conseguir un buen costo en sus productos y un buen posicionamiento en el mercado y confiabilidad en los clientes.

¿Sabías que la implementación de mantenimiento autónomo en plantas de manufactura especialmente, han generado un crecimiento de productividad? ¿Sabías que mediante esta metodología las empresas han generado confiabilidad en los inversores?, esta metodología ha traído grandes beneficios para los operarios y garantías en las entregas de los productos a los clientes, ha logrado bajar los índices de accidentalidad en las empresas y los aportes para la eficiencia operacional son mucho más eficientes.

Durante el desarrollo de este proyecto vamos a encontrar los objetivos principales que se marcan en autónomo como un no negociable y una creación de cultura y sentido de pertenencia que se va tomando por parte de los operarios que son los que se encargan y garantizan por que se cumplan todos los procedimientos y estándares para la ejecución de un producto

Planteamiento del Problema de Investigación

Identificación del Problema de Investigación

La implementación del TPM y el mantenimiento autónomo orientado a la mejora de la eficiencia operativa y la competitividad de la organización implica un imperativo para la gestión de las potenciales estrategias, donde los equipos de mejoramiento continua podrán proponer y ejecutar las metodologías propicias para eliminar grandes pérdidas basados en la información que suministre el equipo de mantenimiento autónomo; abordar estos problemas que se identifiquen nos ayudaran a utilizar las herramientas adecuadas acorde a lo que la implementación proponga.

La investigación en este campo proporcionará una comprensión más profunda de los beneficios potenciales de estas prácticas y ayudará a identificar estrategias efectivas para su implementación.

Ante las principales afectaciones que tienen las empresas en sus indicadores de eficiencia operativa, de calidad, y de seguridad, algunos con riesgos muy altos de no poder cumplir la meta, se generan preocupaciones en los altos mandos de las organizaciones sobre lo que está ocurriendo en la operación principalmente, la falta de entrenamiento del personal operativo, el desconocimiento de las pérdidas que más afectan los equipos, el no entender cuáles son los objetivos a lograr en términos de cumplimientos y eficiencia operacional llevan a que la matriz de habilidad operativa sea muy deficiente y que nos exponga que pueden seguir presentando estas bajas de desempeño si no se corrige con una puesta a punto de las condiciones básicas de la operación de los equipos por parte del personal, no tener claro que puede afectar la calidad del producto en algunos de los sistemas críticos de las maquinas generan desperdicios y no conformes en un producto final, adicional si no se trabaja en la operación con la percepción del

riesgo de seguridad se seguirán presentando incidentes que puedan llevar a un accidente de seguridad. Es por ello por lo que surge la necesidad de poder aplicar el pilar de mantenimiento autónomo para reducir pérdidas y optimizar la eficiencia operativa. La falta de un programa de mantenimiento proactivo puede conducir a tiempos de inactividad no planificados, aumentando los costos asociados a la producción y afectando el desempeño de la productividad. Al implementar el mantenimiento autónomo, se empodera a los operarios para realizar tareas de mantenimiento básicas, identificar problemas antes de que se agraven y contribuir a la prevención de fallas. Esto no solo minimiza las pérdidas económicas, sino que también promueve una cultura de cuidado y responsabilidad en el entorno laboral. (Toyo, 2023).

Descripción del Problema

El aspecto fundamental para la implementación de mantenimiento autónomo de muchas empresas que trabajan actualmente con metodologías de mejora continua en especial la del TPM es poder llevar la parte operativa a identificar anomalías a tiempo que eviten daños importantes en los equipos y desviaciones en calidad y seguridad que afectan los indicadores y los costos de las organizaciones; es lograr estandarizar los procedimientos y procesos desde lo operacional hasta lo administrativo. (Becciu, 2023). La eficiencia operativa se refiere a la optimización de los procesos y recursos empresariales con el fin de reducir los costos de explotación manteniendo o mejorando la productividad. En la economía global actual, las empresas, desde las manufactureras hasta las de transporte, se enfrentan a una presión cada vez mayor de los stakeholders para lograr una mayor eficiencia operativa. De hecho, lograr la eficiencia operativa puede ser crítico en los mercados competitivos, ya que permite a las empresas ofrecer productos y servicios de alta calidad a precios más bajos, manteniendo o aumentando la rentabilidad. En una encuesta mundial realizada a directores ejecutivos, el 77 % afirmó que trataría de lograr

la eficiencia operativa para impulsar el crecimiento de los ingresos totales. (Alice Gomstyn, 2024) La eficiencia operativa es crucial para el éxito y la competitividad de cualquier organización en el mercado actual. Sin embargo, muchas empresas enfrentan desafíos significativos debido a la ausencia de prácticas de mantenimiento efectivas, como mantenimiento productivo total (TPM) y su pilar de Mantenimiento Autónomo. Esta ausencia puede manifestarse en una serie de problemas que afectan la productividad, la calidad del producto y la rentabilidad de la empresa. La falta de implementación de TPM y Mantenimiento Autónomo en una organización puede conducir a una serie de problemas, entre los cuales se destacan:

Altos Costos de Mantenimiento: La ausencia de un enfoque sistemático de mantenimiento preventivo y predictivo puede resultar en costos excesivos asociados con reparaciones no planificadas, tiempos de inactividad prolongados y reemplazo prematuro de equipos. (Riquelme, 2017).

Baja Disponibilidad de Equipos: La falta de mantenimiento adecuado puede causar una disminución en la disponibilidad de equipos para la producción, lo que resulta en retrasos en la entrega de productos y pérdida de clientes.

Calidad del Producto Deficiente: La falta de inspecciones regulares y mantenimiento de equipos puede llevar a un aumento en los defectos del producto, lo que afecta la reputación de la empresa y genera costos adicionales asociados con devoluciones y reclamaciones de garantía.

Riesgos para la Seguridad Laboral: La falta de mantenimiento preventivo puede aumentar los riesgos de accidentes y lesiones en el lugar de trabajo debido a fallas inesperadas de equipos.

Cultura Organizacional Inadecuada: La ausencia de TPM y Mantenimiento Autónomo puede indicar una falta de enfoque en la mejora continua y la responsabilidad compartida dentro de la organización, lo que dificulta el desarrollo de una cultura de excelencia operativa.

Formulación del Problema

¿Cómo incide el pilar de mantenimiento autónomo en el crecimiento rápido de la eficiencia operativa global de las empresas?

¿Se puede incrementar la eficiencia operacional de los equipos con la implementación de Mantenimiento Autónomo? ¿Se puede eliminar los tiempos de pequeñas paradas o ajustes operativos con Mantenimiento autónomo?

¿Aportará más volumen y tendrá más disponibilidad para un incremento de producción?

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema metodológico del pilar de mantenimiento autónomo que permita a los operadores realizar tareas de mantenimiento básicas de manera efectiva y eficiente, con el fin de reducir el tiempo de inactividad, mejorar la disponibilidad de los equipos y aumentar la productividad de las empresas.

Objetivos Específicos

Reducir tiempos de inactividad de los equipos o máquinas de producción

Aumentar la disponibilidad de los equipos

Optimizar la eficiencia de los equipos

Justificación

La implementación de Mantenimiento productivo total (TPM) y su pilar de Mantenimiento Autónomo se justifica por una serie de razones fundamentales que impactan directamente en la eficiencia operativa, la calidad del producto, la seguridad laboral y la rentabilidad de una organización. A continuación, se detallan algunas de estas justificaciones:

Mejora de la Eficiencia Operativa: El TPM, y específicamente el Mantenimiento Autónomo, se centra en la participación de los operarios en la conservación y el mantenimiento de los equipos. Esto significa que los trabajadores están más familiarizados con los equipos que operan y son capaces de identificar y resolver problemas menores antes de que se conviertan en fallas mayores. Esta reducción en los tiempos de inactividad no planificados conduce a una mejora significativa en la eficiencia operativa.

Aumento de la Disponibilidad de Equipos: Al empoderar a los trabajadores para que realicen tareas de mantenimiento preventivo y correctivo de manera autónoma, se reduce la dependencia de los departamentos de mantenimiento centralizados. Esto significa que los problemas pueden abordarse de manera más rápida y eficiente, lo que se traduce en una mayor disponibilidad de equipos para la producción. (Kaizenlab, 2023)

Reducción de Costos de Mantenimiento: Al integrar el mantenimiento preventivo en las actividades diarias de los operarios, se pueden identificar y resolver problemas antes de que se conviertan en costosas averías. Esto disminuye la necesidad de reparaciones mayores y costosas, así como de tiempo de inactividad prolongado, lo que a su vez reduce los costos asociados con el mantenimiento.

Mejora en la Calidad del Producto: La implementación del Mantenimiento Autónomo implica inspecciones regulares y mantenimiento de equipos por parte de los operarios. Esto

puede ayudar a prevenir fallas que podrían afectar la calidad del producto final, asegurando que los equipos estén en condiciones óptimas para producir productos que cumplan con los estándares de calidad requeridos.

Incremento de la Seguridad Laboral: Al fomentar la participación de los trabajadores en el mantenimiento de los equipos, se promueve una cultura de seguridad en el lugar de trabajo. Los trabajadores se vuelven más conscientes de los riesgos potenciales asociados con los equipos y aprenden a identificar y abordar de manera proactiva situaciones que podrían representar peligros para su seguridad y la de sus compañeros.

Cambio Cultural hacia la Excelencia Operativa: La implementación exitosa de TPM y Mantenimiento Autónomo requiere un cambio cultural en la organización, donde todos los niveles de la empresa estén comprometidos con la mejora continua y la excelencia operativa. Este enfoque no solo beneficia a la empresa en términos de eficiencia y rentabilidad, sino que también puede mejorar la moral de los empleados al hacerlos sentir valorados y empoderados en sus roles.

En resumen, la implementación de TPM y su pilar de Mantenimiento Autónomo ofrece una serie de beneficios tangibles que van desde la mejora de la eficiencia operativa y la calidad del producto hasta la reducción de costos y la promoción de la seguridad laboral. Estas razones justifican ampliamente la adopción de estas prácticas en cualquier organización que busque mejorar su desempeño operativo y competitividad en el mercado. (infraspakhelper, 2023)

En los procesos industriales no se puede colocar a cualquier persona por cumplir un ítem o por solo llevar a que logre operar una maquina sea como sea; se debe garantizar que cumpla con lo mínimo requerido en horas de entrenamiento para que entienda como se deben ejecutar las actividades respetando los estándares de operación y si no los hay que aporte con su experiencia

a la creación de ellos así sea provisionalmente. Las compañías de hoy en día deben estar actualizándose constantemente y por ende creando y optimizando sus recursos; estas actualizaciones deben quedar plasmadas en los ESTANDARES DE OPERACIÓN y se debe garantizar por todos los involucrados que se cumplan, es una forma de seguimiento que ayuda a que se haga cada actividad igual por todos los operarios en el momento que esté estipulado para cumplir. El Mantenimiento Autónomo se basa en la idea de que aquellos que trabajan más cercanos a los equipos son los más capacitados para identificar problemas y llevar a cabo tareas de mantenimiento preventivo. Los resultados obtenidos de las empresas que hicieron implementaciones de este pilar demuestran una mejora significativa en la eficiencia operativa, con reducción de tiempos de paro, disminución de costos asociados a averías y una mayor participación e involucramiento del personal en la gestión del mantenimiento. Este trabajo contribuye al conocimiento práctico y teórico en el campo del mantenimiento industrial, destacando la importancia de la autonomía en la gestión de activos para alcanzar niveles óptimos de eficiencia y competitividad en la producción. (Kaizen, 2022)

Marco de Referencia

Antecedentes de la Investigación

El mantenimiento autónomo es una estrategia que se originó en Japón como parte del sistema de producción Toyota. Se basa en la idea de que los operarios son los más indicados para cuidar y mantener sus propias máquinas y equipos. El objetivo es empoderar a los trabajadores para que sean responsables de la limpieza, inspección y pequeñas reparaciones de sus equipos, lo que ayuda a prevenir averías y mejorar la eficiencia de la producción. Esta filosofía ha demostrado ser efectiva en la reducción de costos de mantenimiento y en la mejora de la productividad en muchas empresas alrededor del mundo. (Medina, 2022)

Varias empresas han implementado con éxito el mantenimiento autónomo en sus operaciones. Un ejemplo destacado es Toyota, pionera en la aplicación de esta estrategia como parte de su sistema de producción. Otras empresas como Nissan, Honda y Komatsu también han adoptado el mantenimiento autónomo con resultados positivos en términos de reducción de costos de mantenimiento, aumento de la eficiencia operativa y mejora en la calidad de los productos. Estos antecedentes demuestran que el mantenimiento autónomo puede ser una herramienta poderosa para optimizar la gestión de activos y mejorar la competitividad de las empresas. (amorelli, 2019)

Marco Teórico

Marco Conceptual y Teórico

Marco conceptual y teórico de la implementación de mantenimiento productivo total (TPM) y su pilar de Mantenimiento Autónomo se basa en una serie de principios y enfoques fundamentales que guían el proceso de mejora continua en la gestión del mantenimiento y la eficiencia operativa. A continuación, se presentan algunos elementos clave del marco conceptual:

Mientras las industrias de proceso avanzaban en el mantenimiento preventivo y productivo, las industrias de manufactura y ensamble invertían en nuevos equipos esforzándose en ser menos intensivas en mano de obra. Los equipos utilizados por estas industrias se han estado automatizando y sofisticando cada vez más, Japón es ahora un líder mundial en el uso de robots industriales.

Esta tendencia hacia la automatización, combinada con la producción «just-in-time», estimuló el interés en mejorar la gestión del mantenimiento en las industrias de manufactura y ensamble. Esto dio origen a un enfoque exclusivamente japonés denominado mantenimiento productivo total (TPM), una forma de mantenimiento productivo que involucra a todos los empleados. (tutoriales, 2016)

Mantenimiento Autónomo: El mantenimiento autónomo significa que el personal operativo está facultado para llevar a cabo el mantenimiento básico de la maquinaria, corregir problemas menores y alertar a los equipos especializados de los problemas que están fuera de su ámbito de conocimiento. En el proceso, los operarios están más atentos a las necesidades y la salud de su puesto de trabajo, adquieren mayor conciencia de su impacto en el proceso y son más capaces de prever problemas mayores, así como de sugerir mejoras. (Suzuki, Tpm en industrias del proceso, 2017)

Mantenimiento Planeado: Como sugiere el punto anterior, no todo el mantenimiento puede ser realizado por los propios operarios. Tanto el mantenimiento especializado como las acciones que los operarios pueden realizar por sí mismos pueden planificarse con antelación para minimizar los tiempos de inactividad imprevistos. Si observa los índices de averías y las paradas anteriores de la máquina, podrá planificar las actividades de mantenimiento exactamente en el momento en que sea más probable que sean necesarias. (Suzuki, Tpm en industrias del proceso, 2017)

Mejora Enfocada. La idea de Kaizen es ajustar y mejorar el proceso en cada oportunidad, siempre. En lugar de sentarse una vez cada poco mes para ver qué se puede hacer mejor, hay que guiar al equipo para que detecte por sí mismo las pequeñas áreas de mejora, y trabajar juntos para introducir cambios, en ese momento. (Suzuki, Tpm en industrias del proceso, 2017). La mejora focalizada funciona mejor cuando sus grupos de trabajo incluyen miembros de varios equipos funcionales. Las diferentes perspectivas y conocimientos de esos trabajadores ayudan a crear procesos de mejora continua que responden a las necesidades de todos. Permitir que los trabajadores realicen mejoras por sí mismos les capacita, elimina los problemas de repetición, aumenta la productividad y disminuye los residuos y los defectos.

Mantenimiento A La Calidad. El mantenimiento de la calidad de los bienes producidos con TPM va más allá de asegurar la calidad del producto final. El mantenimiento de la calidad debe ayudarle a garantizar que la calidad alcanzada es el resultado de las condiciones ideales de la maquinaria, establecidas para evitar los defectos, y a incorporar la calidad, por defecto. Estar atento al estado de sus máquinas le permitirá prever constantemente los problemas y solucionarlos en cuanto se produzcan.

El mantenimiento de la calidad, al igual que los demás pilares del TPM, se basa en los esfuerzos de los operarios de las máquinas para hacerlas funcionar y mantener su estado óptimo. Cualquier acción dirigida a minimizar los posibles defectos y a reducir su reaparición, es decir, el Poka-Yoke o el Análisis de la causa raíz, facilitará la tarea de los operarios y mantendrá la calidad de sus productos. (Suzuki, Tpm en industrias del proceso, 2017)

Capacitación Y Entrenamiento. Este aspecto del Mantenimiento Productivo Total consiste en garantizar que los trabajadores de todos los niveles dispongan de la información y los conocimientos necesarios para llevar a cabo el TPM. Los operarios de los equipos deben saber cómo utilizar y mantener sus estaciones, los miembros del equipo de mantenimiento especializado necesitan un conjunto de conocimientos profundos para reparar las máquinas, y los directivos deben ser capaces de comunicarse eficazmente con los demás grupos, entrenarlos y disciplinarlos. (tokutaro, 1996)

El TPM surgió y se desarrolló inicialmente en la industria del automóvil y rápidamente pasó a formar parte de la cultura corporativa de empresas tales como Toyota, Nissan, y Mazda, y de sus suministradores y filiales. Se ha introducido también posteriormente en otras industrias tales como electrodomésticos, microelectrónica, máquinas herramientas, plásticos, fotografía entre otras; También las industrias de proceso, partiendo de sus experiencias de mantenimiento preventivo, han empezado a implantar el TPM. En los últimos años, han estado incorporando el TPM un creciente número de plantas de procesos

de industrias de la alimentación, caucho, refinerías de petróleo, químicas, farmacéutica, gas, cemento, papeleras, siderurgia, impresión, etc. Inicialmente, las actividades TPM se limitaron a los departamentos directamente relacionados con los equipos. Sin embargo, actualmente los departamentos administrativos y de apoyo, a la vez que apoyan

activamente al TPM en la producción, lo aplican también para mejorar la eficacia de sus propias actividades. Los métodos de mejora TPM se están aplicando también en los departamentos de desarrollo y ventas. (tokutaro, 1996)

El Mantenimiento Productivo Total (TPM) se enfoca en el mantenimiento proactivo y preventivo para maximizar la eficiencia operativa del equipo. A su vez, elimina la distinción entre las competencias de la producción y el mantenimiento al poner un fuerte énfasis en facultar a los operarios para que ayuden a mantener su equipo. El objetivo principal del mantenimiento productivo es maximizar la efectividad de la planta y el equipo para lograr un costo óptimo del ciclo de vida del equipo de producción. Se introdujo en la industria manufacturera para lograr los siguientes objetivos:

Evitar el despilfarro en un entorno económico que cambia rápidamente.

Producir bienes sin reducir la calidad del producto.

Reducir el costo.

Producir una cantidad de lotes lo antes posible.

Enviar los bienes producidos a los clientes sin defectos.

Además, valorar un entorno de trabajo seguro: sin accidentes laborales. (aula,21)

¿Cómo aplicar el Mantenimiento Productivo Total?

El 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 unas condiciones de trabajo óptimas tanto para los equipos como para la maquinaria: separar lo Innecesario: eliminar los equipos innecesarios de los puestos de trabajo, situar lo innecesario, organizar claramente el equipo restante, suprimir la suciedad: limpiar los espacios de trabajo para garantizar la seguridad

y la eficacia señalar anomalías: hacer que los esfuerzos anteriores sean políticas básicas para el equipo, seguir mejorando: mantener todas las pautas establecidas.

Como extensión de estos principios fundamentales de las 5S, el Mantenimiento Productivo Total se centra en las siguientes áreas de mantenimiento; (Fernandez, 2023)

Paso 1: Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo significa que el personal operativo está facultado para llevar a cabo el mantenimiento básico de la maquinaria, corregir problemas menores y alertar a los equipos especializados de los problemas que quedan fuera de su ámbito de conocimiento. En el proceso, los operarios están más atentos a las necesidades y la salud de su puesto de trabajo, adquieren mayor conciencia de su impacto en el proceso y son más capaces de prever problemas mayores, así como de sugerir mejoras.

El mantenimiento autónomo en el marco del Mantenimiento Productivo Total (TPM) se organiza en siete etapas, diseñadas para involucrar a los operadores en el mantenimiento de sus propias máquinas y equipos. Estas etapas son:

Limpieza Inicial: Los operadores realizan una limpieza exhaustiva de sus equipos, durante la cual se detectan y eliminan fuentes de suciedad y se identifican problemas ocultos como fugas, desgaste o partes sueltas. Esta fase tiene como objetivo sensibilizar a los operadores sobre la importancia del mantenimiento y la condición de sus máquinas.

Eliminación de Fuentes de Suciedad y Mejora de Accesibilidad: En esta etapa, se implementan medidas para eliminar las fuentes de suciedad y mejorar el acceso a las áreas que requieren mantenimiento frecuente. Esto incluye la instalación de coberturas, protectores y bandejas de recogida, así como la modificación de la maquinaria para facilitar la limpieza y el mantenimiento.

Establecimiento de Estándares de Limpieza, Lubricación e Inspección: Se desarrollan procedimientos y estándares claros para la limpieza, lubricación e inspección de los equipos. Los operadores reciben formación específica para realizar estas tareas y se establecen rutinas regulares para mantener la maquinaria en condiciones óptimas.

Inspección General y Corrección: Los operadores realizan inspecciones más detalladas y comienzan a llevar a cabo pequeñas correcciones y ajustes. Se establecen listas de verificación y procedimientos para documentar y comunicar los hallazgos y acciones tomadas.

Gestión Autónoma: Los operadores asumen un papel activo en la gestión del mantenimiento de sus equipos. Se les capacita para realizar análisis de las condiciones de los equipos y se promueve la autoformación y el intercambio de conocimientos entre los miembros del equipo.

Control de la Estándares y Mantenimiento Autónomo: Se refuerza la adherencia a los estándares establecidos y se fomenta una cultura de mantenimiento autónomo sostenible. Los operadores son responsables de monitorear y asegurar que los procedimientos de mantenimiento se sigan correctamente y de realizar ajustes según sea necesario.

Mejora Continua y Mantenimiento Autónomo Sostenible: Se implementan mecanismos de mejora continua basados en el análisis de datos y la retroalimentación constante. Los operadores participan activamente en la identificación de oportunidades de mejora y en la implementación de soluciones para optimizar el rendimiento de los equipos. (SPCgroup, 2013)

Estas etapas buscan empoderar a los operadores, aumentar la eficiencia operativa, y reducir los tiempos de inactividad y los costos de mantenimiento, promoviendo una cultura de mejora continua y cuidado proactivo de los equipos.

Paso 2: Mantenimiento Planificado

Como sugiere el punto anterior, no todo el mantenimiento puede ser realizado por los propios operarios. Tanto el mantenimiento especializado como las acciones que los operarios pueden realizar por sí mismos pueden planificarse con antelación para minimizar los tiempos de inactividad imprevistos. Si observa los índices de averías y las paradas anteriores de la máquina, podrá planificar las actividades de mantenimiento exactamente en el momento en que sea más probable que sean necesarias.

Gracias a conocer el tiempo de inactividad programado de cada estación, también podrá producir el inventario necesario para el proceso con antelación, y evitar que el mantenimiento afecte a toda la línea de producción.

Paso 3: Kaizen - Mejora Focalizada

La idea de Kaizen es ajustar y mejorar el proceso en cada oportunidad, siempre. En lugar de sentarse una vez cada poco mes para ver qué se puede hacer mejor, hay que guiar al equipo para que detecte por sí mismo las pequeñas áreas de mejora, y trabajar juntos para introducir cambios, en ese momento.

La mejora focalizada funciona mejor cuando sus grupos de trabajo incluyen miembros de varios equipos funcionales. Las diferentes perspectivas y conocimientos de esos trabajadores ayudan a crear procesos de mejora continua que responden a las necesidades de todos. Permitir que los trabajadores realicen mejoras por sí mismos les capacita, elimina los problemas de repetición, aumenta la productividad y disminuye los residuos y los defectos.

Paso 4: Mantenimiento de la Calidad.

El mantenimiento de la calidad de los bienes producidos con TPM va más allá de asegurar la calidad del producto final. El mantenimiento de la calidad debe ayudarle a garantizar

que la calidad alcanzada es el resultado de las condiciones ideales de la maquinaria, establecidas para evitar los defectos, y a incorporar la calidad, por defecto. Estar atento al estado de sus máquinas le permitirá prever constantemente los problemas y solucionarlos en cuanto se produzcan.

El mantenimiento de la calidad, al igual que los demás pilares del TPM, se basa en los esfuerzos de los operarios de las máquinas para hacerlas funcionar y mantener su estado óptimo. Cualquier acción dirigida a minimizar los posibles defectos y a reducir su reaparición, es decir, el Poka-Yoke o el Análisis de la causa raíz, facilitará la tarea de los operarios y mantendrá la calidad de sus productos.

Paso 5: Gestión de Nuevos Equipos.

Toda la información y los conocimientos adquiridos en el mantenimiento de las máquinas y la comprobación de errores que supone el TPM se aplican al proceso de diseño de nuevos equipos. Esto significa que en el momento en que una nueva máquina llega a su planta de producción, ya está adaptada a sus necesidades y preparada para la detección de defectos comunes, así como para su programa y prácticas de mantenimiento habituales.

Esto permite que las nuevas máquinas aporten valor con mayor rapidez y fiabilidad, y que exijan menos tiempo de preparación a su llegada. La información y las sugerencias de las propias personas que trabajarán con las nuevas máquinas se emplean en gran medida en la planificación de los nuevos equipos.

Paso 6: Formación.

Este aspecto del Mantenimiento Productivo Total consiste en garantizar que los trabajadores de todos los niveles dispongan de la información y los conocimientos necesarios para llevar a cabo el TPM. Los operarios de los equipos deben saber cómo utilizar y mantener

sus estaciones, los miembros del equipo de mantenimiento especializado necesitan un conjunto de conocimientos profundos para reparar las máquinas, y los directivos deben ser capaces de comunicarse eficazmente con los demás grupos, entrenarlos y disciplinarlos.

Paso 7: TPM en la Oficina.

Dado que ningún proceso de producción existe en el vacío, sino que va acompañado de funciones administrativas como los pedidos de material, la logística y la planificación del flujo de trabajo a gran escala, su mantenimiento de la producción no puede terminar en la planta de producción, para ser verdaderamente total. El TPM de oficina significa trabajar para disminuir los residuos en las actividades burocráticas, racionalizar los procesos adyacentes a la producción y fomentar la transparencia y las mejoras de los procesos en todos los departamentos.

Paso 8: Seguridad, Salud y Medio Ambiente.

Como parte indivisible del flujo continuo en la producción, el TPM trabaja para garantizar que la planta y las oficinas se mantengan seguras y libres de accidentes. El Mantenimiento Productivo Total incorpora la minimización de los riesgos para la salud y la seguridad en las operaciones diarias y estandarizadas. Unos trabajadores contentos y bien atendidos no sólo son el orgullo de su empresa, sino que también son una parte crucial para mantener bajos los defectos y altos los índices de creación de productos.

Dado que la normativa de la mayoría de los países exige que se apliquen altos niveles de políticas de salud y seguridad de todos modos, haría bien en aprovechar la oportunidad de alinearlas con sus esfuerzos de mantenimiento y Kaizen restantes.

¿Qué Beneficios Ofrece el TPM?

El Mantenimiento Productivo Total le permite lograr la máxima eficacia del equipo mediante la participación de los empleados. Los esfuerzos combinados del equipo darán como resultado:

Menos averías en las máquinas, lo que supone una mayor productividad general, un entorno de trabajo más seguro, creando equipos más felices, necesarios para permitir el crecimiento de la empresa, un entorno de trabajo más seguro, creando equipos más felices, necesarios para que la empresa crezca, reducción de los costes de tiempo y recursos, gracias a la minimización de las paradas de producción. (tool, 2009)

En tiempos de crisis sanitaria, el mantenimiento autónomo es un método particularmente útil. Las plantas suelen funcionar con pocos empleados, y el buen funcionamiento de las máquinas depende de la capacidad de los operadores para mantenerlas ellos mismos.

Para desarrollar el mantenimiento industrial autónomo, es importante tener las herramientas adecuadas. El uso de software de GMAO de última generación con funcionalidades avanzadas da máxima autonomía a los equipos que manejan la planta en condiciones excepcionales.

Las Ventajas del Mantenimiento Autónomo

El mantenimiento autónomo es un método desarrollado por la industria japonesa para perfeccionar el mantenimiento industrial. Hacia la autonomía de los operadores de máquinas,

el término mantenimiento autónomo se refiere a un modo de organización cuya finalidad es permitir que los operadores de máquinas o equipos realicen por sí mismos las tareas de mantenimiento industrial, en lugar de que las realicen técnicos especializados.

Así, al hacerlos responsables y darles los medios para gestionar el mantenimiento de las máquinas en las que trabajan, la empresa gana significativamente en productividad.

¿Qué es el Mantenimiento Autónomo?

También llamado auto mantenimiento el mantenimiento autónomo es parte del concepto TPM (Total Productive Manténganse) desarrollado por las empresas japonesas, que querían extender el principio TQC (Total Quality Control). En particular, querían incluir principios de mantenimiento preventivo y predictivo

Por supuesto, el TPM se refiere sobre todo a las acciones de mantenimiento: dedicar el tiempo necesario al mantenimiento de las máquinas (reparación, limpieza, lubricación, etc.). Para que sea productivo, el TPM pretende realizar operaciones de mantenimiento mientras continúa la producción, o penalizándola lo menos posible. Por último, el término «total» subraya el deseo de involucrar a todos los equipos en el mantenimiento del equipo y de considerar todos los aspectos.

El principio de auto mantenimiento surgió cuando los equipos de producción comenzaron a aplicar las reglas de las «5S», otro concepto de TPM. Estos equipos se dieron cuenta entonces de que, para mejorar la calidad de su trabajo, tenían que mejorar el mantenimiento y el funcionamiento de su equipo.

¿Por Qué Introducir el Mantenimiento Autónomo?

En circunstancias normales, la aplicación del mantenimiento autónomo cumple los siguientes objetivos:

- fomentar la apropiación de las máquinas por parte de los operadores;
- aumentar la disponibilidad de equipo;
- menores costos de mantenimiento;
- reducir el riesgo de accidentes.

Las ventajas del mantenimiento autónomo en tiempos de crisis sanitaria

En tiempos de crisis sanitaria y de contención como el que estamos viviendo actualmente, el mantenimiento industrial autónomo tiene la gran ventaja de permitir que los pequeños equipos de producción realicen por sí mismos gran parte de las tareas de mantenimiento de las máquinas, sin necesidad de técnicos de mantenimiento.

De esta manera, las plantas pueden seguir operando con un número limitado de empleados. Ya sea por elección (limitación de los riesgos para la salud) o por obligación (licencia por enfermedad, cuidado de los niños, derecho de retiro, etc.), muchas empresas no pueden contar con sus empleados habituales. Los métodos de mantenimiento autónomo permiten a las fábricas seguir produciendo, asegurando al mismo tiempo el buen funcionamiento de las máquinas mediante un mantenimiento regular y de calidad.

¿Cómo Establecer un Mantenimiento Industrial Autónomo?

Para establecer los principios de mantenimiento autónomo dentro de una planta, es necesario respetar ciertas medidas, incluso en caso de emergencia. En una fábrica en buen estado de funcionamiento, este proceso es en principio bastante rápido. Desarrollo del mantenimiento autónomo y preventivo a través de la GMAO

El desarrollo de las nuevas tecnologías ha favorecido la aparición de herramientas de GMAO que, gracias a su ergonomía y movilidad, permiten a los operadores de producción lograr una autonomía mucho mayor en el mantenimiento de las máquinas en las que trabajan.

Elección de un software de GMAO móvil para una máxima autonomía, en la práctica, la gestión totalmente autónoma del mantenimiento industrial por parte de los equipos de producción es un objetivo teórico más que una meta concreta. Para acercarse lo más posible a ella, la adopción de un software de GMAO móvil será muy útil. En efecto, una herramienta de GMAO móvil tiene tres características que son particularmente favorables para el mantenimiento autónomo.

Comunicación Más Fácil

Por un lado, una aplicación como Mobility Work integra un chat y espacios de discusión conforme a un funcionamiento comunitario. Por lo tanto, la comunicación entre las diferentes personas que participan en el mantenimiento de los equipos es extremadamente sencilla, incluso cuando no están físicamente en el mismo lugar.

Uso Simplificado

Por otro lado, fue diseñada según el modelo de las aplicaciones cotidianas, que ahora casi todos usamos a diario. Por lo tanto, el software es muy fácil de aprender y utilizar, incluso por equipos sin conocimientos particulares de informática.

Movilidad Total

Por último, la aplicación Mobility Work está disponible tanto en PC como en teléfonos móviles. Esto significa que se puede utilizar desde cualquier dispositivo conectado a Internet, ya sea un teléfono inteligente, una tableta o un ordenador personal. Por lo tanto, puede ser utilizada por los operadores de maquinaria durante las inspecciones regulares, para ayudarles a llevar a cabo las inspecciones de acuerdo con los procedimientos establecidos y permitirles completar la información necesaria. Pero también puede ser utilizada por los responsables de mantenimiento, incluso si están trabajando a distancia, para supervisar los indicadores de mantenimiento y asegurarse de que las máquinas funcionan correctamente. Controlar el mantenimiento preventivo y remoto gracias al IdC

Gracias al IdC (Internet de las cosas, Internet of things en inglés), una GMAO de última generación permite controlar el estado y el funcionamiento de las máquinas desde cualquier lugar. Los sensores situados en cada equipo y conectados a la aplicación Mobility Work ofrecen la posibilidad de consultar a distancia los principales indicadores de mantenimiento, sin necesidad de una inspección in situ.

Además, estos sensores permiten el desarrollo de un mantenimiento preventivo. Así pues, se pueden anticipar numerosas averías en las máquinas, a fin de evitar cualquier efecto negativo en la producción. Además, las posibles intervenciones de los técnicos de mantenimiento en tareas de complicadas pueden anticiparse y planificarse en cumplimiento de los reglamentos sanitarios impuestos por la crisis actual.

En tiempos normales, el mantenimiento autónomo representa un paso adelante para las plantas, especialmente en términos de productividad. En tiempos de crisis sanitaria, se hace casi indispensable para muchos centros de producción que tienen que operar con un personal

reducido. Gracias a la GMAO de nueva generación, los operadores de producción pueden llevar a cabo la mayoría de las tareas de mantenimiento por sí mismos, con la asistencia remota, si es necesario, de los responsables de mantenimiento. Por su parte, estos últimos se benefician de nuevas capacidades de mantenimiento preventivo.

Las 5s el primer paso es la introducción de ciertas reglas, a menudo llamadas 5S. En resumen, estas normas tienen por objeto eliminar los elementos innecesarios y promover un orden eficiente, hacer cumplir el orden y el método dentro de la planta, imponer procedimientos de inspección y control, promover la limpieza del equipo y establecer una disciplina y un respeto colectivos. La adhesión a estas normas generales es esencial para un mantenimiento eficaz y autosuficiente.

Inspección y limpieza: Por lo tanto, el segundo paso es, lógicamente, llevar a cabo una inspección y limpieza de todas las máquinas por parte de todos los operadores que participan en su funcionamiento. La movilización puntual de un máximo de personal será beneficiosa para el éxito y la rapidez de este paso.

Prevención del deterioro: Posteriormente, se aplicarán medidas correctivas para evitar el futuro deterioro del equipo: eliminar las fuentes de suciedad y desechos, evitar las salpicaduras, facilitar el acceso y el alumbrado de las zonas a limpiar, etc.

Establecer normas: Entonces se deben establecer normas de inspección, limpieza y lubricación. Es durante esta fase que se establece la autonomía real de los equipos de producción. Como continuación de los pasos anteriores, elaboran sus propias normas basadas en la documentación y las prácticas existentes, y definen los elementos que deben inspeccionarse y mantenerse, así como la frecuencia y los métodos que deben seguirse.

Capacitar o apoyar a los equipos: El último paso es el entrenamiento, cuando sea posible, de los equipos de producción por parte de los equipos de mantenimiento, con el fin de mejorar sus habilidades. En tiempos de crisis de salud, esta formación puede realizarse a distancia y puede adoptar la forma de entrenamiento por un responsable de mantenimiento.

Al final de estas diferentes fases, los operarios de mantenimiento pueden realizar la inspección de las máquinas por sí mismos y llevar a cabo una gran parte de las tareas de mantenimiento rutinario. (Sourget, 12 de mayo del 2021)

Conceptualización

Su principal objetivo es empoderar a los operarios de las máquinas para que asuman ciertas tareas de mantenimiento, promoviendo así un entorno de trabajo más colaborativo y proactivo.

Formación y Capacitación

Entrenamiento Inicial: Los operarios deben recibir capacitación sobre el funcionamiento básico de las máquinas, los procedimientos de mantenimiento y las herramientas necesarias.

Educación Continua

Es vital mantener un programa de formación continua para actualizar a los operarios sobre nuevas técnicas, tecnologías y procedimientos de mantenimiento. (Pimentel, 2022)

Establecimiento de Procedimientos Estándar Manual de Operaciones

Crear manuales detallados que incluyan procedimientos de inspección, limpieza y lubricación.

Check list Diarias

Implementar listas de verificación diarias para asegurar que los operarios realicen y registren todas las tareas de mantenimiento rutinario. (Zambelli, 2021)

Asignación de Responsabilidades, Roles Claros

Definir claramente las responsabilidades de cada operario en relación con el mantenimiento autónomo.

Empoderamiento

Los operarios deben sentirse responsables y capacitados para realizar tareas básicas de mantenimiento sin necesidad de intervención constante del departamento de mantenimiento.

Monitoreo y Evaluación Continua, Indicadores de Desempeño.

Establecer indicadores clave de rendimiento (KPIs) para monitorear la efectividad del mantenimiento autónomo. Auditorías Regulares. Realizar auditorías periódicas para asegurar que se sigan los procedimientos y para identificar áreas de mejora.

Mejora Continua, Reuniones de Retroalimentación

Organizar reuniones regulares para discutir problemas encontrados, compartir soluciones y mejores prácticas. Maizena Implementar la filosofía Kaizen de mejora continua para fomentar la identificación y eliminación constante de problemas. (Loayan, 2024)

Herramientas y Recursos Adecuados

Hay que asegurar que los operarios tengan acceso a todas las herramientas y equipos necesarios para realizar el mantenimiento. Recursos de Información. Proveer acceso a documentación técnica, manuales y recursos en línea para consulta.

Cultura de Seguridad y Cuidado

Promover una cultura donde la seguridad es la prioridad, asegurando que todas las tareas de mantenimiento se realicen de manera segura.

Cuidado del Equipo.

Fomentar el sentido de propiedad y cuidado del equipo entre los operarios. (Suzuki, Tpm en industrias del proceso, 2017).

Beneficios del Mantenimiento Autónomo

Reducción de Tiempos de Parada: Al identificar y solucionar problemas menores antes de que se conviertan en fallas graves.

Mejora de la Productividad

Los operarios, al conocer mejor sus máquinas, pueden operarlas de manera más eficiente.

Fomento del Trabajo en Equipo. El mantenimiento autónomo promueve la colaboración entre operarios y personal de mantenimiento.

Aumento de la Vida Útil del Equipo

El mantenimiento regular y adecuado prolonga la vida útil de las máquinas y equipos. (Predictiva, 2021)

Desafíos y Soluciones. Resistencia al Cambio

Puede haber resistencia por parte de los operarios a asumir nuevas responsabilidades. Esto se puede mitigar mediante una comunicación efectiva y mostrando los beneficios del sistema.

Falta de Conocimiento. Técnico

Superar esta barrera mediante una formación continua y soporte técnico adecuado. sostenibilidad a largo plazo, mantener la motivación y el compromiso a largo plazo requiere de una gestión activa y reconocimiento del esfuerzo de los operarios. Implementar mantenimiento autónomo no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también contribuye a crear un ambiente de trabajo más dinámico y colaborativo.

Diseño Metodológico

Tipo de Investigación

Investigación cuantitativa y cualitativa basada en los resultados y los procedimientos de implementación de mantenimiento autónomo en empresas que buscan mejorar sus costos para invertir más en beneficios de los operarios y de los empresarios.

Línea de Investigación

Líneas de producción en una planta de manufactura específica, Duración del Estudio: 1-3 meses, dependiendo del tamaño y complejidad de la planta y la investigación de los procesos de producción.

Objeto de Estudio

Siempre he creído en la disciplina para lograr los objetivos que se puedan trazar personalmente y me apasiona la forma de conseguir esa disciplina, algo que es muy complicado de obtener, gracias a las grandes empresas en las que he tenido el privilegio de poder desarrollar mis habilidades y competencias, he conseguido de una forma metodológica afianzar este valor como un no negociable en la idea de poder seguir avanzando y creciendo laboralmente; hoy en día debido a la situación económica que atraviesan muchos países, las grandes empresas crean muchas estrategias para mantener sus operaciones funcionando sin que las afecten estas crisis que se viven internamente, es por eso que tengo ese desafío de aprender y conocer sobre la metodología de mejoramiento de procesos, y me ha causado mucho interés poder entender como desde la parte autónoma de la operación se puede hacer la diferencia para participar de forma positiva en la consecución de esos retos. metas y objetivos sin tener que afectar los costos y la mano de obra. Para algunas empresas sus objetivos de tener un precio competitivo de sus productos lo relacionan con la disminución de mano de obra siendo está el ítem que más afecta a

una economía interna de un país. Mi objetivo es poder realizar esta investigación y que deje en los valiosos lectores un mensaje importante que les logre captar un interés por conocer más de estas valiosas herramientas de mejora continua como el TPM y su pilar de mantenimiento autónomo. Invertir en el personal operativo con motivaciones tangibles y no tangibles pueden crear en ellos ese sentido de pertenencia que los apasione por tener un clima laboral competitivo y agradable; valorando sus ideas, capacitándolos constantemente y entregándoles herramientas que desarrollen sus habilidades.

Técnicas e Instrumentos

Como se va a Realizar el Primer Objetivo

Se debe programar una reunión con las áreas implicadas en el manejo de los equipos para evaluar las líneas que tienen más problemas y clasificarlas en un puesto de mayor a menor que muestre la que más pérdidas tiene y su aporte en el volumen de producción, este proceso mostrara que línea debe arrancar primero la implementación; las áreas que deberán participar son la de seguridad, calidad, mantenimiento y productividad será un punto muy importante en la monografía como investigación.

Como se va a Realizar el Segundo Objetivo

En este objetivo entra un pilar muy importante que es el de Capacitación y entrenamiento, ahí podremos entender cuáles son los objetivos que se deben cumplir por parte de los operarios, que capacitaciones deben tener y como se les validara el seguimiento a sus resultados en la aplicación de la metodología en las líneas de producción.

Como se va a Realizar el Tercer Objetivo

En este objetivo debemos encontrar según las investigaciones evaluaciones a los operarios con resultados tangibles que evidencien la optimización de los equipos con reducción de pérdidas, estándares y crecimientos en la eficiencia operacional.

Resultados de la Investigación

Fase 1:

Reducir Tiempos de Inactividad de dos Equipos o Máquinas de Producción Como se Va a Realizar el primer objetivo

Tabla 1

Cronograma de actividades de investigación en la implementación de autónomo

| Actividad | Mes 1 | Mes 2 | Mes 3 | Mes 4 |
|--|-------|-------|-------|-------|
| Reducir tiempos de inactividad de los equipos o máquinas de producción | | x | | |
| Aumentar la disponibilidad de los equipos | | | x | |
| Optimizar la eficiencia de los equipos | | | x | |

Nota. Esta tabla muestra la secuencia de actividades a investigar en un periodo de mes a mes.

Fuente. Autoría Propia (2024)

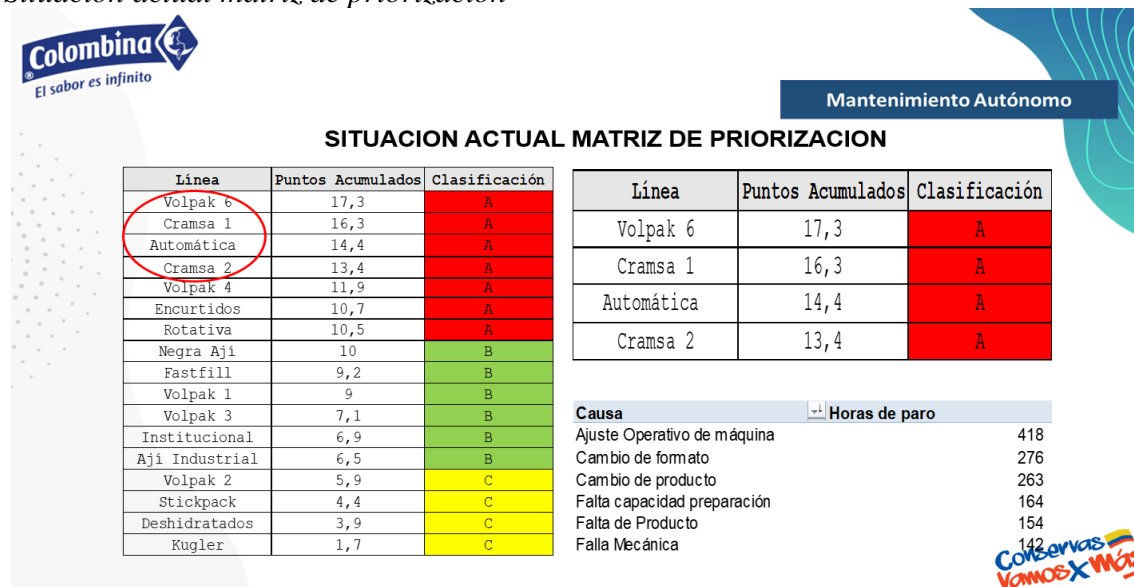
Para realizar la implementación ambas empresas toman muy atentos el paso a paso de la metodología (UNILEVER ANDINA S.A – COLOMBINA S.A), vamos a exponer uno de ellos que se implementó en Colombina, aquí se mostrara la identificación de las líneas que tienen baja eficiencia, inactividad y afectación de productividad:

Inician definiendo de acuerdo con la matriz de criticidad de líneas de producción, identificando por medio de unos criterios de los indicadores de calidad, seguridad y averías como lo expresa los objetivos de TPM y por último su nivel de participación. La matriz de criticidad es

una herramienta que se desarrolla dentro de una base de datos, la cual manifiesta todas las líneas de producción que tienen en la fábrica con los resultados en eficiencia operacional, porcentaje de volumen de producción y de acuerdo con una calificación así misma se ranquean y se determina con cual empezar la implementación; (Rodriguez, 2023), la cual estará definida con un cronograma de actividades que se deberán ejecutar estrictamente; (Talbert, 2024)

Figura 1

Situación actual matriz de priorización



Fuente. Autoría propia

Figura 2

Máster plan implementación ma (paso 0, 1 y 2)

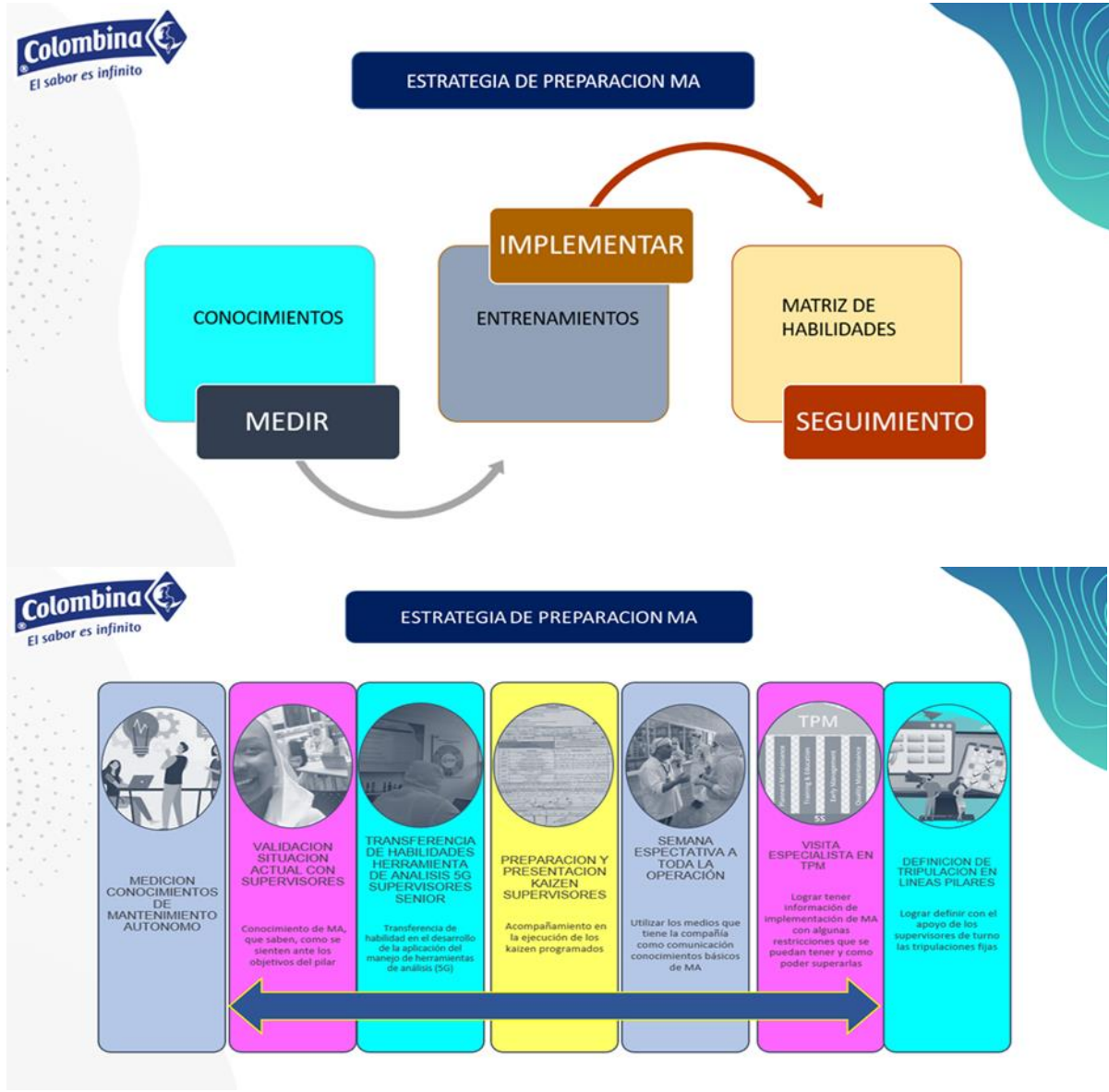


Fuente. Autoría propia

Metodología de la aplicación de mantenimiento autónomo

Figura 3

Estrategia de preparación ma



Fuente. Autoría propia

Figura 3

Implementación

Colombina
El sabor es infinito

IMPLEMENTACION

ENTRENAMIENTO A LIDERES DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO | ACTUALIZAR CONCEPTOS DE LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DEL PILAR DE MANTENIMIENTO AUTONOMO PARA FORTALECER LA MATRIZ DE COMPETENCIA A NIVEL DE LIDERAZGO | GIOVANNY BASTIDAS | 11-may | 11-may

Objetivo
Capacitar a todos los integrantes del comité en conceptos de mantenimiento autónomo y poder fortalecer desde el liderazgo competencias que ayuden a direccionar al equipo en conseguir los resultados en el tiempo estimado según el master plan.

PLAN

Conservas VAMOS

| Línea | Puntos Acumulados | Clasificación |
|------------|-------------------|---------------|
| Volpak 6 | 17,3 | A |
| Cramsa 1 | 16,3 | A |
| Automática | 14,4 | A |
| Cramsa 2 | 13,4 | A |

| Causa | Horas de paro |
|-----------------------------|---------------|
| Ajuste Operativo de máquina | 418 |
| Cambio de formato | 276 |
| Cambio de producto | 263 |
| Falta capacidad preparación | 164 |
| Falta de Producto | 154 |
| Falta Mecánica | 142 |

Fuente. Autoría propia

Identificación de las mayores pérdidas para empezar a reducir inactividades de los equipos, por medio de entrenamientos de los operadores para que empiecen a optimizar los recursos, las herramientas y que surjan empoderamientos sobre las líneas de producción. (Mancuzo, 2020)

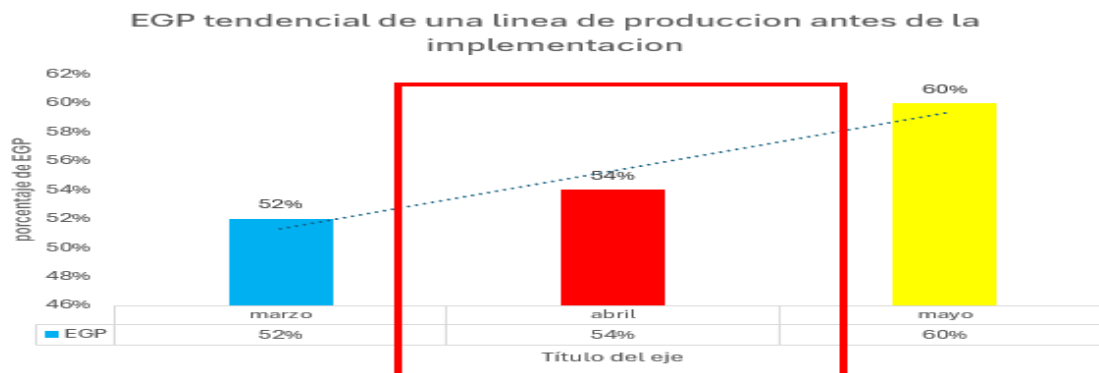
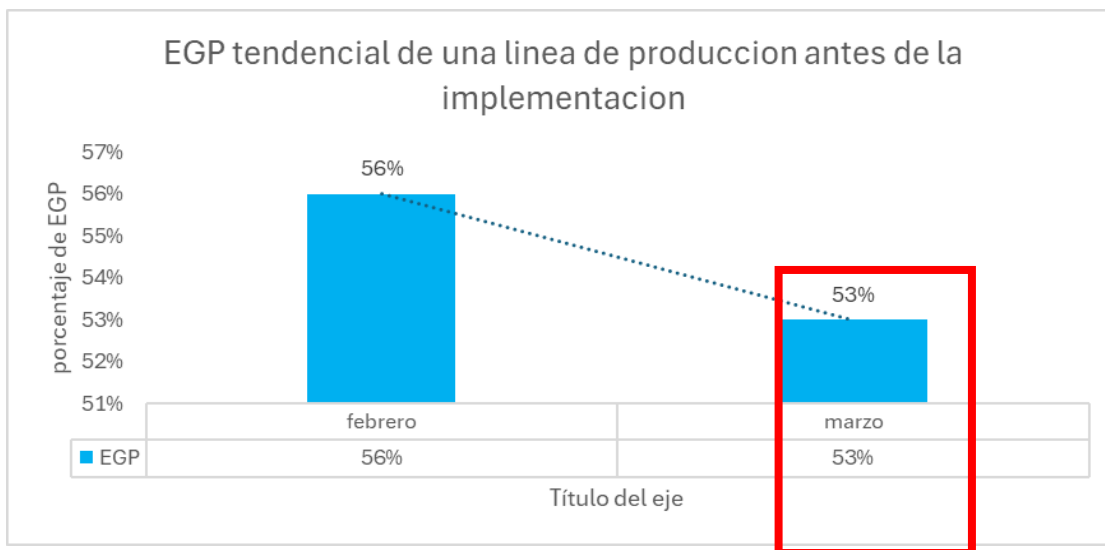
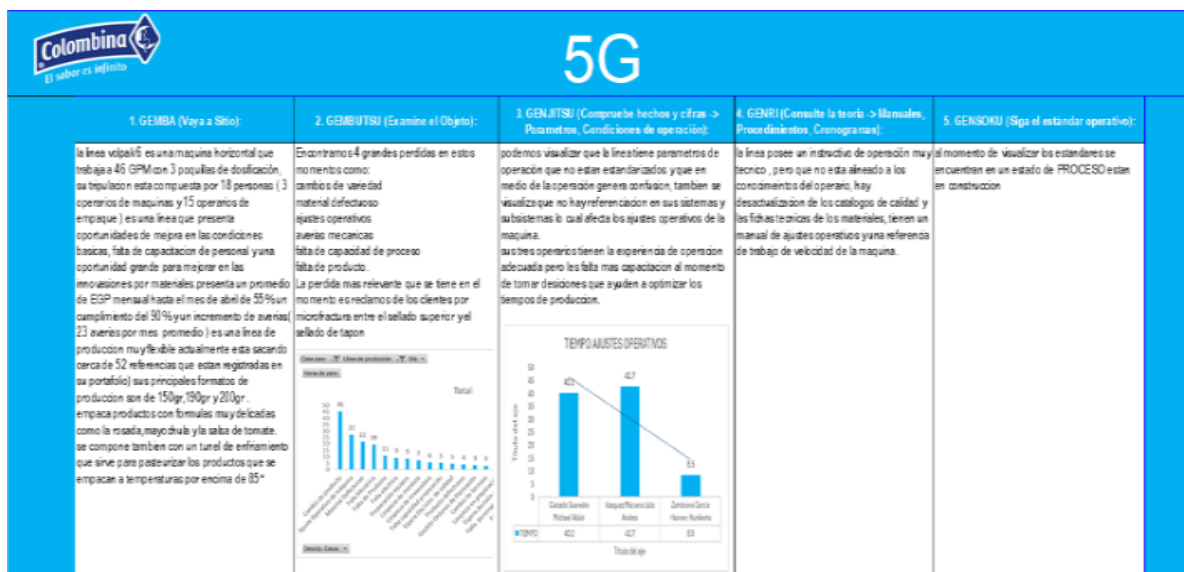
Figura 4*Resultados de la Primera Fase**Fuente. Autoría propia***Figura 5***Maquina x con una Eficiencia Operacional de 53% Promedio**Fuente. Autoría propia*

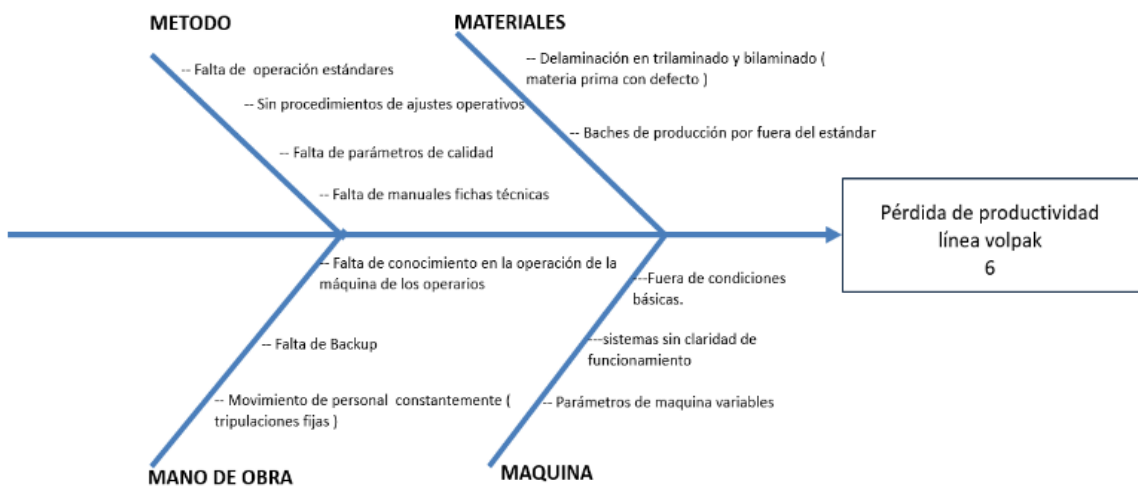
Figura 6
análisis del problema



Fuente. Autoría propia

Figura 7

Aplicación de metodología para evaluar la pérdida de productividad línea volpak



Fuente. Autoría propia

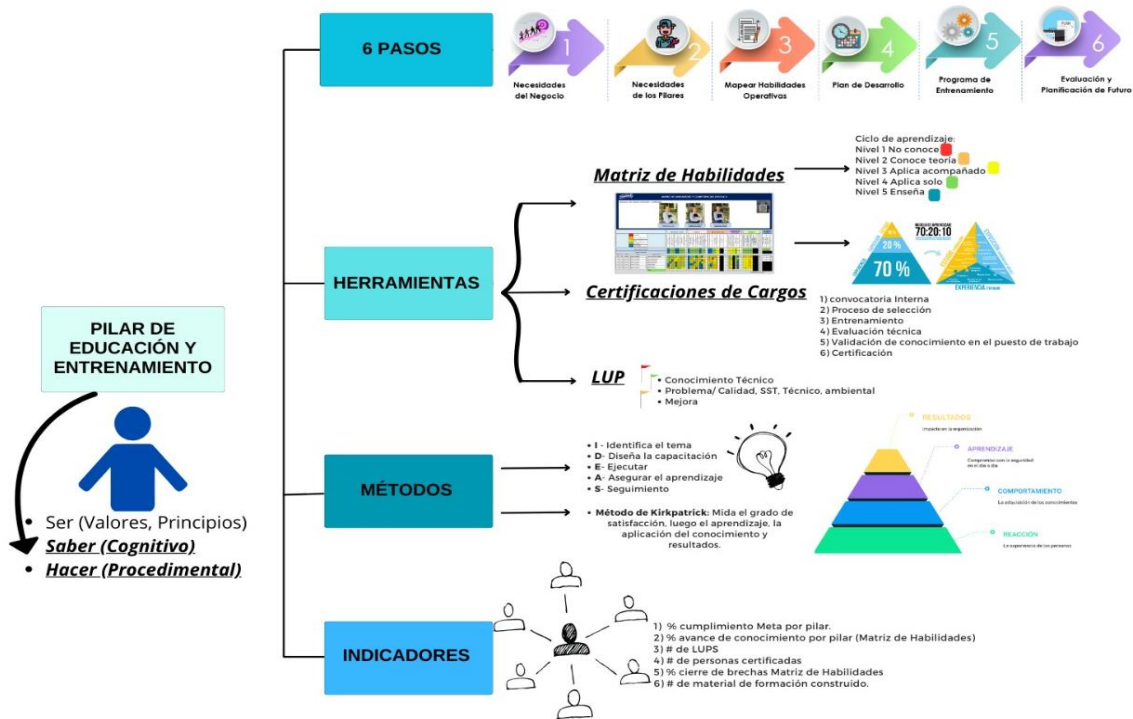
Fase 2 Aumentar la Disponibilidad de los Equipos

Identificada las líneas para iniciar el proceso de reducir perdidas e ineficiencias y maquinas inactivas se procede con la fase 2 donde ejecuta un plan de entrenamiento para alimentar las habilidades y competencias de los operarios en busca de aumentar la eficiencia de los equipos.

Esta estrategia la definen con una matriz de habilidades donde se involucran a todos los operarios de la línea y se hace una calificación de sus conocimientos; en ella vamos a visualizar que temas o competencias deben tener y que calificación es la óptima para que pueda ser certificado en la operación de los equipos. Aquí en esta fase interactúa mucho el pilar de capacitación y entrenamiento para poder apoyar al pilar de mantenimiento autónomo. (Indeed, 2022).

Figura 8

Plan de entrenamiento.



Fuente. Autoría propia

Figura 9

Resultado de la matriz de habilidades

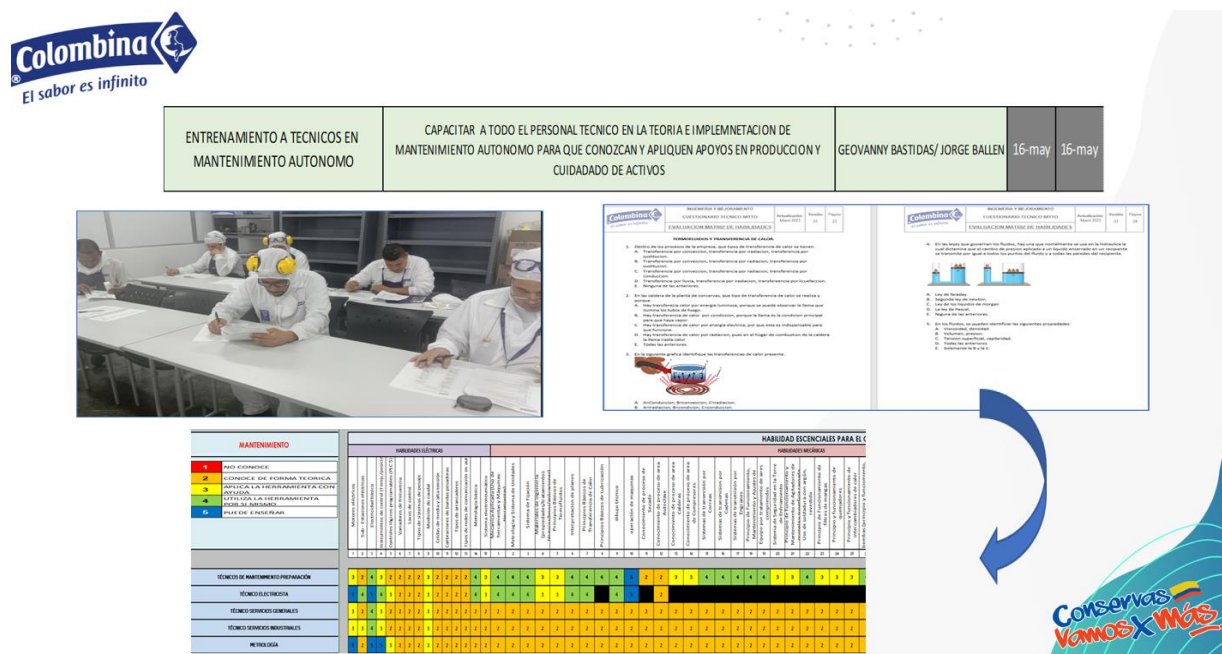
| Colombina | | MATRIZ DE HABILIDADES Y COMPETENCIAS VOLPAK 6 | | | | | | | | | | | |
|--|---|---|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|---------------------------|-------------------------|
| Operarios/a de Máquina Entrenados y Certificados | | Michael Aldair Certificado 2/11/2022 | | Julio Vázquez Certificado 2/11/2022 | | Hanner Zambrano Certificado 2/11/2022 | | | | | | | |
| NIVELES DE CONOCIMIENTO | | SEGURIDAD Y SALUD | | CALIDAD | | MEJORA ENFOCADA | | MANTENIMIENTO AUTÓNOMO | | AMBIENTAL | | MÉCANICA BÁSICA | |
| 1 | NO CONOCE | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | CONOCE CON FORMA TEÓRICA | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| 3 | CONOCE CON FORMA TEÓRICA Y PRÁCTICA | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | PREPARA Y EJECUTA CON SEGURIDAD | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | PREPARA Y EJECUTA CON SEGURIDAD Y CALIDAD | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 6 | ENSEÑA | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| META OPERATIVA 4024040404 | | META OPERATIVA 4024040404 | | META OPERATIVA 4024040404 | | META OPERATIVA 4024040404 | | META OPERATIVA 4024040404 | | META OPERATIVA 4024040404 | | META OPERATIVA 4024040404 | |
| 01/01 | Operarios de Máquina 01 | 01/01 | Operarios de Máquina 01 | 01/01 | Operarios de Máquina 01 | 01/01 | Operarios de Máquina 01 | 01/01 | Operarios de Máquina 01 | 01/01 | Operarios de Máquina 01 | 01/01 | Operarios de Máquina 01 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 02 | 01/01 | Operarios de Máquina 02 | 01/01 | Operarios de Máquina 02 | 01/01 | Operarios de Máquina 02 | 01/01 | Operarios de Máquina 02 | 01/01 | Operarios de Máquina 02 | 01/01 | Operarios de Máquina 02 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 03 | 01/01 | Operarios de Máquina 03 | 01/01 | Operarios de Máquina 03 | 01/01 | Operarios de Máquina 03 | 01/01 | Operarios de Máquina 03 | 01/01 | Operarios de Máquina 03 | 01/01 | Operarios de Máquina 03 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 04 | 01/01 | Operarios de Máquina 04 | 01/01 | Operarios de Máquina 04 | 01/01 | Operarios de Máquina 04 | 01/01 | Operarios de Máquina 04 | 01/01 | Operarios de Máquina 04 | 01/01 | Operarios de Máquina 04 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 05 | 01/01 | Operarios de Máquina 05 | 01/01 | Operarios de Máquina 05 | 01/01 | Operarios de Máquina 05 | 01/01 | Operarios de Máquina 05 | 01/01 | Operarios de Máquina 05 | 01/01 | Operarios de Máquina 05 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 06 | 01/01 | Operarios de Máquina 06 | 01/01 | Operarios de Máquina 06 | 01/01 | Operarios de Máquina 06 | 01/01 | Operarios de Máquina 06 | 01/01 | Operarios de Máquina 06 | 01/01 | Operarios de Máquina 06 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 07 | 01/01 | Operarios de Máquina 07 | 01/01 | Operarios de Máquina 07 | 01/01 | Operarios de Máquina 07 | 01/01 | Operarios de Máquina 07 | 01/01 | Operarios de Máquina 07 | 01/01 | Operarios de Máquina 07 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 08 | 01/01 | Operarios de Máquina 08 | 01/01 | Operarios de Máquina 08 | 01/01 | Operarios de Máquina 08 | 01/01 | Operarios de Máquina 08 | 01/01 | Operarios de Máquina 08 | 01/01 | Operarios de Máquina 08 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 09 | 01/01 | Operarios de Máquina 09 | 01/01 | Operarios de Máquina 09 | 01/01 | Operarios de Máquina 09 | 01/01 | Operarios de Máquina 09 | 01/01 | Operarios de Máquina 09 | 01/01 | Operarios de Máquina 09 |
| 01/01 | Operarios de Máquina 10 | 01/01 | Operarios de Máquina 10 | 01/01 | Operarios de Máquina 10 | 01/01 | Operarios de Máquina 10 | 01/01 | Operarios de Máquina 10 | 01/01 | Operarios de Máquina 10 | 01/01 | Operarios de Máquina 10 |

Actualizada 12 de abril 2024

Fuente. Autoría propia

Figura 10

Capacitaciones para aumentar el conocimiento de los equipos y ser más eficientes



Fuente. Autoría propia

Figura 11

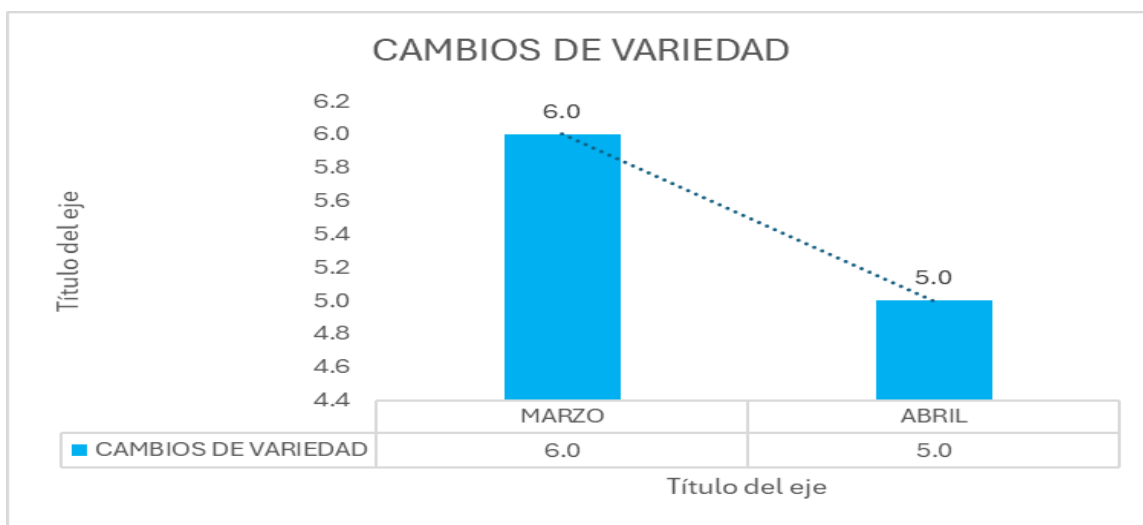
Equipo de mantenimiento autónomo



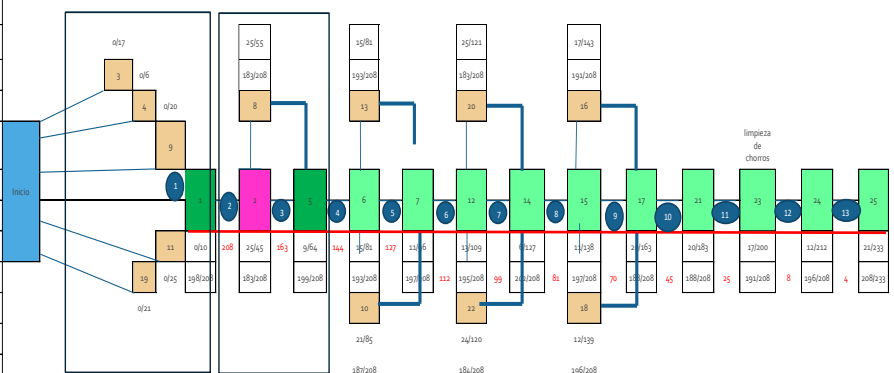
Fuente. Autoría propia

Figura 14

Cambio de variedad: abril y mayo



| OP | COLOR | codigo | Actividad | tiempo optimizado |
|-----------------|-------|--------|--|-------------------|
| AUX PROD | A | | Intervención tanque de preparación | 87 |
| OPMAQ | 1 | | Bajar el laminado y montar el de la nueva orden | 5 |
| OP LIDER 1 | 2 | | despeje de área producto laminado y envases | 5 |
| OPECDU 2 | 3 | | Se garantiza que se empaque todo lo que está saliendo del túnel para proceder a organizar carton | 8 |
| OPMAQ | 4 | | Limpieza de mordazas verticales, inferiores y puntalones | 5 |
| OPMAQ | 5 | | Instalación de mangueras de desague | 5 |
| OPMAQ | 6 | | Desarme de cono y soporte del laminado y mangueras de desague | 10 |
| AUX 7 | | | Lavado del cono y soporte del laminado | 8 |
| OP LIDER 1 | 8 | | Lavado para nivel sistema de dosificación | 20 |
| AUX 9 | | | Tiempo de lavado túnel | 10 |
| AUX 10 | | | Lavado de Manguera de desague | 15 |
| AUX 11 | | | Desarme de tubería y OTM | 20 |
| AUX 12 | | | Lavado de tubería y OTM | 15 |
| OPMAQ | 13 | | Limpieza de Tolva | 10 |
| OPMAQ | 14 | | desarme de boquillas | 5 |
| AUX 15 | | | Lavado de boquillas | 10 |
| OPMAQ | 16 | | Armado de boquillas | 15 |
| OPMAQ | 17 | | Armado de OTM | 15 |
| AUX 18 | | | Limpieza de acrilicos | 10 |
| AUX 19 | | | lavado de envasadora piso | 20 |
| OPECDU 2 | 20 | | Lavado de piso DTM | 20 |
| OP LIDER 1 | 21 | | Tiempo de lavado de piso salido de empaque | 15 |
| AUX 22 | | | Tiempo de lavado de banda de salida (empaque) | 20 |
| OPMAQ | 23 | | limpeza codificadora | 10 |
| AUX 24 | | | lavado de pasillo | 10 |
| Aux | 25 | | Lavado de banda de entrada a túnel | 15 |
| AUX PREPARACION | FIN | | paso de desinfectante | 10 |



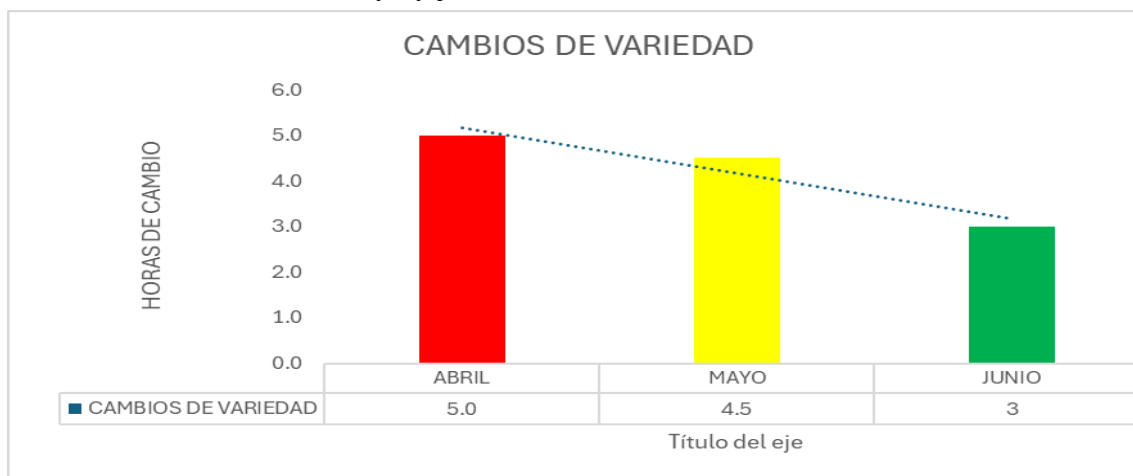
Aplicando todas las herramientas que vieron durante la segunda fase los operarios aplicaron los conocimientos adquiridos y atacan la primera mayor pérdida que es la de cambios de variedad ahí pierden más de 10 puntos de eficiencia (300 minutos), mediante un diagrama hacen secuencias y asignaciones de funciones lo cual los lleva a reducir tiempos de l actividad

Fuente. Autoría propia

El cambio de variedad refiere a una actividad de limpieza que se hace por el operario cada vez que va a cambiar de producto, hasta marzo e inicios de abril el promedio está en 300 minutos sin implementación de Mantenimiento Autónomo.

Figura 15

Cambio de variedad: abril, mayo y junio



Fuente. Autoría propia

Con el aumento de conocimiento de los operadores, logran alinear la matriz de habilidades y generan acciones para mejorar la disponibilidad de los equipos; en cambios de variedad logran disminuir 2 horas de lavado aproximadamente.

Fase 3 Optimizar la Eficiencia de Los Equipo

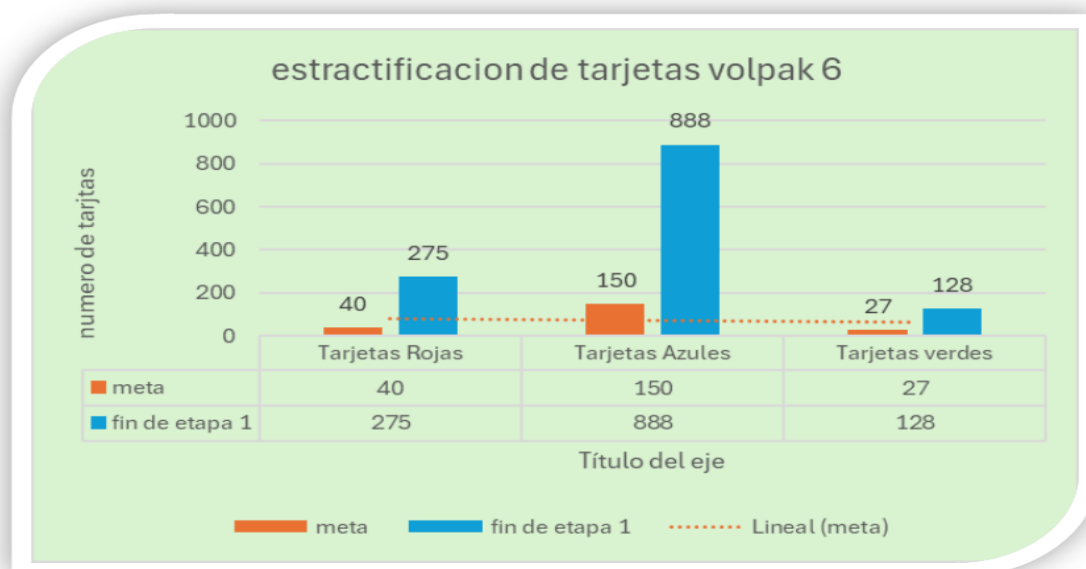
En esta fase ya se pueden evidenciar mejoras en los 3 objetivos de mantenimiento autónomo, identificación autónoma de anomalías con la herramienta de tarjetas rojas, tarjetas azules y verdes. Las tarjetas rojas se utilizan para identificar anomalías en los equipos, y así evitar averías

Las tarjetas azules se utilizan para reparar de forma autónoma algunas desviaciones que puedan intervenir en la primera fase los operarios, también para identificar fuentes de suciedad, sitios de difícil acceso y de contaminación.

Las tarjetas verdes son para detectar posibles riesgos que puedan afectar la salud y la integridad de los operarios.

Figura 16

Estratificación de tarjetas colpak6

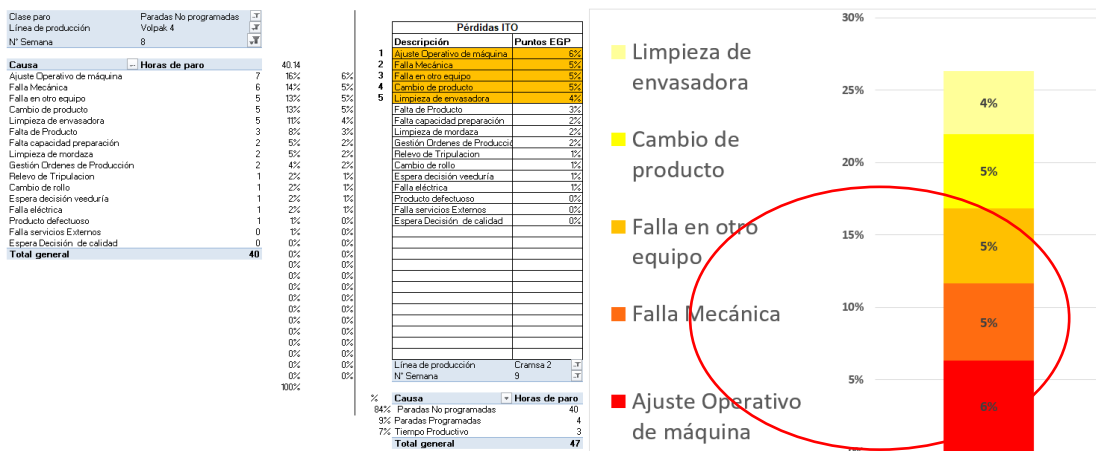


Fuente. Autoría propia

Averías y ajustes operativos en el mes de marzo eran las mayores pérdidas de la línea (Volar 6) antes de la implementación

Figura 17

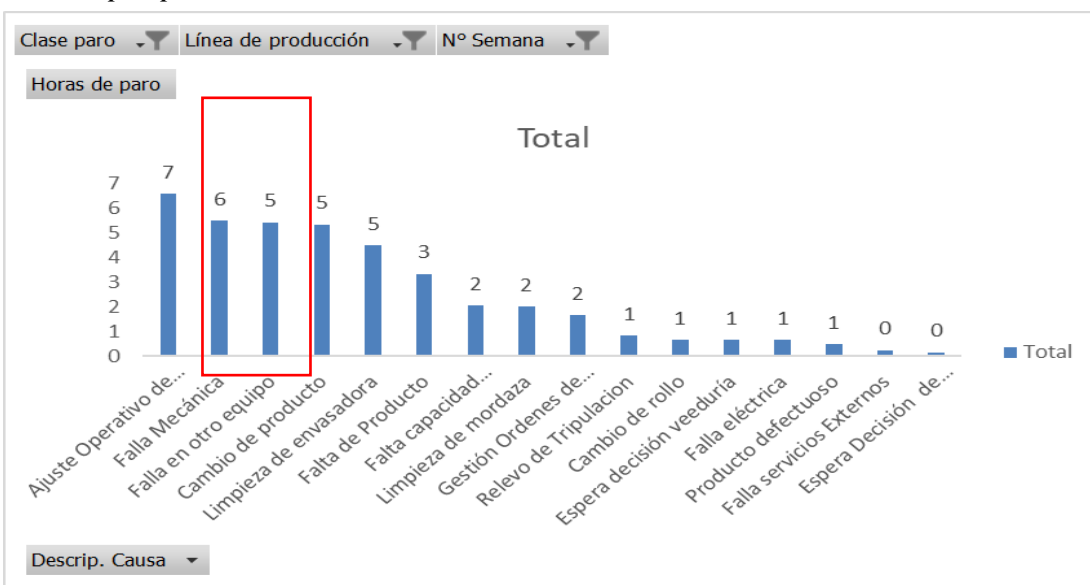
Pérdida de programación volpak 4



Fuente. Autoría propia

Figura 18

Pérdidas por paro de actividad



Fuente. Autoría propia

Resultados de estas pérdidas después de la implementación, pasan de ser las primeras a ser las ultimas entre las más grandes por horas perdidas

Figura 19

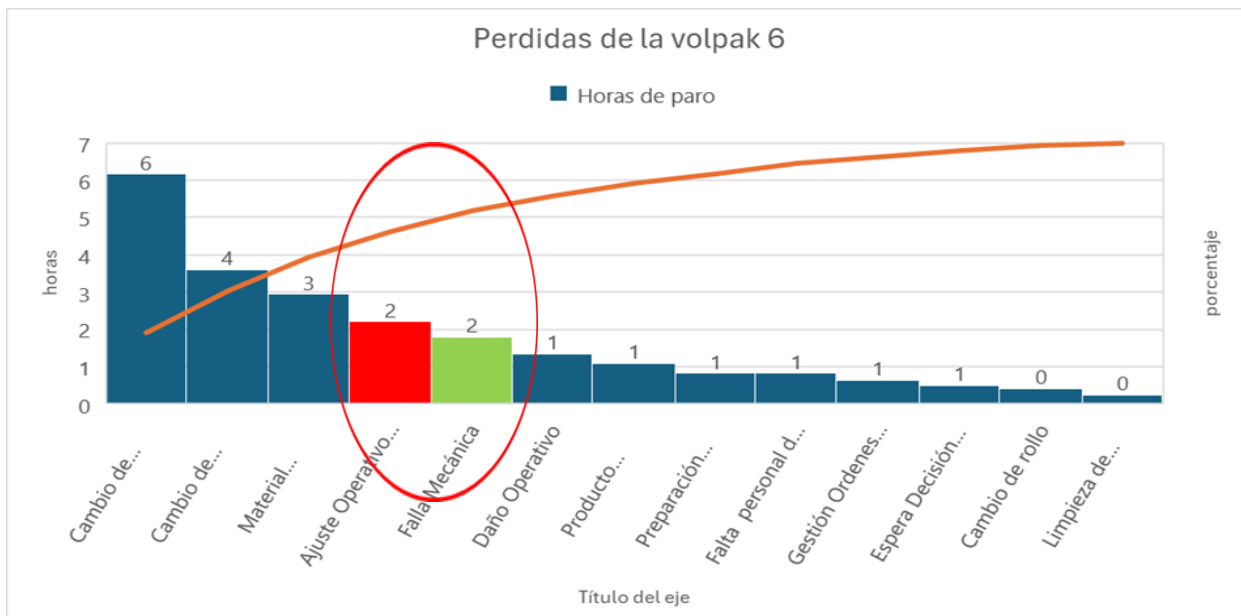
Paradas no programadas (automáticas)



Fuente. Autoría propia

Figura 20

Pérdida de volpar 6

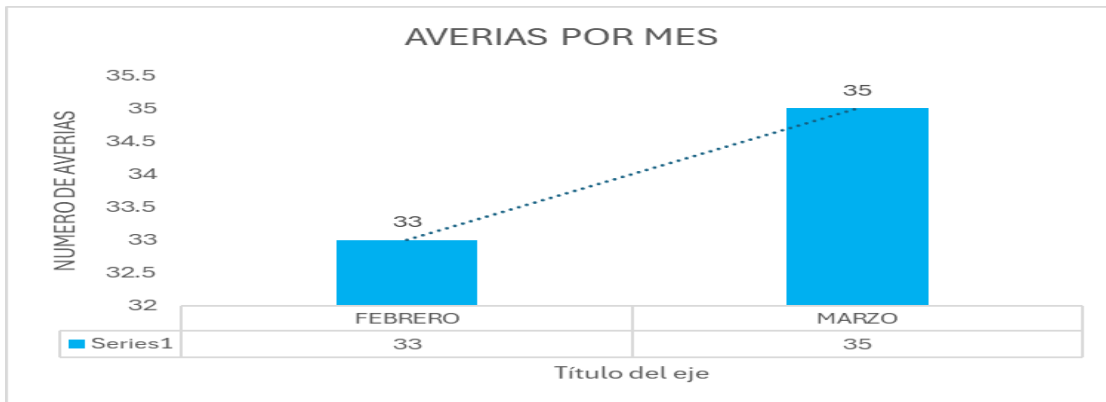


Fuente. Autoría propia

Tablas De Resultados De La Tercera Fase

Figura 21

Averías por mes

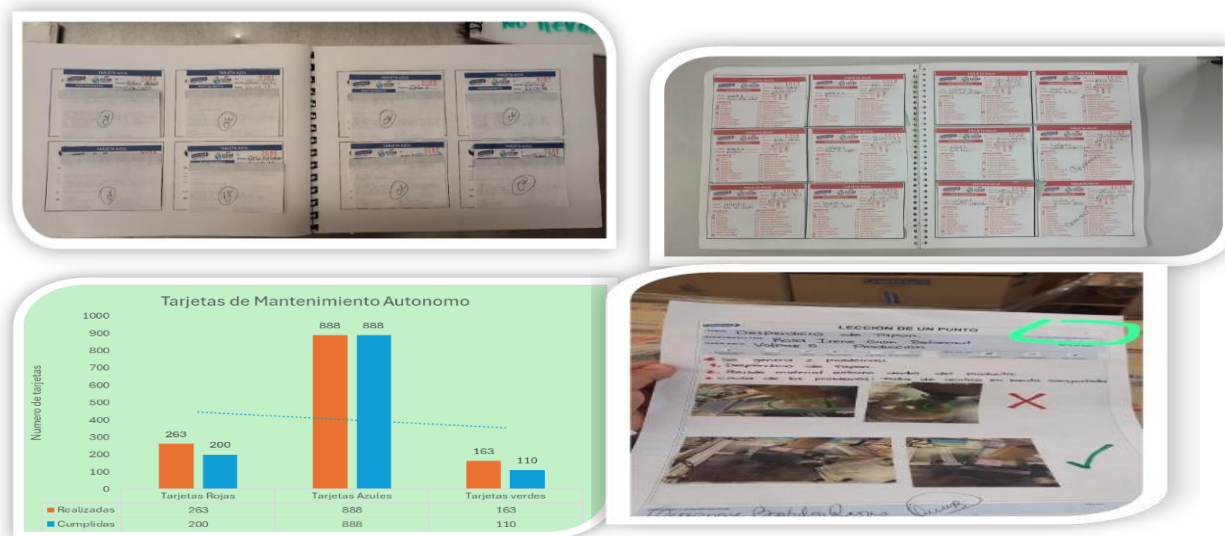


Fuente. Autoría propia

En los meses de febrero y marzo el número de averías era alto, promedio 31 sin aplicación de MA, desconocimiento de la funcionalidad de la maquina

Figura 22

Aplicación de tarjetas



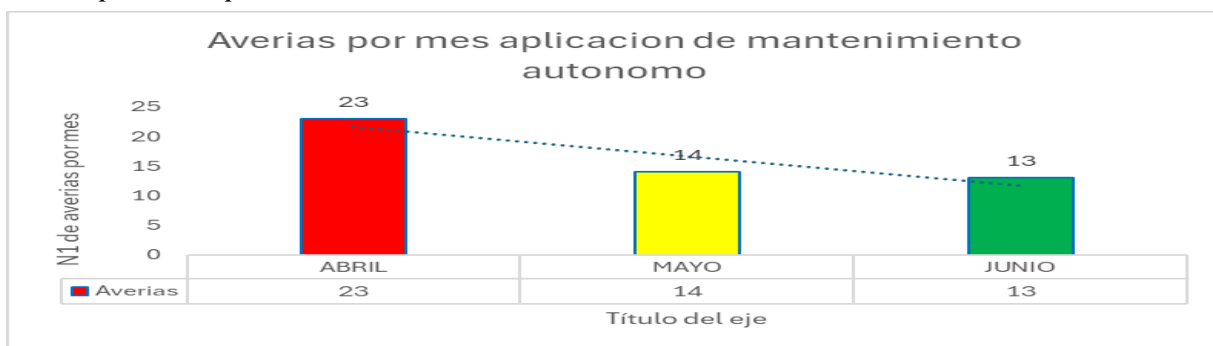
Fuente. Autoría propia

Los operadores en esta fase ya tienen la habilidad y competencia para transmitir información mediante herramientas de mantenimiento autónomo como las LUP

Evidencias de la gestión del equipo de mantenimiento autónomo con la aplicación de tarjetas que les ayuda a evitar anomalías, también las capacitaciones técnicas recibidas, estas son una herramienta que utilizan los operarios donde identifican que sistema puede estar afectándolos.

Figura 23

Averías por mes aplicación de mantenimiento autónomo

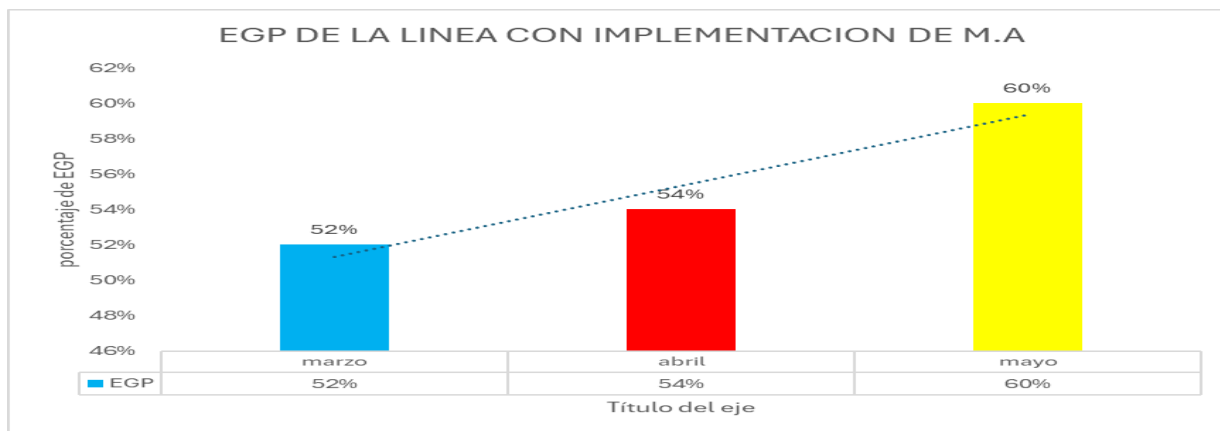


Fuente. Autoría propia

De acuerdo con la metodología, con el conocimiento de los operadores adquiridos hasta ese momento, empiezan a identificar anomalías que fueron atendidas rápidamente por los técnicos evitando paradas de maquina largas por averías y así aumentar la eficiencia de los equipos

Figura 24

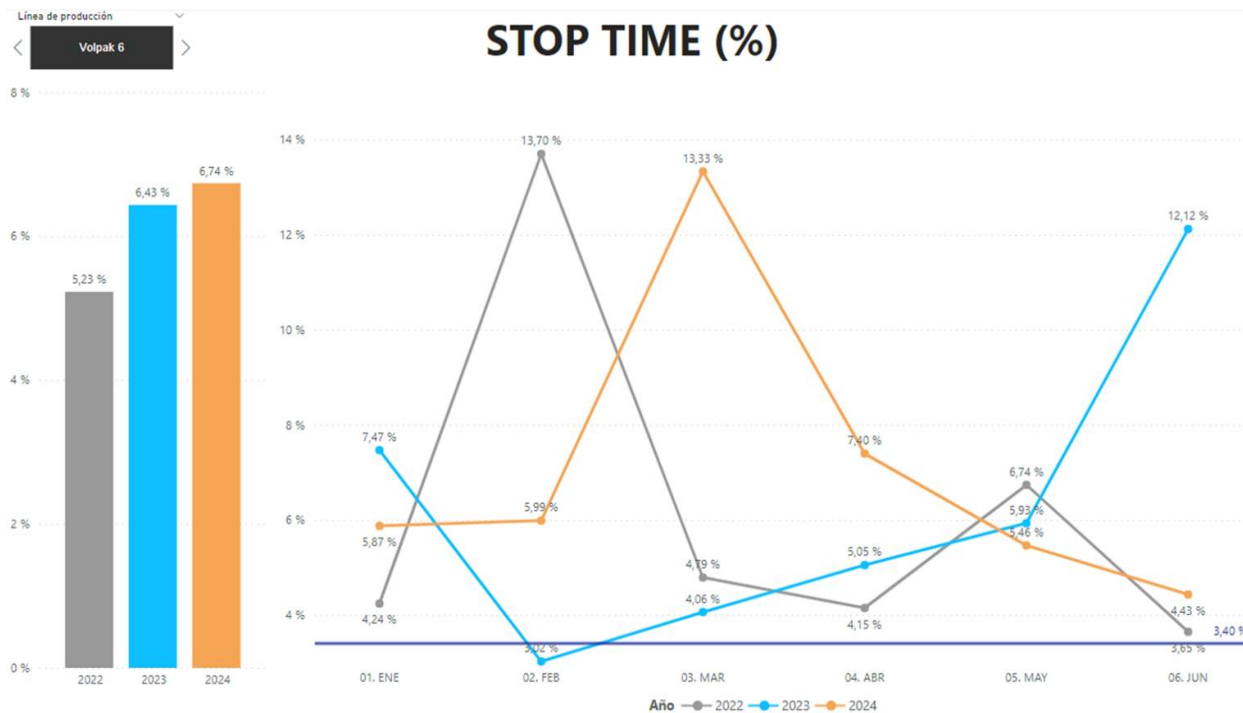
Crecimiento de la eficiencia operacional en los 3 primeros meses de la implementación



Fuente. Autoría propia

Figura 25

Grafica de disminución de tiempos muertos (paradas), aumento de disponibilidad de la línea

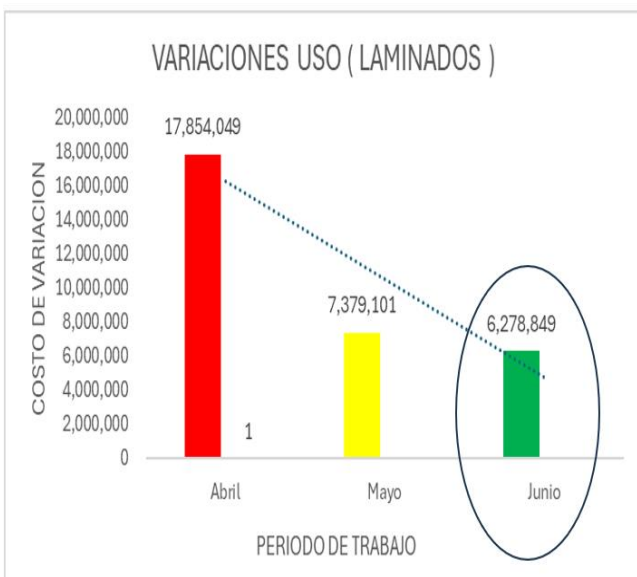


Fuente. Autoría propia

Otro indicador que se benefició por la implementación de Mantenimiento Autónomo:
CPV (Costo variable por producción) disminución de desperdicio de laminados

Figura 26

Variaciones usos laminados



Consumo de todo el laminado que trae la bobina y disminución de ajustes operativos

Fuente. Autoría propia

Conclusiones y Recomendaciones

En el desarrollo del trabajo podemos concluir que la implementación efectiva de la metodología de mantenimiento autónomo puede transformar significativamente las operaciones de una organización, mejorando la eficiencia, reduciendo costos y promoviendo una cultura de mejora continua, dejando en la parte operativa una formación técnica para garantizar el cumplimiento de los objetivos de bajar a cero los accidentes, de no cometer errores en la calidad del producto y mejorar en el indicador de costos por averías recurrentes

La implementación del mantenimiento autónomo empodera a los operadores, involucrándolos directamente en el mantenimiento y cuidado de sus máquinas. Esto aumenta su sentido de propiedad y responsabilidad hacia el equipo, lo que puede mejorar su ego como colaboradores y la satisfacción laboral.

Al realizar mantenimientos regulares y detectando problemas tempranamente, se reduce el tiempo de inactividad no planificado y se mejora la eficiencia operativa. Esto se traduce en una mayor disponibilidad de los equipos para la producción y una reducción de los costos operativos.

La metodología de mantenimiento autónomo promueve una cultura de mejora continua, donde los operadores están constantemente buscando formas de optimizar los procesos y mejorar el rendimiento de los equipos. Esto crea un entorno de trabajo más dinámico e innovador.

Otra de las recomendaciones para tener en cuenta por parte de las empresas invertir en la formación continua de los operadores. Esto incluye no solo el conocimiento técnico sobre el equipo, sino también habilidades en análisis de problemas y mejora de procesos.

Desarrollar y documentar procedimientos estándar para la limpieza, inspección, lubricación y reparaciones menores son indispensables para un buen procedimiento de ejecución

que ayuda al operador e eliminara errores por descuidos, estos procedimientos deben ser fáciles de seguir y estar accesibles para todos ellos.

Crear incentivos para que los operadores participen activamente en las actividades de mantenimiento autónomo. Esto puede incluir reconocimiento, recompensas o oportunidades de desarrollo profesional, Asegurar el compromiso y apoyo de la alta dirección es fundamental para el éxito de la implementación. La dirección debe proporcionar los recursos necesarios y fomentar una cultura de mantenimiento proactivo.

Con base en la implementación de Mantenimiento Autónomo y considerando los objetivos específicos de reducir tiempos de inactividad, aumentar la disponibilidad y optimizar la eficiencia de la máquina, se pueden extraer las siguientes conclusiones:

Se logró una reducción significativa de los tiempos de inactividad de la línea de producción, lo que permitió aumentar la producción y reducir costos. La disponibilidad de la línea aumentó, lo que permitió cumplir con los plazos de entrega y mejorar la satisfacción del cliente y la flexibilización de la máquina. Se optimizó la eficiencia de la línea, lo que permitió reducir costos de energía y materiales, y mejorar la productividad.

La implementación de Mantenimiento Autónomo permitió identificar y abordar problemas de raíz, lo que llevó a una mayor confiabilidad y eficiencia de los equipos. La capacitación y participación de los operadores en tareas de mantenimiento fueron clave para el éxito del programa. La implementación de un sistema de seguimiento y medición de indicadores clave de desempeño permitió evaluar el progreso y hacer ajustes en el programa. Se mejoró la comunicación y coordinación entre departamentos, lo que permitió una integración efectiva del Mantenimiento Autónomo en la operación general. La implementación de Mantenimiento

Autónomo permitió reducir la dependencia de personal externo y mejorar la autonomía de los operadores.

Bibliografía

- Agudelo Cely, N. (2004). Las líneas de investigación y la formación de investigadores: una mirada desde la administración y sus procesos formativos. *ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa*, 1 -11. Obtenido de <http://revista.iered.org/v1n1/pdf/ncagudelo.pdf>
- Alice Gomstyn, A. J. (26 de MARZO de 2024). *IBM*. Obtenido de IBM: <https://www.ibm.com/mx-es/topics/operational-efficiency>
- amorelli, s. (06 de junio de 2019). *tpm pro*. Obtenido de tpm pro: <https://tpmpro.com/historia-del-mantenimiento-y-origen-del-tpm/>
- Antich Bauza, M., & Orte Socias, M. (1991). Métodos de búsqueda documental: Creación de una guía. *Qurrriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*, 363 - 364. Obtenido de http://www.quadernsdigitals.net/datos/hemeroteca/r_12/nr_193/a_2752/2752.pdf
- Arias Ordóñez, J. (2008). *Análisis para la creación, organización y desarrollo de la biblioteca digital de Colombia*. Murcia, España: Universidad de Murcia. Obtenido de <https://www.tesisenred.net/bitstream/handle/10803/10913/AriasOrdenez.pdf?sequence=1>
- Baena Paz, G. M. (2017). *Metodología de la investigación (3a. ed.)*. Ciudad de Mexico, México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cecepsp/detail.action?docID=5213563>
- Becciu, S. (01 de agosto de 2023). *fullAudits*. Obtenido de fullAudits: <https://fullaudits.com/estandarizacion-de-procesos-aplicarla-y-ejemplos/>
- Fernandez, M. (26 de Octubre de 2023). *Factorial*. Obtenido de Factorial: <https://factorial.mx/blog/metodologia-de-las-5s/>

- Ferrer Sapena, A., Lloret Romero, N., Peset Mancebo, M. F., & Moreno Nuñez, M. (2002). *Guía metodológica para la implantación de una biblioteca digital universitaria*. Valencia, España: Universidad Complutense de Madrid. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/RGID/article/download/RGID0202220479A/10126>
- Giraldo Ospina, B. (N/A). *Metodología de la Investigación*. Fundación Centro Colombiano de Estudios Profesionales, Cali.
- Guerrero Dávila, G., & Guerrero Dávila, M. C. (2014). *Metodología de la Investigación*. México D.F, México: Grupo Editorial Patria. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cecepsp/detail.action?docID=3228613>
- Indeed. (14 de Diciembre de 2022). Obtenido de <https://mx.indeed.com/orientacion-profesional/desarrollo-profesional/como-crear-matriz-habilidades-competencias>
- infraspeakhelper. (13 de septiembre de 2023). *infraspeak*. Obtenido de [infraspeak: https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-autonomo-tpm/](https://blog.infraspeak.com/es/mantenimiento-autonomo-tpm/)
- Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. (2015). *Protocolo para aprobación de líneas de investigación de interés para los grupos de investigación de las facultades*. Bogotá. Obtenido de <https://apps2.poligran.edu.co/iaplicada/docs/98.pdf>
- Kaizen. (2022). *Kaizen institute*. Obtenido de Kaizen institute: <https://kaizen.com/es/insights-es/mantenimiento-autonomo/>
- Kaizenlab. (20 de noviembre de 2023). *thekaizenlab*. Obtenido de [thekaizenlab: https://thekaizenlab.com/mantenimiento-autonomo/](https://thekaizenlab.com/mantenimiento-autonomo/)
- Loayan, S. (13 de 01 de 2024). *Asana*. Obtenido de Assana: <https://asana.com/es/resources/continuous-improvement>

- Mancuzo, G. (2 de octubre de 2020). Obtenido de <https://blog.comparasoftware.com/6-grandes-perdidas-del-tpm/#:~:text=Las%206%20Grandes%20P%C3%A9rdidas%20del%20TPM%201%201.,por%20Puesta%20en%20Marcha%2C%20Cambios%20o%20Paradas%20>
- Medina, J. (11 de febrero de 2022). *Toyota*. Obtenido de Toyota: <https://blog.toyota-forklifts.es/tpm-total-productive-maintenance-produccion-vs-mantenimiento>
- Niño Rojas, V. M. (2011). *Metodología de la Investigación: diseño y ejecución*. Bogotá, Colombia: Ediciones de la U. Obtenido de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/cecepsp/detail.action?docID=3198784>
- Palacios Torres, P. M., & Naranjo García, S. L. (2008). *Diseño de un servicio de referencia digital en la biblioteca María Cristina Niño Michelsen del Politécnico Granacolombiano*. Bogotá, Colombia: Pontificia Universidad Javeriana. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/5432/tesis62.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Pimentel, C. (27 de Diciembre de 2022). *Evalart*. Obtenido de Evalart: <https://evalart.com/es/blog/beneficios-de-la-capacitacion-y-el-desarrollo-del-talento-humano/>
- Predictiva. (21 de septiembre de 2021). Obtenido de <https://predictiva21.com/mantenimiento-autonomo/#:~:text=Para%20resumir%2C%20estos%20son%20los%20principales%20beneficios%20del,la%20participaci%C3%B3n%20e%20implicaci%C3%B3n%20de%20todos%20los%20empleados.>
- Rico de Alonso, A. (1996). La investigación en la universidad colombiana: contexto y estrategias. *Nómadas: Comunicación-Educación, una relación estratégica*(5). Obtenido

de

http://nomadas.ucentral.edu.co/nomadas/pdf/nomadas_5/05_12R_InvestigacionenlauniversidadColombiana.pdf

Riquelme, M. (13 de Octubre de 2017). *web y empresas*. Obtenido de web y empresas:

<https://www.webyempresas.com/que-son-los-costos-de-mantenimiento/>

Rodríguez Jiménez, A., & Pérez Jacinto, A. O. (2017). Métodos científicos de indagación y de construcción del conocimiento. *Revista EAN*, 175-195. Obtenido de

<https://journal.universidadean.edu.co/index.php/Revista/article/view/1647/1661>

Rodríguez Sánchez, M., Alcoba González, J., Hernández Sellés, N., Insa Ghisaura, D., & Morata Sebastián, R. (2014). *E-learning y gestión del conocimiento*. Buenos Aires, Argentina:

Miño y Dávila. Obtenido de

<https://ebookcentral.proquest.com/lib/cecepssp/detail.action?docID=3226004>

Rodriguez, G. (23 de junio de 2023). *AUVO*. Obtenido de Auvo:

<https://www.blog.auvo.com/latam/matriz-criticidade-equipos>

SPCgroup. (9 de Abril de 2013). Obtenido de <https://spcgroup.com.mx/mantenimiento-autonomo-en-7-pasos/>

Suzuki, T. (2017). Tpm en industrias del proceso. En T. Suzuki, *Tpm en industrias del proceso* (págs. (87-143)). Routledge.

Suzuki, T. (s.f.). TPM industrias del proceso. En T. Suzuki, *TPM industrias del proceso* (pág. 323).

Talbert, M. (04 de febrero de 2024). *Asana*. Obtenido de Asana:

<https://asana.com/es/resources/create-project-management-timeline-template>

Toyo, S. (29 de marzo de 2023). *Fracttal*. Obtenido de Fracttal:

<https://www.fracttal.com/es/blog/que-es-el-mantenimiento-autonomo-en-tpm>

tutoriales, G. (12 de febrero de 2016). *gestion de operaciones*. Obtenido de gestion de

operaciones: https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-just-in-time-jit-o-justo-a-tiempo/#google_vignette

Zambelli, R. (19 de marzo de 2021). *Checklistfacil*. Obtenido de Checklistfacil: [https://blog-](https://blog-es.checklistfacil.com/estandarizacion-de-procesos/)

[es.checklistfacil.com/estandarizacion-de-procesos/](https://blog-es.checklistfacil.com/estandarizacion-de-procesos/)

Zamora Fonseca, R., & Cañedo Iglesias, C. (2008). La Biblioteca Virtual: Reflexiones y

consideraciones teóricas. *BIBLIOS*, 1-14. Obtenido de

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=16118983004>

Apéndices

Apéndice A

Registro Fotográfico de la Investigación



Nota. Auditorias de conceptos y de resultados de la implementación con acompañamientos de las áreas implicadas como calidad, seguridad y mejoramiento; conceptos recogidos de otras empresas. *Fuente.* Autoría propia (2024).