

Increased equipment performance in agro-industrial companies through a maintenance model based on the TPM approach

Renzo Condo-Palomino, BSc¹, Leandro Cruz-Barreto, BSc¹, and Juan Quiroz-Flores, PhD¹

¹Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Peru,
u201523309@upc.edu.pe, u201621076@upc.edu.pe, pcijqui@upc.edu.pe

Abstract– The canned chicken industry is considered one of the main sectors in the country. Due to the increase in the production of chicken meat for sale in different forms, including the production of canned chicken, both nationally and internationally, a canning company must improve its productivity to achieve a better market share, focusing on quality, performance and availability of machinery through production planning. This research can be used by companies engaged in the production of canned chicken and all kinds of canned food, as well as different other companies in different economic sectors, where production planning depends on scheduled and unscheduled stops for proper maintenance planning. The proposed model based on the TPM methodology helps to increase the performance factor index from 77.11% to 89.44%, increasing the OEE from 64.66% to 79.69%. The use of the standardization tool achieves the reduction of corrective maintenance management time. The use of the SMED tool helps equipment management to level the working speed index in the production line and the maintenance planning tool focuses on configuring the total system of preventive, autonomous and corrective maintenance as prevention and establishes continuous production with less downtime.

Keywords-- Maintenance, TPM, canned poultry, Standardized Labor, SMED, maintenance planning.

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.77>

ISBN: 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

Incremento del rendimiento de los equipos en empresas del sector agroindustrial a través de un Modelo de Mantenimiento bajo el enfoque del TPM

Renzo Condo-Palomino, Bsc¹, Leandro Cruz-Barreto, Bsc¹ and Juan Quiroz-Flores PhD¹

¹Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Peru, u201523309@upc.edu.pe, u201621076@upc.edu.pe, pciijqui@upc.edu.p

Abstract— La industria de las conservas de pollo es considerada como uno de los sectores principales del país. Debido a los incrementos de producción de carne de pollo para su venta en diferentes formas y entre ellas, la producción de conserva de pollo, tanto a nivel nacional como internacional, una empresa productora de conservas debe mejorar su productividad para lograr una mejor participación en el mercado, para ello debe enfocarse en la calidad, rendimiento y disponibilidad de las máquinas por medio de un planeamiento de producción. Esta investigación puede utilizarse por las empresas que se dedican a la producción de conservas de pollo y de toda clase de conservas, así como diferentes otras empresas de diferentes sectores económicos, en donde el planeamiento de producción depende de las paradas programadas y no programadas por un debido planeamiento de mantenimientos. El modelo de mantenimiento basado en la metodología TPM ayuda a incrementar el índice del factor de rendimiento de 77.11% a 89.44%, incrementando el OEE de 64.66% a 79.69%. El uso de la herramienta de estandarización logra la reducción de tiempo de la gestión de mantenimientos correctivos. El uso de la herramienta de SMED ayuda a la gestión de equipos para nivelar el índice de velocidad de trabajo en la línea de producción y la herramienta de planeamiento de mantenimientos se enfoca en configurar el sistema total de mantenimientos preventivos, autónomos y correctivos como prevención y establece una producción continua con menor cantidad de paradas.

Palabras claves— Mantenimiento, TPM, conservas de pollo, Trabajo Estandarizado, SMED, planeamiento de mantenimientos

I. INTRODUCCIÓN

Según informe técnico de Producción Nacional del Instituto Nacional de Informática y Estadística (INEI) al término del año 2019, la evolución de la actividad pecuaria se determinó por el incremento de producción de ave en 3.91%. [1]. De acuerdo con el Boletín estadístico del Ministerio de Agricultura y Riego indica que se incrementó la producción de pollo de 1 581.8 a 1 651.9 de miles de toneladas, habiendo una variación de 4.4% de incremento, siendo el pollo la principal producción de carne de ave. Perú es gran consumidor de carne de pollo, siendo los mejores meses de producción julio y agosto, así como diciembre, y el

mes que menos se produce es el mes de febrero y luego de enero. La empresa bajo estudio representa una venta de 111.21 TN equivalente a sólo el 0.007% de la producción de carne de pollo del año 2019. Por lo tanto, se requiere para el mejor desempeño de una empresa en este sector económico considere incrementar la eficiencia de los equipos para reducir las paradas y, por consiguiente, elevar la competitividad nacional y posiblemente exportaciones. [2]

La baja eficiencia de los equipos (OEE) en la línea de producción incrementa los costos, debido al bajo índice del factor de rendimiento, el cual es uno de los factores del OEE [3, 4]. La empresa de conservas de pollo presenta una pérdida por S/398,382.10 lo cual incluye el exceso de horas en mantenimientos correctivos, horas por el reproceso de productos no conformes (PNC) y el propio costo de los insumos de PNC. La implementación de TPM utilizando las herramientas de estandarización de trabajo, SMED y planeamiento de mantenimientos proyecta el incremento del OEE de la línea de producción, reduciendo el tiempo de ejecución de mantenimientos correctivos de 12.21 horas a un objetivo de 2.72 horas.

En el estudio bibliográfico la implementación de Lean mejora la productividad general en las industrias manufactureras [5, 6]. Además, se especifica una empresa que aplicó TPM para enfrentar las nuevas necesidades que existen en el mercado y aumentar su desempeño productivo a nivel internacional eliminando los desperdicios que no agregan valor específicamente en el factor de rendimiento [7], después de utilizar diferentes herramientas como estandarización de trabajo, mantenimiento autónomo y SMED se mejoró el OEE del 58.79% al 70.08 comparándose con el nivel de clase mundial [8]. En otro caso, con respecto a producción general, se utilizó herramientas como estandarización de trabajo y VSM logró incrementar el OEE de 76% a 83%, por debajo del nivel de clase mundial pero aceptable como el inicio de la implementación de TPM [9]. Por último, en el caso de otra empresa de producción, al implementar TPM con las herramientas de estandarización de trabajo y SMED logró el

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.77>

ISBN: 978-628-95207-0-5 ISSN: 2414-6390

planeamiento de mantenimientos y a la vez mejorando el tiempo del proceso de 68.74 minutos a 24.5 minutos, incrementando la producción de 16953 a 21299 partes y rechazando de 679 a 625 partes. Teniendo como resultado el incremento de OEE de 58.74% a 68.41% en donde el factor de rendimiento incrementó de 78.88% a 80.81% [10]. Por lo tanto, al aplicar la metodología TPM con una mezcla de herramientas reduce los tiempos, productos no conformes, incrementa la producción y por ende el factor de rendimiento y OEE [11, 12].

La metodología TPM se enfoca en la gestión de mantenimientos introduciendo diferentes herramientas para cumplir los pilares de TPM que según la investigación se seleccionan con la finalidad de reducir tiempos y rechazos de productos no conformes logrando el incremento de los factores de calidad, rendimiento y disponibilidad de OEE y el propio OEE [13]. La herramienta de estandarización de trabajo se utiliza para reducir los tiempos de los mantenimientos correctivos [14] y la inversa de esta reducción es el cumplimiento de mayor cantidad de mantenimientos preventivos y correctivos. La herramienta de SMED, tiene el propósito de mejorar la gestión de los equipos [15] con la finalidad de mejorar la velocidad de producción. Y por último el planeamiento de mantenimientos se refiere a la misma programación [16] que parte de los mantenimientos correctivos para mejorar el cumplimiento de mantenimientos preventivos y autónomos.

El artículo comprende de la primera parte sobre el desarrollo del estado del arte, la segunda parte se enfoca en el proceso de mejora utilizando una mezcla de herramientas. En la tercera parte es la validación del proceso de mejora, en la cuarta parte comprende la discusión del aporte y por último las conclusiones del estudio.

II. ESTADO DEL ARTE

A. TPM

TPM es una filosofía que implica a toda la organización incrementando de esta forma los niveles de entendimiento, manejo, eficiencia y trabajo en grupo en cada una de las superficies [17].

La metodología TPM no solo optimiza la efectividad del sistema, sino que además se incrementa la eficiencia de toda la organización [14]. Por otro lado, TPM usa varias ocupaciones de mantenimiento, que provienen del mantenimiento preventivo, y se enfoca en remover las pérdidas de eficiencia. [13,18]. Para la implementación se utilizan los pilares de TPM son el pilar de las 5 S, pilar de educación y capacitación, pilar de mantenimiento planificado, pilar de mantenimiento autónomo, pilar de gestión de la calidad (QM), pilar de seguridad, salud y medio ambiente, pilar de administración y el pilar conocido como prevención de

mantenimiento. [17]

B. ESTANDARIZACIÓN DE TRABAJO

La estandarización de trabajo en una herramienta de TPM se realiza con la metodología como parte del sistema de fabricación en la industria seleccionada y para identificar el problema para mejorar el proceso de un proceso para mantenimiento. Se analiza las averías para conocer las zonas de cuello de botella y recomendar las acciones de mantenimiento necesarias. [19, 20]

También la estandarización se refiere a la implementación de mantenimiento autónomos para incrementar la mantenibilidad y confiabilidad del equipo junto con exitosos programas de capacitación en educación, talleres y seminarios de los empleados que participaron en las actividades de TPM. [14]. Se calcula el OEE de tal manera que los cuellos de botella del proceso afectan el rendimiento del proceso u otros puntos críticos o costosos. [9]. Se analizan los datos históricos para mejorar el proceso y finalmente estandarizar el proceso. [21]

C. SMED

La implementación del SMED se complementa con el tipo de fabricación que se va a analizar (producción y componentes automotrices, semiconductores, muebles o alimentos, etc.). [22,23]. En la herramienta de SMED, los beneficios se presentan de forma numérica como la disminución de costos de fabricación, alta mejora en la línea de producción, mayor eficiencia en la maquinaria, mayor experiencia del personal involucrados en la optimización de la producción (operadores, mecánicos, etc.) y del mantenimiento. [24].

Para implementar el SMED con la posibilidad de introducir la herramienta VSM (mapa de valor), midiendo los datos finales de la técnica SMED usando el tiempo intermedio en las averías de las fallas (MTTR) y el tiempo medio para arreglar la avería de la falla (MTTR) a lo largo mediante indicadores como por ejemplo de la eficacia global del equipo (OEE) como parte de la implementación. [15,25].

Para la implementación de SMED se debe realizar la eliminación de residuos y el aumento de la productividad en el sector del mecanizado de la empresa. [26]. Es fundamental reducir el desperdicio en todos los sectores del proceso productivo, utilizando los buenos principios y prácticas Lean, como el SMED. [27]

A. Planificación de mantenimientos

Para la planificación de mantenimientos se requiere el análisis del tiempo de inactividad. El tiempo de inactividad se divide en tres categorías principales, como Paradas planificadas, Fallos y Configuraciones. [28,29]

TPM crea un sistema completo para el Mantenimiento Preventivo (MP) de los equipos durante toda su vida útil. [8, 30].

Las actividades de la planificación de una gestión del mantenimiento son reparar, reemplazar, revisar, inspeccionar, dar servicio, ajustar, probar, medir y detectar fallas con el fin de evitar cualquier falla que provoque interrupciones en las operaciones de producción, que de acuerdo con la demanda de producción se planifica los mantenimientos requeridos para una continuidad en la producción. [31], la planificación de los mantenimientos también debe considerar las sugerencias de los fabricantes de cada uno de los equipos, así como la vida útil de dichos equipos o maquinarias [15]. Asimismo, el mantenimiento innecesario o inadecuado representa alrededor del 30% de todos los costos de mantenimiento [32]

III. PROPUESTA INNOVADORA

El modelo de mantenimiento se ha desarrollado en base a los pilares de TPM y una mezcla de herramientas como Estandarización de trabajo, SMED y planeamiento de mantenimientos con el objetivo de mejorar el factor de rendimiento y por consiguiente la mejora del OEE.

La propuesta de mejora se basa en los pilares de TPM requeridos en específico para la solución del bajo rendimiento en producción.

Con respecto al proyecto propuesto se explica en la figura 1, se inició con el análisis de la base de datos de la empresa, con el fin de analizar las causas que se presenta la baja eficiencia en la máquina en estudio. Se utilizó el despliegue de la problemática mediante un análisis con la ayuda del árbol de problemas. Asimismo, cabe señalar que se utilizó VSM de tal manera que se identifiquen las actividades sin valor agregado y cuellos de botella, también identificar la aplicación de la estandarización de trabajo y la propuesta de un orden de herramientas en el área de mantenimientos. Con el fin de una mejora continua, se aplica SMED para una configuración constante de la máquina, ya que existe una falta de control por parte del personal en la configuración diaria. Por último, se propone un plan de mantenimiento con el fin de que los operarios tengan el conocimiento de las soluciones inmediatas a cualquier falla, en otras palabras, la creación de un mantenimiento autónomo para la optimización de soluciones.

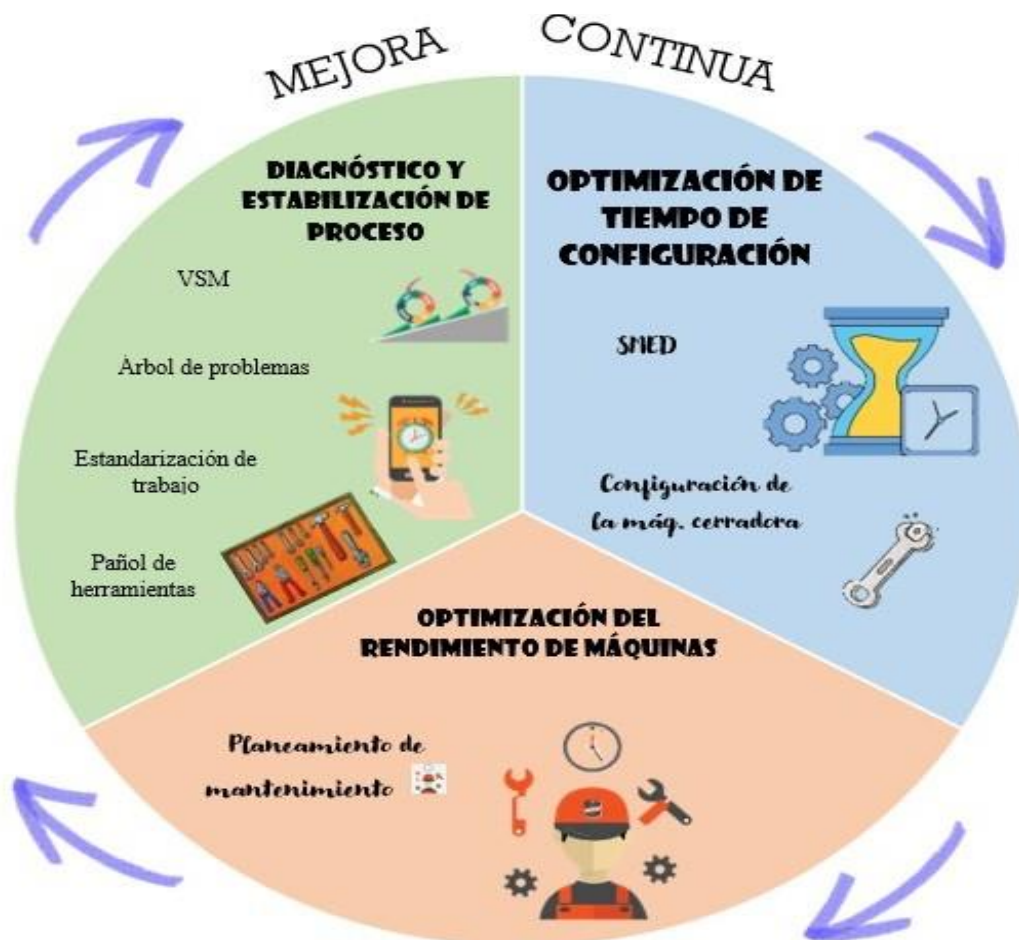


Figura 1. Modelo de Mantenimiento bajo el enfoque del TPM

1) Fase 1: Preparación del proceso de implementación de TPM

Se desarrolla el equipo TPM, en donde el gerente de plantase nombra como patrocinador ya que será la persona que avalará la implementación de TPM, siendo el nexo de inversión y desarrollo de TPM en la magnitud del proyecto, el jefe de planta es el líder de la implementación de TPM cuya función principal es la de hacer cumplir el desarrollo de TPM junto con el sub líder nombrado al jefe de mantenimiento y los operarios son los miembros del equipo cuya función es la de ejecutar la nueva gestión de mantenimientos.

2) Fase 2: Implementación del pilar de educación y capacitación

Para implementar el pilar de educación y capacitación se establece la contratación de un tercero para cumplir con este rol y posteriormente los estudiantes sean los que capaciten a otros operarios cuando se extienda la implementación de TPM.

La capacitación incluye la metodología de TPM, pilares, indicadores como OEE y sus factores, así como las herramientas de estandarización de trabajo, SMED y planeamiento de mantenimientos, también incluye la detección de averías y de revisión empoderando a cada uno de los operarios como parte de la calidad del proceso.

La inversión por capacitación es de 25,000 PEN y las horas extras por capacitación para un total de 50 operarios es de 46,875 PEN.

3) Fase 3: Implementación del pilar de mantenimiento enfocado

Este pilar se refiere a la implementación de las herramientas de estandarización de trabajo y SMED.

a) Estandarización de trabajo

La estandarización de trabajo se enfoca en la reducción de tiempos en la ejecución de mantenimientos correctivos (MC) utilizando el DAP donde en el proceso actual las actividades de limpieza del motor, suciedad y superficie del motor va en paralelo a revisión del cabezal de cierre con cambio de repuestos, luego de ello se hacen revisiones por fugas del sistema de lubricación y el sistema hidráulico por fugas teniendo la actividad en paralelo de revisión de niveles de aceite de dichos sistemas para poder rellenar o cambiar y revisión de mangueras y otros. Seguido de un ajuste de tuercas, tornillos en paralelo a la revisión de cables, conexiones y medición de energía. Para poder abrirlo y repararlo ensamblando las piezas nuevamente revisando los medidores, como último se hace la operación de prueba y control de calidad. Teniendo un total de 11.15 horas en el proceso de ejecución para la máquina cerradora.

Para el mantenimiento correctivo también se realizó

un DAP actual y de mejora. Donde el proceso actual del MC empieza con la recepción de requerimiento de equipos para poder ser diagnosticados preparando las herramientas requeridas para realizar el diagnóstico inmediatamente. Luego de ello se elabora un informe y lista de repuestos para las compras y la elaboración de OC donde se pone en la recepción y conversión en lista de respuesta a orden de compras. Empezando las ejecuciones de mantenimiento correctivo de equipos, luego la prueba y entrega de equipos.

Para el proceso de mejora del mantenimiento correctivo empieza con la alerta de ejecución de mantenimiento a operario el mismo día 2 horas antes y luego a la hora para una reducción de tiempos. Asimismo, para la preparación de herramientas requeridas con la alarma de anticipación a la ejecución del mantenimiento correctivo para realizar un diagnóstico rápido subiendo automáticamente el informe en la Tablet con formulario ya preparado para solo marcar y completar algunas indicaciones de los repuestos. Seguidamente, se compra, revisa, convierte y envía el orden de compras al proveedor para luego empezar con la ejecución de MC de equipos donde se apoya a un pañol de herramientas para evitar la falta de herramienta a la mano, manual de equipos no disponibles, herramientas desordenadas. Se termina dejando en el área de mantenimiento para realizar la prueba y entrega del equipo a producción.

En el proceso actual de la gestión de MC se mejora al aplicar primero la estandarización de la actividad de ejecución de MC y luego con los cambios hechos a las otras actividades que comprenden este proceso como la recepción de requerimientos de MC, diagnóstico, elaboración de informe, compras, pruebas de equipos y entrega de equipos de 12.21 horas a 4.66 horas.

Por lo que se concluye que al aplicar las mejoras al proceso general y actividad de ejecución de MC se reduce los tiempos, llevando a que el tiempo de los MC sean menores si es que se asumen que sigan la misma cantidad de ellos. Sin embargo, al aplicar el planeamiento se deduce que al cumplir la ejecución de mantenimientos preventivos (MP) y autónomos (MA) se reducirá la frecuencia de los MC

b) SMED

Al aplicar SMED en la cerradora por el tiempo de puesta en marcha y configuración además se incluyen los mantenimientos autónomos y teniendo en consideración que la velocidad es de 15 latas por minuto y sólo llega a 9.76 latas por minuto. Al reducir el tiempo de configuración se reduce el tiempo por día de 8 horas a 4.36 horas por lo que se planea la ejecución de la cerradora en 1100 horas por año a diferencia del resto de máquinas que requieren 1764 horas, sin embargo, el tiempo operativo de la cerradora es de 1076.37 horas a diferencia de las otras máquinas que se proyecta a 1667 horas,

se incrementa la velocidad a 13.75 latas/minuto, incrementándose la producción y reduciéndose los productos no conformes.

En conclusión, el OEE de la cerradora se mejora de 48.43% a 87.34% incrementando el OEE del sistema 64.66% a 79.69%, por el incremento del índice del factor de rendimiento de la cerradora de 65.07% a 91.67%.

4) Fase 4: Implementación del pilar de mantenimiento planificado

Los mantenimientos preventivos se realizan fuera de hora de producción para no interrumpir la producción [33], se tiene el proceso de cumplimiento de MP de 12 al año que se determinó en la estandarización de trabajo como parte del recordatorio de ejecución de MP con mecanismos de sonido y visuales.

Al asumir que los MP se cumplen y dejándose la ejecución de los MP actuales de los otros equipos.

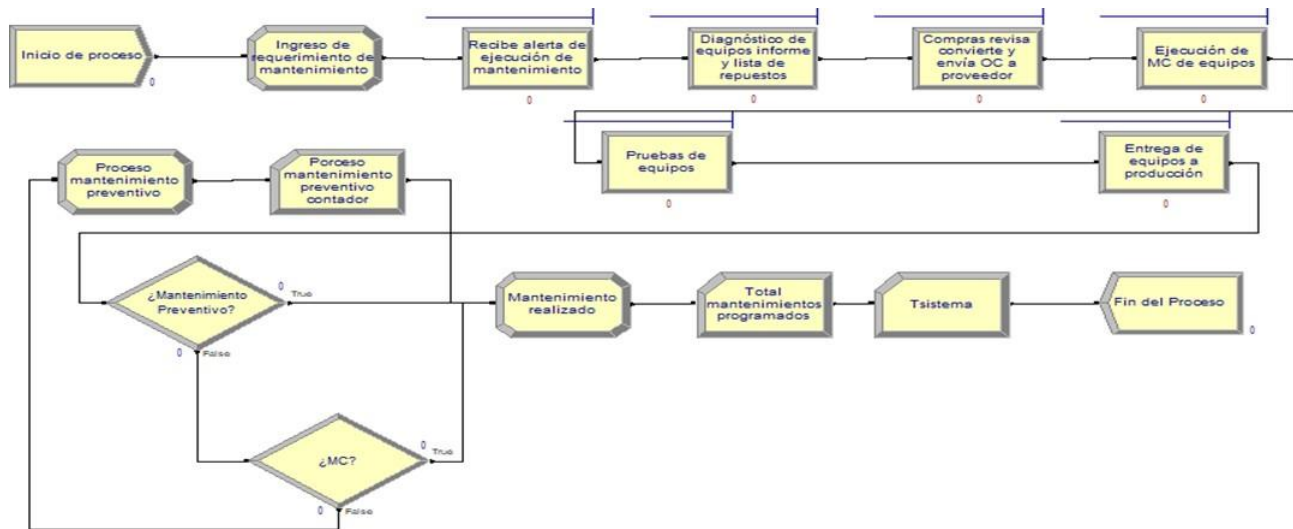


Figura 2. Representación del Sistema en el software de Simulación Arena Simulator

Los indicadores tienen una importancia a la medición de metas y objetivos o aplicaciones propuestas para un tiempo determinado.

• Índice de OEE sistema: permite calcular la eficiencia de una máquina o de varias máquinas, a través de la disponibilidad, calidad y rendimiento en promedio por mes [34, 35].

$$\%OEE = disponibilidad * calidad * rendimiento$$

• Índice de disponibilidad: permite calcular el tiempo operativo actual de las máquinas con la producción planeada.

$$\%Disponibilidad = \frac{Tiempo Operativo}{Tiempo de producción planeada} \times 100$$

• Índice de calidad: permite calcular la cantidad real de una buena producción, a través de las latas buenas con la producción requerida.

$$\%Calidad = \frac{Producto bueno}{Producción requerida} \times 100$$

Producción requerida

• Índice de rendimiento: permite calcular la velocidad del trabajo de máquinas y su desempeño.

$$\%Rendimiento = \frac{N^{\circ} total de und}{Tiempo operativo * vel. maxima} \times 100$$

En la figura 4 se detallan cuáles son los pasos para la implementación de la herramienta propuesta a nivel de flujoograma.

IV. VALIDACIÓN

El presente estudio tiene como desarrollo la mejora continua a través de herramientas planteadas y propuestas que se realizaran en una empresa pyme de conservas de pollo con el objetivo de tener resultados en un escenario real.

En el caso de estudio, se cuenta con una línea de producción donde se obtuvo 98746 latas como productos no conformes teniendo en un índice de 11.75% de la producción planeada comparado con el margen establecido mundial para la industria alimentaria es de 3.73%, esto evidencia que la empresa estudiada tiene un índice alto. Asimismo, para la identificación de la máquina que realiza mayor cantidad de PNC es la máquina cerradora equivalente al 7.56% estando encima del margen establecido por la empresa de un 3%.

Los principales resultados en el inicio del caso en estudio demuestran un nivel accesible en productos defectuosos y tiempo de no producción mediante la brecha técnica. En la actualidad, la empresa en estudio muestra un rendimiento en la máquina principal de un 65.07%, resultando un gran impacto económico de S/. 398,382.10, equivalente a 11.89% de las ventas totales. Dentro del rendimiento bajo de la maquina cerradora, la característica más importante, es la velocidad con un 9.76 latas por tiempo operativo. Se analizó que las principales causas son: (a) mandril defectuoso, (b) des configuración de la ratio de latas por minuto de la máquina, (c) falta de lubricación de la máquina. A continuación, se muestras aplicación de la herramienta dan un mejoramiento en el avance de la problemática.

Diseño de la validación y comparación con el diagnóstico inicial

Para validar la propuesta de investigación se analizaron indicadores como el OEE, disponibilidad, rendimiento y calidad. Para ello, se analizó el tiempo utilizado en mantenimientos correctivos en la planta.

Es por ello, que las paradas de MC se deben a que las partes de la máquina de encuentran desgastadas, de forma mal lubricada por parte del personal o una mala estandarización. En el presente trabajo de investigación se propuso capacitaciones y métodos para las actividades de la maquina con respecto a una gestión más completa y ordenada [37]. Donde el jefe de planta (líder) y el jefe de mantenimiento (sub líder) se encarga de preparación de dicha propuesta en capacitaciones y la elaboración del TPM. Asimismo, para la estandarización que se lleva a cabo mediante capacitaciones encargadas por un tercero, que tiene como función a capacitar a todos los trabajadores e indicar de forma correcta los pasos y formar de elaboras los planeamiento y los mantenimientos[38], se centran en las actividades críticas y de adecuada calibración de la máquina, obteniendo el objetivo de aumentar el rendimiento de la máquina para aumentar la ratio de las por minuto y así acercar a una capacidad máxima.

Por último, se aplica la estandarización de mantenimiento para un constante mantenimiento de la maquina en la función de proceso. Debido a ello, las herramientas mencionadas impactan al problema del rendimiento con una mejora de 65.07% a un 91.67% de la maquina cerradora. En la figura 3 se muestra el método de implementación del Modelo de Mantenimiento.

Se estableció el ingreso de 1 proceso por día. Las horas podría teórico es de 8 horas para ambos procesos actual y de mejora, el tiempo de MC es de 12.21 horas y después de la mejora el tiempo de 4.66 horas. La frecuencia de MC es

de 122 para el proceso actual y 61 para el proceso propuesto. La ejecución de MC es de 76.73% para el proceso actual y 57.01% para el proceso propuesto. Estos datos se requieren para el modelo de simulación de ambos procesos para el proceso actual y propuesto.

Por lo siguiente se mejoró una total de 159 mantenimientos a 107 mantenimiento, es decir que se redujo la cantidad de mantenimiento con respecto al tiempo que se plantea mostrándose en la tabla 1.

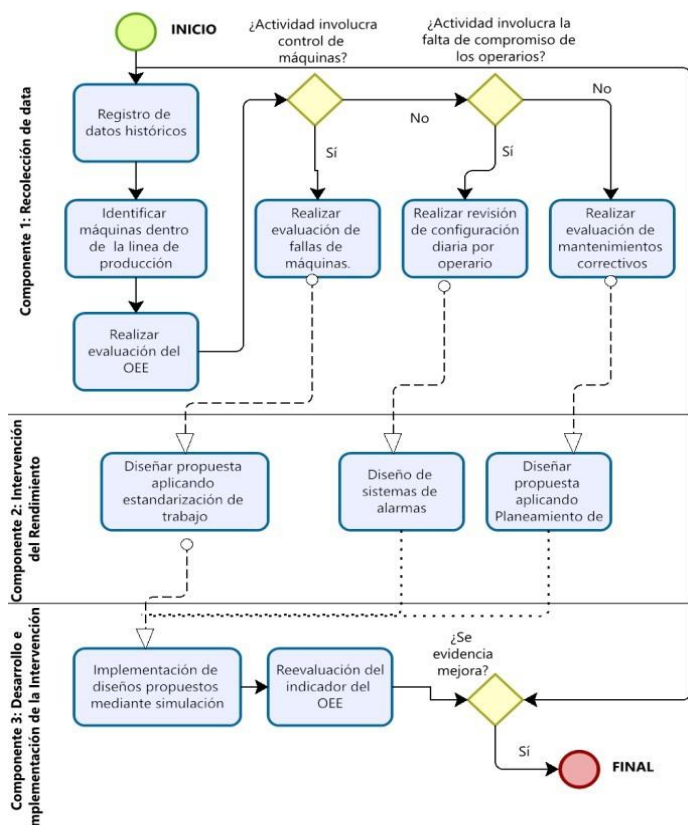


Figura 3. Método de Implementación del Modelo de Mantenimiento bajo el enfoque del TPM

TABLA I. SITUACIÓN ACTUAL Y MEJORADA DE LA SIMULACION

Situación Actual	Simulación	Variación
Tiempo de gestión de mantenimientos	13.23	1.01
Tiempo de gestión de Mant. Correctivos	13.33	1.11
Mant. Correctivos	124.95	2.95
Mant. Preventivo	34.05	2.95
Total Mantenimientos	159	
Situación Mejorada	Simulación	Variación
Tiempo de gestión de mantenimientos	4.68	0.01
Tiempo de gestión de Mant. Correctivos	4.64	0.03
Mant. Correctivos	61.64	0.64
Mant. Preventivo	45.36	0.64
Total Mantenimientos	107	

El resumen de los indicadores calculados se visualiza en la tabla 2, en donde se observa los indicadores del proceso actual, mejora en comparación del de clase mundial, así mismo se ha calculado la relación de MP:MC, MTTR y MTBF general que a su vez puede considerarse una combinación del mantenimiento de la operación, la gestión del equipo y los recursos disponibles [36].

TABLA II. INDICADORES DE LOS PROCESOS ACTUAL VS MEJORA

Indicador	Actual	Mejora
OEE Sistema	64.66%	79.69%
Disponibilidad	95.02%	94.51%
Rendimiento	77.11%	89.44%
Calidad	88.25%	94.27%
Relación MP:MC	1:3	2:1
MTBF General	12.71 h	27.81 h
MTTR General	2.5 h	2.61 h
Indicador	Actual	Mejora
OEE de Cerradora	48.43%	87.34%
Disponibilidad	81.32%	97.85%
Rendimiento	65.07%	91.67%
Calidad	91.53%	97.37%
MTBF Cerradora	21.43 h	94.06 h
MTTR Cerradora	2.72 h	3.75 h
Indicador	Actual	Mejora

Tiempo MC	12.21 h	3.75 h
-----------	---------	--------

V. CONCLUSIONES

La problemática está enfocada en la ineficiencia en los mantenimientos de las máquinas el cual para un 40% de empresas a nivel mundial, ya que los problemas dentro de las máquinas es una de las principales riesgos operativos y riesgos en los productos, por ello la investigación es relevante para empresas que presentan problemas similares.

Se logro identificar que el bajo rendimiento de la máquina cerradora se debía por dos factores principales, Tiempo muerto con paradas menores y velocidad. En cuanto el tiempo muerto y paradas menores, se debía que se presentaba el mandril defectuoso y desconfiguración de las máquinas teniendo varios mantenimientos correctivos con un total de 220.38 horas, donde el programa es de 12h/año. La velocidad es debido a la mala configuración, ya que por la velocidad de ratio ideal de las otras máquinas es menos que la máquina cerradora y el personal no verifica la configuración diaria.

Se identifico las herramientas claves para mejorar cada causa raíz, a través de la revisión de literatura. Se realizo un modelo de propuesta basándose en la literatura Lean Manufacturing (SMED, TPM, Estandarización de trabajo, Planeamiento de mantenimiento).

Mediante la aplicación del modelo simulado se logró una disminución de mantenimientos correctivos en un 4.64 horas mejorando el rendimiento de las maquinas en un 26.6%, es decir antes tenía un rendimiento de 65.07% y ahora con la implementación incremento a 91.67%, acercando al indicador global (95%).

REFERENCIAS

- [1] INEI (2020, febrero). Informe técnico Producción Nacional del mes de diciembre de 2019, publicado en el mes de febrero de 2020.
- [2] MINAGRI (2019). Boletín Estadístico mensual de la producción y comercialización de productos avícolas. Publicado por el Ministerio de Agricultura y Riego.
- [3] Amrani, M. A., Alhomdi, M., Ghaleb, A. M., Al-Qubati, M., & Shameeri, M. (2020). Implementing an integrated maintenance management system for monitoring production lines: a case study for biscuit industry. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- [4] Bhattacharjee, A., Roy, S., Kundu, S., Tiwary, M., & Chakraborty, R. (2019). An analytical approach to measure OEE for blast furnaces. *Ironmaking & Steelmaking*, 1-5.
- [5] Dave, Y., & Sohani, N. (2019). Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [6] El-Khalil, R. (2020). Lean manufacturing alignment with respect to performance metrics multinational corporations case study. *International Journal of Lean Six Sigma*.
- [7] Xiang, Z. T., & Feng, C. J. (2021). Implementing total productive maintenance in a manufacturing small or medium-sized enterprise. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 14(2), 152-175.

- [8] Chandra, A., Chaturvedi, Y., & Kumar, A. (2018). OEE ENHANCEMENT USING TPM IN LIGHT MACHINE SHOP: A CASE STUDY. *International Journal of Applied Engineering Research*, 13(6), 202-208.
- [9] Dadashnejad, A. A., & Valmohammadi, C. (2019). Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(3- 4), 466-482.
- [10] Bhade, S., & Hegde, S. (2020). Improvement of Overall Equipment Efficiency of Machine by SMED. *Materials Today: Proceedings*, 24, 463-472.
- [11] Jooste, J. L., Louw, L., von Leipzig, K., Conradie, P. D., Asekun, O. O., Lucke, D., & Hagedorn-Hansen, D. (2020). Teaching maintenance plan development in a learning factory environment. *Procedia manufacturing*, 45, 379-385.
- [12] Pena, R., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Sá, J. C., Fernandes, N. O., & Pereira, T. (2020). Lean manufacturing applied to a wiring production process. *Procedia Manufacturing*, 51, 1387-1394.
- [13] Pinto, G., Silva, F. J. G., Baptista, A., Fernandes, N. O., Casais, R., & Carvalho, C. (2020). TPM implementation and maintenance strategic plan – a case study. *Procedia Manufacturing*, 51, 1423-1430.
- [14] Sharma, R., Singh, J., & Rastogi, V. (2018). The impact of total productive maintenance on key performance indicators (PQCDSM): a case study of automobile manufacturing sector. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 24(2), 267-283.
- [15] Sousa, E., Silva, F. J. G., Ferreira, L. P., Pereira, M. T., Gouveia, R., & Silva, R. P. (2018). Applying SMED methodology in cork stoppers production. *Procedia manufacturing*, 17, 611-622.
- [16] Saleem, F., Nisar, S., Khan, M. A., Khan, S. Z., & Sheikh, M. A. (2017). Overall equipment effectiveness of tyre curing press: a case study. *Journal of quality in maintenance engineering*.
- [17] Méndez, J. D. M., & Rodríguez, R. S. (2017). Total productive maintenance (TPM) as a tool for improving productivity: a case study of application in the bottleneck of an auto-parts machining line. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(1-4), 1013-1026.
- [18] Psomas, E., & Antony, J. (2019). Research gaps in Lean manufacturing: a systematic literature review. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [19] Ramakrishnan, V., & Nallusamy, S. (2017). Implementation of total productive maintenance lean tool to reduce lead time-A case study. *Int. J. Mech. Eng. Technol.*, 8, 295-306.
- [20] Dadashnejad, A. A., & Valmohammadi, C. (2019). Investigating the effect of value stream mapping on overall equipment effectiveness: a case study. *Total Quality Management & Business Excellence*, 30(3- 4), 466-482.
- [21] Mor, R. S., Bhardwaj, A., Singh, S., & Sachdeva, A. (2019). Productivity gains through standardization-of-work in a manufacturing company. *Journal of Manufacturing Technology Management*.
- [22] Lozano, J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., & Blanco, J. (2019). Centerline-SMED integration for machine changeovers improvement in food industry. *Production Planning & Control*, 30(9), 764-778.
- [23] Singh, J., Singh, H. and Singh, I. (2018), "SMED for quick changeover in manufacturing industry – a case study", *Benchmarking: An International Journal*, Vol. 25 No. 7, pp. 2065-2088. <https://doi.org/10.1108/BJU-05-2017-0122>.
- [24] Al Janahi, R., Wan, H. D., Lee, Y., & Zarreh, A. (2020). Effectiveness and fitness of production line to meet customers' demand. *Procedia Manufacturing*, 51, 1348-1354.
- [25] Lozano, J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., & Blanco, J. (2017). Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(9-12), 3607-3618.
- [26] Monteiro, C., Ferreira, L. P., Fernandes, N. O., Sá, J. C., Ribeiro, M. T., & Silva, F. J. G. (2019). Improving the machining process of the metalworking industry using the lean tool SMED. *Procedia Manufacturing*, 41, 555-562.
- [27] Vieira, T., Sá, J. C., Lopes, M. P., Santos, G., Félix, M. J., Ferreira, L. P., ... & Pereira, M. T. (2019). Optimization of the cold profiling process through SMED. *Procedia Manufacturing*, 38, 892-899.
- [28] Zennaro, I., Battini, D., Sgarbossa, F., Persona, A., & De Marchi, R. (2018). Micro downtime. *International Journal of Quality & Reliability Management*.
- [29] Ayvaz, S., & Alpaya, K. (2021). Predictive maintenance system for production lines in manufacturing: A machine learning approach using IoT data in real-time. *Expert Systems with Applications*, 173, 114598.
- [30] Bataineh, O., Al-Hawari, T., Alshraideh, H., & Dalalah, D. (2019). A sequential TPM-based scheme for improving production effectiveness presented with a case study. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- [31] Sahoo, S. (2019). Assessment of TPM and TQM practices on business performance: a multi-sector analysis. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- [32] Braglia, M., Castellano, D., & Gallo, M. (2019). A novel operational approach to equipment maintenance: TPM and RCM jointly at work. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*.
- [33] Alimian, M., Saidi-Mehrabad, M., & Jabbarzadeh, A. (2019). A robust integrated production and preventive maintenance planning model for multi-state systems with uncertain demand and common cause failures. *Journal of Manufacturing Systems*, 50, 263-277.
- [34] Tsarouhas, P. (2019). Improving operation of the croissant production line through overall equipment effectiveness (OEE). *International journal of productivity and performance management*.
- [35] Stadnicka, D., & Antosz, K. (2018). Overall Equipment Effectiveness: Analysis of Different Ways of Calculations and Improvements. In *Advances in Manufacturing*, pp. 45-55.
- [36] Singh, J., Singh, H. and Sharma, V. (2018), "Success of TPM concept in a manufacturing unit – a case study", *International Journal of Productivity and Performance Management*, Vol. 67 No. 3, pp. 536-549.
- [37] Caterino, M., Greco, A., D'Ambrò, S., Manco, P., Fera, M., Macchiaroli, R., & Caputo, F. (2020). Simulation Techniques for Production Lines Performance Control. *Procedia Manufacturing*, 42, 91-96.
- [38] Lozano, J., Saenz-Díez, J. C., Martínez, E., Jiménez, E., & Blanco, J. (2017). Methodology to improve machine changeover performance on food industry based on SMED. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 90(9-12), 3607-3618.