



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Aplicación de lean manufacturing en el proceso de mantenimiento
para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de
Alimento Balanceado, Trujillo 2022

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial**

AUTOR:

Varas Mendoza, Mesias Josue (orcid.org/0000-0002-1501-4697)

ASESOR:

Dr. Ulloa Bocanegra, Segundo Gerardo (orcid.org/0000-0003-1635-9563)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

Trujillo – Perú

2022

Dedicatoria

A DIOS:

Por darme la fortaleza de seguir adelante y ayudarme a superar cada obstáculo imprevisto.

A MIS PADRES:

Santiago Arnulfo, Varas Moreno Y María Nelida, Mendoza Loloy, por el apoyo incondicional a través de sus consejos motivacionales para seguir adelante y luchar por mis sueños.

A MIS HERMANAS:

Por ser una fuente confiable de apoyo económico en momentos de dificultad.

A MIS TÍOS:

Por el apoyo motivacional y la confianza que depositaron en mí, en lograr mis objetivos propuestos.

Agradecimiento

Agradezco a la prestigiosa universidad César Vallejo, por formarme integralmente en el desarrollo de mi carrera profesional y a los ingenieros docentes que, con su amplia experiencia profesional en diversos campos empresariales, contribuyeron al desarrollo de mis competencias como ingeniero. De igual manera un agradecimiento especial a los diversos ingenieros y técnicos de la planta de alimento balanceado en estudio, los cuales aportaron grandemente con sus sugerencias y disponibilidad en el desarrollo de la investigación.

índice de contenidos

Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
índice de contenidos	iv
Índice de tablas	v
Índice de gráficos y figuras.....	vii
Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1 Tipo y diseño de investigación	13
3.2 Variables y operacionalización:.....	14
3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	14
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
3.5 Procedimientos	18
3.6 Método de análisis de datos.....	19
3.7 Aspectos éticos	20
IV. RESULTADOS	21
V. DISCUSIÓN	37
VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES	44
REFERENCIAS.....	45
ANEXOS	55

Índice de tablas

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	16
Tabla 2. Clasificación de equipos averiados periodo (2019-2021).....	21
Tabla 3. Clasificación de propuestas de mejora.	22
Tabla 4. Piezas y repuestos de los equipos en estudio.	23
Tabla 5. Indicadores de disponibilidad, pre implementación.....	25
Tabla 6. Resultados de la evaluación 5s.	26
Tabla 7. Evaluación de actividades de engrase.....	28
Tabla 8. Evaluación de actividades de limpieza e inspección de los equipos.....	29
Tabla 9. Indicadores de disponibilidad post implementación.	34
Tabla 10. Indicadores de disponibilidad desglosado por semanas, pre y post implementación.	34
Tabla 11. Prueba de normalidad.....	35
Tabla 12. Prueba t student.....	36
Tabla 13. Matriz de operacionalización de variables.	55
Tabla 14. Registro de averías en los equipos.	57
Tabla 15. Registro de lluvia de ideas.	59
Tabla 16. Análisis ABC de averías en los equipos.....	66
Tabla 17. Análisis ABC de propuestas de mejora.....	67
Tabla 18. Revisiones de literatura.....	69
Tabla 19. Datos del registro de averías pre implementación.	69
Tabla 20. Escala de medición de metodología 5s.....	70
Tabla 21. Datos de evaluación inicial de la herramienta 5s	71
Tabla 22. Procedimiento de pedido y reposición de correas de transmisión.	74
Tabla 23. Datos de evaluación, post aplicación de la herramienta 5s	75
Tabla 24. Datos de evaluación de chumaceras engrasadas pre implementación de herramientas lean.....	78
Tabla 25. Datos de evaluación de chumaceras engrasadas post implementación de herramientas lean.....	79
Tabla 26. Evaluación de equipos, pre implementación de mantenimiento autónomo.	80
Tabla 27. Proceso actual de engrasado de chumaceras.	81
Tabla 28. Proceso mejorado de engrasado de chumaceras.....	82

Tabla 29. Evaluación de equipos post implementación de mantenimiento autónomo.	83
Tabla 30. Intervalos de inspección de elevadores.	84
Tabla 31. Intervalos de inspección de gusanos helicoidales.	84
Tabla 32. Intervalos de inspección de fajas transportadoras.	85
Tabla 33. Datos del registro de averías post implementación.....	86

Índice de gráficos y figuras

Figura 1. Matriz de evaluación de herramienta 5s.....	27
Figura 2. Matriz de evaluación de equipos (limpieza e inspección).....	30
Figura 3. Value stream mapping actual en el proceso de engrasado de chumaceras.....	31
Figura 4. Value stream mapping mejorado en el proceso de engrasado de chumaceras.....	33
Figura 5. Evaluación de propuestas de mejora, para la disminución de paradas imprevistas de producción.....	88
Figura 6. Diagrama de Ishikawa	89
Figura 7. Diagrama de Pareto de averías.....	90

Resumen

La presente investigación se basó en aplicar herramientas lean manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de Alimento Balanceado, Trujillo 2022. El tipo de investigación fue aplicada de diseño pre experimental. El estudio tuvo como población 43 equipos y mediante la clasificación ABC del porcentaje de averías, se tomó como muestra 4 fajas transportadoras y 6 transportadores helicoidales de recepción de maíz; y 4 elevadores de cangilones del área de mezcla y harina, obtenidos mediante un muestreo no aleatorio por conveniencia.

Las técnicas e instrumentos de recolección de datos, se basaron en guías de entrevista, registros de averías, análisis ABC, diagrama Ishikawa, análisis de los 5 porqués y formatos de evaluación de cada herramienta lean aplicada.

Los resultados de la aplicación de herramientas lean manufacturing se vieron reflejados en el incremento del 6.52% de disponibilidad de equipos, alcanzando una disponibilidad del 98%. Así mismo se incrementó en 10.6 veces más, el tiempo medio entre fallas, el cual pasó de 35.40 horas a 375.5 horas y respecto al tiempo medio de reparación, se alcanzó una disminución del 75%, el cual pasó de 2.00 horas a 0.5 horas.

Palabras Clave: Lean manufacturing, disponibilidad de equipos, tiempo medio entre fallas, tiempo medio de reparación.

Abstract

The present investigation was based on applying lean manufacturing tools in the maintenance process to improve the availability of equipment in a Balanced Food Plant, Trujillo 2022. The type of research was applied pre-experimental design. The study had a population of 43 teams and through the ABC classification of the percentage of breakdowns, 4 conveyor belts and 6 helical corn reception conveyors were taken as a sample; and 4 bucket elevators from the mixing and flour area, obtained through non-random sampling for convenience.

The data collection techniques and instruments were based on interview guides, failure records, ABC analysis, Ishikawa diagram, analysis of the 5 whys and evaluation formats of each applied lean tool.

The results of the application of lean manufacturing tools were reflected in the 6.52% increase in equipment availability, reaching an availability of 98%. Likewise, the average time between failures increased by 10.6 times, which went from 35.40 hours to 375.5 hours and with respect to the average repair time, a decrease of 75% was achieved, which went from 2.00 hours to 0.5 hours.

Keywords: lean manufacturing, availability of equipment, mean time between failures, mean time between repair.

I. INTRODUCCIÓN

Gracias a la globalización de los mercados y a la automatización de procesos, actualmente las empresas dedicadas a la producción de alimento balanceado, optan por desarrollar un sistema de producción continuo, que les permita producir más en un menor tiempo. Esto se vio reflejado en la decimoprimer edición de la encuesta global sobre Alimento Balanceado de (Lyons 2022), la cual menciona, que, en el año 2021 a nivel global, se ha producido 1.235,5 millones de toneladas métricas (MTM), evidenciando un incremento del 2.3% respecto al año anterior. De entre los países más importantes, en la producción de alimento balanceado, se destacan: China, Estados Unidos, Brasil, Rusia y México, quienes en conjunto producen el 65 % de la producción global de alimento balanceado y el 53% de las fábricas de producción se encuentran establecidas en dichos países. En Latinoamérica, el 76% de la producción de alimento balanceado, es encabezado por los países tales como México, Brasil y Argentina (Ruiz 2020; Roembke 2020; Lyons 2022).

Todos estos incrementos productivos traen consigo un mayor uso de la capacidad efectiva de la instalación, para ello es necesario realizar planes de mantenimiento que garanticen el correcto funcionamiento de los equipos, para así poder abastecer la demanda requerida por los consumidores (Velmurugan et al. 2022; Olarte 2017). De esta manera, organizaciones del primer mundo han desarrollado herramientas de lean manufacturing, tales como: kanban, poka-yoke, kaizen, mantenimiento productivo total (TPM), 5S, gestión visual y mapeo de procesos, utilizados en el proceso de mantenimiento con la finalidad incrementar la disponibilidad de los equipos (Tuarez 2017).

A nivel nacional, el desarrollo de los sectores avícola y porcícola, impacta positivamente en la demanda de producción de alimento balanceado, por ende (Galindo 2020), en representación del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, dio a conocer que, durante los últimos 20 años, se ha registrado un crecimiento promedio anual del 6,9% en la producción de carne de pollo y en el año 2019, se registró una producción mayor a los 1.7 millones de toneladas, representando así un incremento promedio anual del 4.0%. Así mismo según el boletín estadístico mensual agro en cifras mes: enero 2022, dio a conocer un importante crecimiento

en la producción de alimento balanceado para aves, registrándose 191 804 (TM) en enero del 2021 y 199 942 (TM) en enero del 2022, obteniéndose una varianza porcentual de 4.2% (Midagri 2022). Sin embargo, a pesar del vertiginoso crecimiento de las empresas avícolas, solo 5 de estas se encuentran certificadas con el sistema de gestión de calidad ISO 9001, garantizando un sistema de gestión por procesos en óptimas condiciones, relacionado al desarrollo de diversas herramientas lean, tales como la metodología kaizen, TPM, 5S, value stream mapping (VSM), entre otros, con el objetivo de mejorar los indicadores de rendimiento de los equipos y maximizar la eficiencia de los procesos, en búsqueda de la mejora continua (Benzaquen 2018; Guillem 2019).

El departamento La Libertad, en el año 2019 ha ocupado el segundo lugar en la producción de pollo con un 17.7% de la producción nacional, lo que equivale a 365 mil toneladas anuales. De entre sus principales fortalezas para el desarrollo de la crianza de aves, se destaca el clima y la posición geográfica para abastecer a los mercados de Asia-Pacífico (Vargas 2019).

La planta de alimento balanceado, pertenece a Avícola Yugoslavia SAC, que tiene presencia en el norte y centro del Perú, la cual presentó deficiencias en el mantenimiento de los equipos e infraestructura de la planta, generando constantes paradas de producción, producto de diversas averías en los equipos. Para ello se procedió a realizar una entrevista hacia los técnicos de mantenimiento, los cuales dieron a conocer una relación cronológica de averías en los equipos y fueron apuntados en un registro de paradas de producción ([ver tabla 14](#)). Luego, mediante la aplicación de la herramienta lluvia de ideas y análisis de los 5 porqués ([ver tabla 15](#)) se determinaron posibles causas potenciales, los cuales fueron filtrados por el juicio crítico del ingeniero de planta, mediante un cuestionario de propuestas de mejora ([ver figura 5](#)). Posteriormente se procedió a analizar los resultados del cuestionario y a elaborar el diagrama de Ishikawa ([ver figura 6](#)). Así mismo se aplicó el análisis ABC al registro de averías de los equipos ([ver tabla 16](#)) y al cuestionario de las propuestas de mejora ([ver tabla 17](#)), dando a conocer herramientas lean manufacturing que dan solución al 80% de las causas potenciales las cuales son: mantenimiento autónomo, herramienta 5s y mapa de flujo de valor (VSM) y equipos que son causantes del 70 % de las paradas imprevistas de producción. Por lo tanto,

se planteó como problema de investigación: ¿En qué medida la aplicación de lean manufacturing en el proceso de mantenimiento, mejora la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado, Trujillo, 2022?

Para el logro de esta investigación se planteó como objetivo general, aplicar lean manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado, para ello se plantearon los siguientes objetivos específicos, los cuales fueron: Diagnosticar las causas potenciales de paradas imprevistas en la planta de producción de alimento balanceado; realizar un levantamiento de información de los equipos, piezas y repuestos en estudio, determinar los indicadores de disponibilidad de equipos pre implementación, aplicar las herramientas lean manufacturing tales como las 5S, mantenimiento autónomo y VSM, por último, determinar los indicadores de disponibilidad de equipos, post implementación de las herramientas lean manufacturing.

La presente investigación se justificó teóricamente, en conformidad a lo expuesto por (Jiménez 2020), la cual sostiene que dicha justificación se basa en argumentar, verificar o rechazar aspectos teóricos referidos al tema de investigación. En tal sentido se realizaron revisiones de literatura, los cuales detallan la aplicación de herramientas lean manufacturing en la mejora de disponibilidad de los equipos. ([ver tabla 18](#)). Por otra parte, (Quezada 2021) sostiene que la justificación metodológica se basa en desarrollar instrumentos o modelos de investigación que permitan generar nuevas formas de hacer investigación. Por ende, las aplicaciones de herramientas lean manufacturing, tales como: 5s, mantenimiento autónomo y VSM, ejecutados en una planta de procesamiento de alimento balanceado, permitieron desarrollar instrumentos de investigación, aplicados de manera secuencial, según el desarrollo de los objetivos específicos, bajo un estricto rigor científico, el cual servirá como un antecedente a futuras investigaciones de variables similares. Así mismo los autores (Quintero et al. 2020) afirman que la justificación práctica se basa en dar a conocer resultados que darán respuesta o solución a los problemas, permitiendo mejorar la situación actual de dicha organización. En respuesta a ello, la planta de alimento balanceado logró gestionar de manera adecuada, las actividades de mantenimiento autónomo, obteniendo operarios capacitados en

temas de lubricación, limpieza y reparaciones básicas, logrando incrementar los indicadores de disponibilidad de los equipos.

La hipótesis que se planteó es, la aplicación de herramientas lean manufacturing en el proceso de mantenimiento mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado.

II. MARCO TEÓRICO

Las aplicaciones de herramientas lean manufacturing a nivel internacional, ha permitido desarrollar estrategias competitivas, enfocadas en la reducción de costos y mejora en la calidad de los productos, dichas herramientas se basan en identificar y eliminar desperdicios, entendiéndose desperdicio como toda actividad que no genera valor en un proceso, pero si costo y trabajo (Vargas et al. 2018; Sarria et al. 2017). De acuerdo a distintas revisiones de literatura, desarrollados entre los años 2017-2021, con la finalidad de estudiar la relación entre las herramientas de manufactura esbelta y la eficiencia general de los equipos, se dieron a conocer la priorización de herramientas lean, tales como Kaizen, VSM, TPM y 5S para incrementar la disponibilidad de los equipos (Nallusamy et al. 2017; Sarria et al. 2017; Ribeiro et al. 2019; Tapia et al. 2017) [trad.]. Entre los resultados, se destacó las investigaciones realizadas por (Bazán et al.2020) quienes aplicaron herramientas lean manufacturing, tales como VSM, 5S y gestión del mantenimiento, obteniendo una disponibilidad inicial de 77.92% y una disponibilidad posterior de 84.52%, así mismo obtuvieron un tiempo medio entre fallas inicial de 17.36 horas y luego de la aplicación de las herramientas lean, alcanzaron un tiempo medio entre fallas de 32.31 horas. Además (Fam et al. 2018) obtuvieron una correlación de 0.941, la cual indica una estrecha relación entre las variables Manufactura esbelta y eficiencia en la disponibilidad de los equipos [trad.]. Aparte de ello (Tapia et al. 2017) indicaron que la industria manufacturera es la que usa mayormente las herramientas lean con un 32.43% de aplicaciones y que estas se combinan con otras metodologías tales como: 5s, kanban, VSM y TPM en un 66.22% de los casos [trad.].

(Zhang et al. 2020; Singh 2017; Cristina et al. 2018; Sarria et al. 2017), en sus investigaciones recomendaron aplicar la herramienta 5s, previo a la implementación de cualquier metodología lean, ya que esta permitió alcanzar resultados tangibles a corto plazo, incentivando a las empresas a continuar con la implementación de las herramientas lean [trad.]. Entre los resultados de la aplicación de esta herramienta. Así mismo se destacaron las investigaciones realizadas por (Huánuco et al. 2018), quienes obtuvieron una puntuación inicial promedio de 43% catalogado como deficiente y luego de la aplicación de la

herramienta 5s, se obtuvo un incremento de 111.62%, dando como resultado un puntaje promedio de 91%, catalogado como excelente. Así mismo (Sarria, et al. 2017), indicaron que el 70 % de los autores citados, recomendaron socializar y entrenar a los empleados y operarios de mayor a menor cargo en la filosofía y principios lean con el fin de disminuir la resistencia al cambio.

Diversos autores tales como (Zhang et al. 2020; Romero et al. 2020; Tuarez 2017; Fam et al. 2018; Ribeiro et al. 2019; Bazán et al. 2020) utilizaron como herramientas de diagnóstico, el diagrama Ishikawa, árbol lógico, análisis ABC, lluvia de ideas, análisis de modo de fallos y análisis de los 5 porqués, para dar a conocer la realidad problemática de la investigación [trad.]. Así mismo (Patil et al. 2021; Bazán et al. 2020; Nallusamy et al. 2017) aplicaron el VSM como herramienta de diagnóstico, para identificar eventos kaisen y de esta manera disminuir los tiempos de ciclo en 39.99%, 20.97% y 13.5% respectivamente [trad.]. Además (Tapia et al. 2017; Sarria et al. 2017), afirmaron que la herramienta lean más utilizada es el VSM con un 27.03 % y que el 47.8% de los autores consultados, la aplicaron como herramienta para la etapa de diagnóstico.

Respecto a la aplicación de la metodología de mantenimiento autónomo, cabe resaltar que esta pertenece al mantenimiento productivo total, y que diversas investigaciones realizadas, tales como (Raut et al. 2017; Ribeiro et al. 2019) aplicaron durante un año, mantenimiento productivo total (TPM) y herramienta 5s, obteniendo un incremento en la disponibilidad de 93.3% y 1.15%, alcanzando disponibilidades de 93.69% y 97.1% consecutivamente [trad.]. El tiempo promedio de implantación de la fase preparatoria del TPM, es de 3 a 6 meses y para la etapa de consolidación, de 2 a 3 años en promedio, para obtener resultados satisfactorios (Tavares 1999; Vargas et al. 2018).

El mantenimiento autónomo se basa en establecer las condiciones básicas de los equipos y adiestrar a los operarios que sean capaces de reconocer cualquier cosa que este fuera de lo ordinario e identificarlo inmediatamente como una anomalía (Perez et al. 2018; Canahua 2021; Ferreira et al. 2016). Así mismo, autores tales como (Musman et al. 2018; Carrillo et al. 2021; Zhang et al. 2020; Raut et al. 2017), fundamentaron las decisiones técnicas al momento de identificar los componentes críticos y las actividades de mantenimiento que deben de llevarse a cabo para que

el programa de mantenimiento autónomo sea eficiente y eficaz, para ello se utilizaron herramientas de análisis tales como el método de proceso de jerarquía analítica difusa, el análisis de modos de fallos, la aplicación de lluvia de ideas cimentada en el conocimiento de los operarios y técnicos y el análisis de indicadores de disponibilidad. Además (Olarte 2017), recomendó asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados y realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales de cada uno de los equipos críticos.

Entre los resultados de la aplicación del mantenimiento autónomo, (Ferreira 2016) indico que el 95% de paradas de producción fueron provocados por partículas de suciedad en el lugar y que estas se pueden evitar con simples acciones de limpieza en los equipos [trad.]. Así mismo (Madrid 2021; Ferreira et al. 2016; Nallusamy et al. 2017), aplicaron el mantenimiento autónomo, logrando reducir las paradas de equipos en un 28%, 22% y 25% respectivamente. Aparte de ello (Perez et al. 2018), realizaron una prueba de hipótesis, en la cual aceptaron la hipótesis alterna, indicando que la buena gestión del mantenimiento autónomo incrementa la disponibilidad de equipos en un 91.64%.

La metodología Lean Manufacturing se puede definir como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicios que no aportan valor (Ohno et al. 1988). Esta metodología se basa en desarrollar equipos de trabajo organizados y capacitados que sean capaces de identificar los desperdicios y vean una oportunidad de mejora para controlarlos y eliminarlos (Socconini 2019; Torres et al. 2021).

El mantenimiento autónomo es identificado como uno de los 8 pilares del mantenimiento productivo total, ya que de este depende que las maquinarias y equipos, permanezcan en un buen estado durante los periodos de producción. De la misma forma se dice que el mantenimiento autónomo se basa en enseñar a los operarios a identificar anomalías mediante la realización de reparaciones, chequeos diarios, lubricación y limpieza (Shirose 1984; Cuatrecasas et al. 2010). Para Seiichi Nakajima mantenimiento autónomo es un pilar muy importante del mantenimiento productivo total (MPT), el cual consiste en que los trabajadores realicen actividades como lubricación, limpieza e inspección, adicionalmente el

operario debe sentirse responsable del buen funcionamiento de sus equipos de trabajo (Nakajima 1988). Para Fumio Gotoh, el mantenimiento autónomo se basa en dos conceptos, los cuales son, brindar conocimiento a los operarios en beneficio del desarrollo de sus actividades y la preservación de los equipos. Así mismo establecer un área ordenada de trabajo, donde sea fácil detectar anomalías en condiciones normales (Tajiri et al. 1999) [trad.].

En consecuencia, se puede definir al mantenimiento autónomo como un mantenimiento periódico, llevado a cabo por los operarios, mediante la realización de actividades de lubricación, limpieza, inspección y mejoras enfocadas. Con la finalidad de detectar de manera oportuna las anomalías y fuentes de contaminación que puedan causar estragos en el correcto funcionamiento de los equipos. Como parte de las etapas del desarrollo de mantenimiento autónomo en industrias de procesos (Suzuki 2017) identifica las siguientes etapas:

Etapa 1, titulado: Realizar la limpieza inicial. Consiste en eliminar el polvo la suciedad y los desechos, para ello se debe aplicar la metodología 5s, el cual constituye una herramienta clave para el éxito de todo proceso de mejora (Socconini 2019; Coetzee et al. 2016). Posteriormente se descubren las anomalías, con la ayuda de los 5 sentidos para poder corregir las pequeñas deficiencias y establecer las condiciones básicas del equipo. En esta etapa es importante el trabajo en equipo entre los directivos y técnicos de mantenimiento, ya que estos van a dar conocer las directrices prácticas que ayuden a los operarios a comprender los problemas que origina la contaminación y a reconocer la importancia de la limpieza como inspección.

Etapa 2, titulado: Eliminar las fuentes de contaminación y puntos inaccesibles. Para ello es importante fortalecer los lazos de comunicación entre empleados, técnicos y operarios, ya que estos al observar que no se pueden mantener las condiciones iniciales de la etapa 1, tendrán la necesidad de plantear propuestas de mejora en la identificación y eliminación de las fuentes de contaminación, con el objetivo de reducir los tiempos de limpieza, chequeo y lubricación. Generalmente luego de haber establecido las condiciones básicas del equipo, salen a la luz pequeñas deficiencias en el mantenimiento de los equipos, ya que muchas veces no se piensa en el tiempo y esfuerzo que va a tomar el realizar dicha actividad. Para ello es

necesario el identificar las actividades que aportan y no valor, mediante la herramienta VSM (Patil et al. 2021; Hans De Steur et al. 2016; Santos et al. 2021) [trad.]. Con la intención de buscar una condición óptima de limpieza en donde los chequeos y la lubricación sean tan fáciles que cualquiera pueda hacerlo con seguridad, rápida y correctamente.

Etapa 3, titulado: Establecer estándares de limpieza e inspección. Para ello es importante desarrollar estándares de trabajo que permitan mantener el apretado de pernos, lubricación y limpieza, en condiciones óptimas con mínimos tiempos y esfuerzos posible. Así mismo mantener la eficiencia del trabajo de inspección introduciendo controles visuales tales como placas de identificación y edificaciones de gamas de operación correctas colocada sobre equipos e indicadores.

Etapa 4, titulado: Realizar inspecciones generales periódicas del equipo. Para ello se debe realizar una inspección general de cada elemento del proceso productivo, el cual haya pasado las primeras 3 etapas del programa de mantenimiento autónomo y en conjunto con los operarios atender las propuestas de mejora que van surgiendo conforme se desarrollan las capacitaciones continuas. Para ello el departamento de mantenimiento deberá aplicar registros e indicadores de lubricación, limpieza y apretado de pernos, para establecer procedimientos adecuados de inspección.

$$\textit{Eficiencia de lubricación} (\%) = \frac{\textit{Lubricación ejecutada}}{\textit{Lubricación planificada}} * 100$$

$$\textit{Nivel de inspección y limpieza} (\%) = \frac{\textit{Punt. real}}{\textit{Punt. esperada}} * 100$$

Etapa 5, titulado: Mantenimiento autónomo sistemático. Se basa en establecer un mantenimiento de seguridad y calidad y establecer estándares y procedimientos claros para mejorar los procedimientos de preparación y reducir el trabajo en proceso. Para ello, se pone en marcha un sistema de autogestión para mejorar los procesos del lugar de trabajo, repuestos, herramientas, trabajos en curso, productos terminados, datos, etc., con la ayuda de controles visuales en todos los lugares de trabajo.

Por otra parte, el uso de la metodología de las 5S de origen japonés es creado en Toyota, en los años 60's, la cual permiten mejorar y mantener las condiciones de trabajo de forma organizada, ordenada y limpia. A través de ello se crean condiciones de motivación, eficiencia y seguridad; gracias a ello, se eliminan desperdicios y siempre busca la mejora continua en la organización (Sukdeo et al. 2020). La metodología 5S se desglosa en 5 conceptos fundamentales, los cuales permiten que los trabajadores y empleados desarrollen sus actividades en condiciones adecuadas para elaborar y ofrecer productos de calidad (Cristina et al. 2018).

El nombre - Las "5S" - proviene de ideogramas japoneses que, convertidos al alfabeto latino, comienzan de la siguiente manera: Seiri (Clasificación), en esta etapa se clasifica los materiales según sus características particulares diferenciándolas de los materiales útiles y no útiles los cuales serán registrados y separados de la estación; Seiton (Orden), se procede a ordenar los materiales útiles según el criterio del personal a cargo, ya sea por sus características o frecuencias de uso, con el fin de disminuir los tiempos improductivos asociados a la búsqueda de dichos materiales, para ello se deben utilizar plantillas o stickers que faciliten su identificación; Seiso (limpieza), consiste en eliminar la suciedad del área de trabajo e identificar las fuentes de contaminación para tener un nivel adecuado de limpieza y así evitar accidentes, además de generar un impacto positivo en la motivación de los trabajadores; Seiketsu (estandarización), se basa en establecer actividades de inspección que permitan a los empleados distinguir el cumplimiento de los tres criterios anteriores; Shitsuke (Disciplina), mediante esta última S se pretende desarrollar un hábito de conducta en cada uno de los operarios, mediante capacitaciones continuas y mejoras en los equipos y herramientas que faciliten el desarrollo de sus actividades y de esta manera preservar la aplicación continua de las 3 eses iniciales (Singh 2017).

La evaluación de la metodología 5s, se desarrolla mediante un cuestionario de evaluación, considerando una puntuación similar a la escala de Likert (Huánuco et al. 2018; Hostia et al. 2018). Considerando 5 niveles en la escala de medición ([ver tabla 20](#)).

Así mismo se muestra el siguiente indicador:

$$\text{Nivel de aceptación (5s)} = \frac{\text{Puntuación real}}{\text{Puntuación esperada}} * 100$$

Por otro lado, la herramienta value stream mapping (VSM), es un mapa de flujo de valor, que interrelaciona los procesos de una organización con el fin de visualizar las actividades que no agregan valor, a fin de medir los tiempos que demora cada proceso, identificando cuellos de botella y puntos críticos, para eliminar el desperdicio y mejorar el rendimiento (Chase et al. 2009; Stadnica et al. 2019) (Patil et al. 2021).

La metodología realizada por (Barcia y De Loor 2007) citado en (Paredes 2017), dan a conocer una serie de pasos en la implementación de dicha herramienta. Para ello el primer paso consiste en realizar un dibujo del estado actual, previo a ello se debe realizar un Levantamiento y descripción de las actividades que se realizan actualmente en el proceso y posteriormente realizar un estudio de tiempos de las actividades realizadas (Nash et al. 2008). El segundo paso se basa en la medición de los indicadores, entre ellos se destacan el tiempo de ciclo. En el tercer paso se identifica todos los problemas evidenciados en el proceso actual. En el cuarto paso, se selecciona técnicas apropiadas para dar solución a los problemas y así mejorar el proceso y, por último, en el quinto paso se realiza un mapeo de la cadena de valor de la situación futura, para luego comparar los indicadores, pre y post aplicación de la herramienta (VSM), tales como la optimización del flujo de valor en el proceso de mantenimiento.

$$\text{Opt. F.V}(\%) = \frac{\text{Tiempo de ciclo post impl.} - \text{Tiempo de ciclo pre impl.}}{\text{Tiempo de ciclo pre implemetacion}} * 100$$

La disponibilidad, puede conceptualizarse como la confianza de que un equipo, después de realizado su mantenimiento, ejerza su función de manera óptima. (Candelario et al. 2006). Así mismo (Suzuki 2017) define la disponibilidad como el tiempo de operación expresado como porcentaje del tiempo calendario, para ello, del tiempo calendario se le resta el tiempo por paradas programas y el tiempo perdido por actividades de mantenimiento, todo ello se divide sobre el tiempo calendario y el resultado es expresado en porcentaje.

$$\text{Disponibilidad (\%)} = \frac{\text{Tiempo calendario} - \text{Paradas programadas} - \text{act. mant.}}{\text{Tiempo calendario}} * 100$$

Por otra parte, (Casaña et al. 2021), define el indicador disponibilidad técnica, como el resultado de dividir el tiempo medio entre fallas (MTBF) sobre la sumatoria del tiempo medio entre fallas más los tiempos medios de reparación (MTTR) [trad.]. Sin considerarse los tiempos por paradas programadas, durante el proceso productivo (Ramón 2018).

$$\text{Disponibilidad técnica \%} = \frac{\text{MTBF}}{\text{MTBF} + \text{MTTR}} * 100$$

Según (Saetta et al. 2018), sostiene que el tiempo medio entre fallas (MTBF), es el tiempo promedio en una maquina funciona sin fallas, para ello se divide el tiempo de producción disponible entre el número de fallos [trad.].

$$\text{MTBF} = \frac{\text{Tiempo de producción disponible}}{\text{Numero de fallos}}$$

Según (Casaña et al. 2021), sostiene que el tiempo medio entre reparaciones (MTTR), es un indicador que se obtiene sumando todos los tiempos de reparación de un equipo y dividiendo el resultado entre el número de reparaciones realizadas [trad.]. Este número indica el tiempo estimado que un equipo estará parado mientras es reparado.

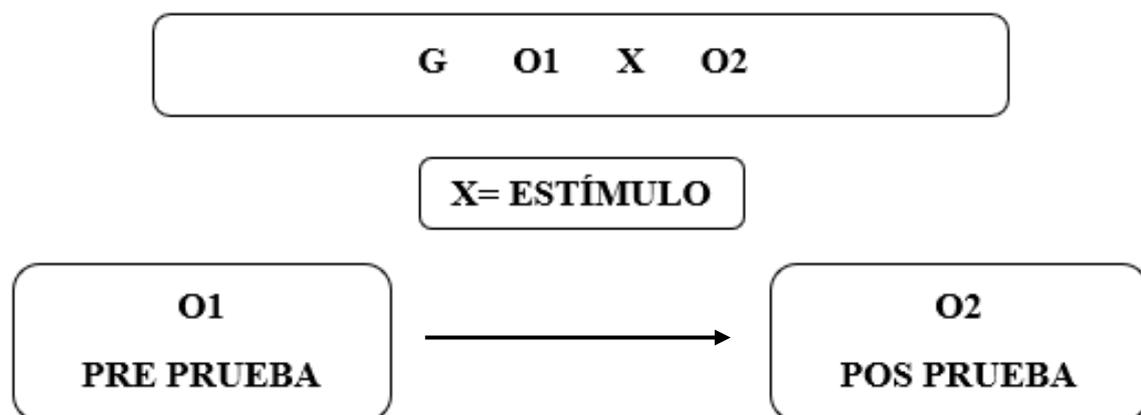
$$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{Horas de fallos}}{\text{Numero de reparaciones}}$$

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

El proyecto de investigación realizado, es del tipo aplicado; ya que utiliza conocimientos ya adquiridos con el fin de obtener otros después de la implantación (Niño 2011). Para ello se analizaron los conceptos teóricos sobre las herramientas lean manufacturing, para poder dar solución a los problemas de disponibilidad de equipos.

De acuerdo a las investigaciones realizadas por (Cabezas et al. 2018), el diseño pre – experimental se basa en aplicar un estímulo en la variable dependiente, para posteriormente analizar los resultados del antes y después de aplicado dicho estímulo. Por ende, la presente investigación es de diseño Pre – Experimental, porque analizó el nivel de disponibilidad de los equipos antes y después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing. A continuación, se presenta el esquema del diseño de investigación:



O1: % de disponibilidad de equipos, pre aplicación de mejora.

O2: % de disponibilidad de equipos, post aplicación de mejora.

X: Herramientas lean manufacturing.

3.2 Variables y operacionalización:

Las variables en estudio de esta investigación fueron, la metodología lean manufacturing como variable independiente, y la disponibilidad de equipos como la variable dependiente, ambas fueron de carácter cuantitativo.

Variable Independiente: Lean manufacturing. Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios o excesos que no agregan valor al producto, mediante diferentes herramientas de mejora continua (Vargas et al. 2016).

Variable dependiente: Disponibilidad de equipos. Es la capacidad de un activo o componente para estar en correcto funcionamiento de forma satisfactoria y en el momento que se requiere al comenzar la operación, en condiciones estables (Mora et al. 2009).

3.3 Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población está determinada por un conjunto total de elementos que son de interés analítico, sobre el cual se desea adquirir información (López et al. 2015). Por lo tanto, nuestra población estuvo conformada por 43 equipos, de los cuales, 7 son fajas transportadoras, 26 transportadores helicoidales y 10 elevadores de cangilones que integran el proceso productivo de alimento balanceado. Se desarrollaron criterios de inclusión para equipos en funcionamiento, situados en el proceso productivo, como criterios de exclusión, se agruparon a los equipos almacenados, ya sea por estar obsoletos o averiados.

La muestra estuvo compuesta por 4 fajas transportadoras y 6 transportadores helicoidales de recepción de maíz; y 4 elevadores de cangilones del área de mezcla y harina, obtenidos mediante un muestreo no aleatorio por conveniencia ya que es el que más estuvo adecuado a nuestra investigación según (Dueñas 2016). Como criterios de inclusión para la muestra, se seleccionaron equipos de clase A, correspondientes a la herramienta de análisis ABC, los cuales representaron el 70 % de averías en los equipos. Así mismo los criterios de exclusión lo conformaron equipos de clase B y C, que representaron el 30 % de averías ([ver tabla 16](#)).

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el cumplimiento de nuestros objetivos específicos, Se aplicaron técnicas e instrumentos mostrados en la siguiente tabla:

Tabla 1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

FASE DE ESTUDIO	FUENTES DE INFORMACIÓN/ INFORMANTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO/ PROCESO	RESULTADOS ESPERADOS
Diagnosticar las causas potenciales de paradas imprevistas de producción por averías de equipos.	Técnicos de mantenimiento	Entrevista	Registro de averías en los equipos	Extracción de información	Determinar los equipos con un mayor índice de fallas y las herramientas Lean Manufacturing que dan solución a las causas potenciales.
	Operarios he ingenieros de planta	Lluvia de ideas	Registro de lluvia de ideas		
	Ingenieros de planta	Encuesta	Cuestionario de propuestas de mejora		
	Investigador	Observación directa	Herramientas de análisis causa-efecto	Análisis de Información	
realizar un levantamiento de información de los equipos, piezas y repuestos de la planta de alimento balanceado en estudio.	Investigador	Observación	Registro de recolección de datos de los equipos	Extracción de información	Mediante el levantamiento de información, se espera identificar los puntos de lubricación y las características de los equipos
determinar los indicadores de disponibilidad de equipos pre implementación	Libros	Análisis Documental: Tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación	Registro de Indicadores de disponibilidad	Análisis de información	Determinar los indicadores de disponibilidad, pre implementación

FASE DE ESTUDIO	FUENTES DE INFORMACIÓN/ INFORMANTES	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO/ PROCESO	RESULTADOS ESPERADOS
Aplicar las herramientas lean manufacturing tales como las 5S, mantenimiento autónomo y VSM.	Libros y artículos referentes a las herramientas.	Encuesta	Cuestionario de evaluación de la herramienta 5S	Implementación de las Herramientas Lean Manufacturing	Evaluar el avance de la metodología 5S, mantenimiento autónomo, y VSM.
		Observación directa	Registro de intervalos de inspección de los equipos en estudio.		
			Fichas técnicas de capacitación de aplicación de las herramientas 5s y aplicación de lubricantes y grasas.		
			Registro de toma de tiempos en actividades de mantenimiento autónomo.		
Determinar los indicadores de disponibilidad de equipos, post implementación de las herramientas lean manufacturing.	Libros	Análisis Documental: Tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación	Registro de Indicadores de disponibilidad	Análisis de información	Se determinaran los indicadores de disponibilidad de equipos luego de haber implementado las herramientas Lean Manufacturing.

Fuente: Elaboración propia.

3.5 Procedimientos

Antes de realizar la investigación, se solicitó al representante legal de la empresa, el permiso para desarrollar la investigación ([ver documentación 1](#)), el acceso a información para desarrollo de tesis ([ver documentación 2](#)) y la autorización para publicación de tesis en el repositorio ([ver documentación 3](#)).

Para el diagnóstico de las causas potenciales de las paradas imprevistas de producción a causa de averías en los equipos, se procedió a realizar una entrevista hacia los técnicos de mantenimiento, los cuales dieron a conocer una relación cronológica de averías en los equipos y fueron apuntados en un registro de paradas de producción ([ver tabla 14](#)). Luego, mediante la aplicación de la lluvia de ideas y análisis de los 5 porqués ([ver tabla 15](#)) se determinaron posibles causas potenciales, los cuales fueron filtrados por el juicio crítico del ingeniero de planta, mediante un cuestionario de propuestas de mejora ([ver figura 5](#)). Posteriormente se procedió a analizar los resultados del cuestionario y a elaborar el diagrama de Ishikawa ([ver figura 6](#)). Así mismo se aplicó el análisis ABC al cuestionario de las propuestas de mejora ([ver tabla 17](#)) y al registro de averías de los equipos ([ver figura 16](#)), determinando herramientas lean manufacturing que dan solución al 80% de las causas potenciales las cuales son (mantenimiento autónomo, herramienta 5s y mapa de flujo de valor (VSM)) y equipos que son causantes del 70 % de las paradas imprevistas de producción los cuales son: 6 transportadores helicoidales y 4 fajas transportadoras del área de recepción de maíz, así mismo 4 elevadores de cangilones del área de mezcla y harina.

El desarrollo del segundo objetivo específico, se llevó a cabo mediante un registro de recolección de datos de los equipos en estudio ([ver anexo C-06](#)). Con la finalidad de levantar información relacionada a las características de los equipos y los repuestos que estos usan. Así mismo se observaron los puntos de lubricación y posibles fuentes de contaminación, los cuales fueron tratados más adelante.

Para el desarrollo del tercer objetivo específico, se elaboró un registro de indicadores de disponibilidad ([ver anexo C-12](#)), los cuales fueron archivados en un portafolio ([ver foto 04](#)) y analizados, al culminar el mes de abril, dando a conocer

los indicadores de disponibilidad, tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación.

Siguiendo con el cuarto objetivo específico, el cual se basó en aplicar las herramientas lean manufacturing, tales como Mantenimiento autónomo, 5S y VSM. En primera instancia se convocó a los operarios y técnicos de mantenimiento a una inducción general, del mantenimiento autónomo. Posteriormente profundizando en la metodología, se realizaron capacitaciones relacionadas a la aplicación de la herramienta 5s ([ver anexo C-09](#)), con la finalidad de que los operarios descubran e identifiquen fuentes de contaminación en las áreas de trabajo y con la ayuda de la limpieza continua, logren identificar anomalías en los equipos y sean reportados a tiempo. Así mismo también se capacitó a los operarios en la aplicación de lubricantes y grasas ([ver anexo C-10](#)). Posteriormente con la ayuda de los técnicos e ingenieros de planta, se determinaron los intervalos de limpieza y lubricación de los equipos en estudio y fueron plasmados en un registro de intervalos de inspección de equipos ([ver anexo C-08](#)) Los cuales fueron llevados a cabo por los operarios de cada equipo y encargados de área. Así mismo se realizó un registro de toma de tiempos en actividades de mantenimiento autónomo ([ver anexo C-11](#)) para poder identificar las actividades que aportan valor y cuáles no, como parte de la aplicación del flujo de valor (VSM). También se identificaron actividades internas y externas, en el proceso de engrase de chumaceras, con la finalidad de realizar mejoras que permitan disminuir los tiempos en el proceso de mantenimiento autónomo.

Finalmente, como quinto objetivo específico, se realizó a través del registro de indicadores de disponibilidad ([ver anexo C-12](#)). Los cuales fueron analizados desde el 16 de mayo al 11 de junio, dando a conocer los indicadores disponibilidad, tiempo medio entre fallas y tiempo medio de reparación.

3.6 Método de análisis de datos

Según (Hidalgo 2019), el análisis de datos a nivel descriptivo, es el conjunto de métodos estadísticos, tales como distribuciones de frecuencia, medidas de tendencia central, entre otros, los cuales describen y/o caracterizan un grupo de datos. Dichas herramientas fueron utilizadas en el análisis de las dimensiones de

la variable en estudio, aplicando las herramientas lean manufacturing en el proceso de mantenimiento, el cual fue desarrollado con información documentada. Las herramientas informáticas utilizadas, fueron el programa Excel y SPSS, para dar a conocer los resultados de mejora en los indicadores de disponibilidad.

Así mismo según (Hidalgo 2019), la estadística inferencial busca deducir y sacar conclusiones a partir de una muestra de la población, la cual generalmente es utilizada en el proceso de prueba de hipótesis. Por ende, los resultados del nivel de disponibilidad pre y post implementación de las herramientas lean manufacturing, fueron evaluados mediante la prueba de normalidad de Shapiro Wilk ([ver tabla 11](#)), dando a conocer datos normales, para ello se hizo uso de la T de student dando como resultado 0.001, la cual se acepta la hipótesis alternativa ([ver tabla 12](#)).

3.7 Aspectos éticos

La presente investigación se realizó bajo los principios de beneficencia, justicia, no maleficencia y autonomía (Pallas et al. 2019). Recolectando información verídica, que permitió llevar a cabo una investigación con impacto positivo hacia la empresa y sus colaboradores. Finalmente se siguió la política anti plagio, brindada por la Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

Resultados del primer objetivo específico:

Diagnóstico de las causas potenciales de paradas imprevistas de producción por averías en los equipos.

Tabla 2. Clasificación de equipos averiados periodo (2019-2021)

Clasificación de equipos averiados periodo (2019-2021)				
Zona	Equipos	Tiempo muerto (hrs)	Tiempo muerto (%)	%
A	Elevador de cangilones	125	32.7%	70,4%
	Gusanos helicoidales	80	20.9%	
	Faja transportadora de recepción de maíz	64	16.8%	
B	Compresor	48	12.6%	20.5%
	Molino de soya 02	30	7.9%	
C	Molino de saya 01	25	6.5%	9.1%
	Caldero	8	2.1%	
	Turbo tamiz	2	0.5%	
		382		

Fuente: [Tabla 14](#), [Tabla16](#).

Interpretación:

La zona A, estuvo conformada por equipos responsables del 70.4 % de tiempos muertos por averías en los equipos. Así mismo, los equipos de la zona B representaron el 20.5 % de tiempos muertos por averías en los equipos y los de zona C representaron el 9.1%.

Tabla 3. Clasificación de propuestas de mejora.

Clasificación de propuestas de mejora					
Zona	Ítem	Propuestas de mejora	Puntuación	Punt.%	% Acum.
A	01	Capacitar a los operarios en actividades de mantenimiento autónomo.	25	16%	75.9%
	02	Realizar procedimientos de mantenimiento autónomo.	16	10%	
	03	Realizar un manual de indicadores de control de los quipos críticos.	15	10%	
	04	Realizar procedimientos de reporte de averías o incidentes durante la operación de equipos .	15	10%	
	05	Capacitación de técnicos en actividades de mantenimiento preventivo de calderos.	12	8%	
	06	Mejorar los canales de comunicación en las áreas de mantenimiento y producción mediante herramientas de gestión visual.	12	8%	
	07	Gestionar actividades de mantenimiento especializado en calderos .	10.8	7%	
	08	Aplicación de las 5s en el almacenamiento de repuestos y equipos.	10.8	7%	
B	09	Gestionar actividades de mantenimiento preventivo.	9	6%	17.1%
	10	Calcular stock de seguridad y puntos de reposición de repuestos	7.2	5%	
	11	Llevar un registro de la vida útil de repuestos en funcionamiento.	5	3%	
	12	Realizar procedimientos de montaje de repuestos en los equipos	5	3%	
C	13	Mejorar procedimientos de gestión de órdenes de servicios a terceros.	4.5	3%	7%
	14	Control y registro de accesorios y equipos utilizados como repuestos.	4,5	3%	
	15	Rediseñar equipos y/o procedimientos, de tal manera que el operario pueda realizar sus actividades de mantenimiento autónomo, con comodidad.	1.8	1%	
			153.6		100%

Fuente: [Figura 5](#), [Tabla 17](#).

Interpretación: La zona A, representó propuestas de mejora que tienen el 75.9% de aprobación, en las que se destacaron actividades de mantenimiento autónomo, aplicación de herramientas de gestión de visual y aplicación de la herramienta 5s. contrastando a lo mencionado por (Tapia et al. 2017) quienes indicaron que la industria manufacturera es la que usa mayormente

las herramientas lean con un 32.43% de aplicaciones. Así mismo la zona B (17,1%) y la zona C (7%), en conjunto representaron propuestas de mejora que tienen el 24.1% de aprobación, en las que se destacaron actividades de mantenimiento preventivo y gestión de inventarios.

Resultados del segundo objetivo específico:

Levantamiento de información de los equipos, piezas y repuestos de la planta de alimento balanceado en estudio.

Tabla 4. Piezas y repuestos de los equipos en estudio.

CODIGO	DESCRIPCIÓN	CHUMACERAS		CORREAS DE TRANSMISIÓN			CADENAS TRANSMISIÓN		
		CANT.	TIPO DE GRASA	CANT.	TIPO	Nº	CANT.	PASO	Nº NODOS
FJA.TRSP-R.MZ-01	Faja aérea de recepción de maíz (silo 3)	4	Renolit s2 tx	2	A	116	-	-	-
FJA.TRSP-R.MZ-02	Faja aérea de recepción de maíz (silo 4)	4	Renolit s2 tx	2	A	116	-	-	-
FJA.TRSP-R.MZ-03	Faja aérea de recepción de maíz (silo 5)	4	Renolit s2 tx	2	A	118	-	-	-
FJA.TRSP-R.MZ-04	Faja aérea de recepción de maíz (silo 6)	4	Renolit s2 tx	2	A	118	-	-	-
GSNO-SL-01	Gusano del silo 1	3	Renolit s2 tx	2	A	38	1	3/4	56
GSNO-SL-02	Gusano del silo 2	3	Renolit s2 tx	2	A	38	1	3/4	57
GSNO-SL-03	Gusano del silo 3	1	Renolit s2 tx	2	B	54	-	-	-
GSNO-SL-04	Gusano del silo 4	1	Renolit s2 tx	2	B	54	-	-	-
GSNO-SL-05	Gusano del silo 5	1	Renolit s2 tx	2	B	54	-	-	-
GSNO-SL-06	Gusano del silo 5	1	Renolit s2 tx	2	B	54			

CODIGO	DESCRIPCION	CHUMACERAS		CADENAS TRANSMISIÓN			CAJA REDUCTORA	
		CANT.	TIPO DE GRASA	CANT.	PASO	Nº NODOS	CANTIDAD	TIPO DE LUBRICANTE
ELDOR-MZ.MOL-05	Elevador de maíz molido	4	Renolit s2 tx	1	1" 1/4	20*	3 LT	richgear 2690 #6 ep/rt
ELDOR-SYA.MOL-06	Elevador de soya molida	4	Renolit s2 tx	1	1" 1/4	20*	3 LT	richgear 2690 #6 ep/rt
ELDOR-MIN-07	Elevador de minerales	4	Renolit s2 tx	1	1"	99	2 LT	richgear 2690 #6 ep/rt
ELDOR-HRNA-09	Elevador de harina	4	Renolit s2 tx	1	1" 1/4	20*	3 LT	richgear 2690 #6 ep/rt

Interpretación:

El levantamiento de información de los equipos, dio a conocer la cantidad de chumaceras a engrasar y el tipo de grasa a utilizar; para esta muestra, el 100% de los equipos utilizaron grasa Renolit s2 tx. Así mismo se describieron las características de las correas y cadenas de transmisión. Para el caso de los elevadores, se utilizan motorreductores, por ende, se dio a conocer la cantidad de aceite y el tipo de lubricante a utilizar; para esta muestra, el 100% de los elevadores utilizaron aceite richgear 2690 #6 ep/rt. Con lo cual se afirma la investigación realizada por (Olarde 2017), quien sostuvo que, para un eficiente levantamiento de información de equipos, se debe asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados y realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales de cada uno de los equipos críticos.

Resultados del tercer objetivo específico:

Determinación de los indicadores de disponibilidad de equipos pre implementación.

Tabla 5. *Indicadores de disponibilidad, pre implementación.*

Indicadores de disponibilidad pre implementación (mes de abril)	
Indicador	Resultado
Disponibilidad (%)	92%
MTBF	35.40
MTTR	2.00

Fuente: [Tabla 19](#)

Interpretación:

El indicador de disponibilidad (%), da a conocer que los equipos en estudio, anteriormente operaban en un 92% sobre el tiempo calendario. Así mismo cada 35.40 horas se presentaba una avería y el tiempo en promedio en el cual estaba paralizado el equipo, era de 2 horas. Estos resultados se fundamentan en lo mencionado por (Candelario et al. 2006). quienes sostienen que la disponibilidad, es la confianza de que un equipo, después de realizado su mantenimiento, ejerza su función de manera óptima.

Resultados del cuarto objetivo específico:

Aplicar las herramientas Lean Manufacturing tales como las 5S, mantenimiento autónomo y VSM.

Aplicación de la herramienta 5s.

Para la evaluación del cuestionario pre y post implementación de la herramienta 5s, se ha tomado en consideración, la escala de medición citada por (Huánuco et al. 2018; Hostia et al. 2018)., la cual se muestra en la ([tabla 20.](#))

Tabla 6. Resultados de la evaluación 5s.

Herramienta 5s	Puntuación inicial	Puntuación final	Puntuación máxima
Clasificación	7	17	20
Orden	15	33	35
Limpieza	12	23	25
Estandarización	8	16	20
Disciplina	8	17	20
Total	50	106	120
Total (%)	42%	88%	100%

Fuente: [Tabla 21](#), [Tabla 23](#).

Interpretación:

El cuestionario realizado a los equipos en estudio, pre implementación de la herramienta 5s, dio a conocer una baja puntuación de 50 sobre 120 puntos, indicando la necesidad de aplicar dicha herramienta. Además, revisando cada pilar se observó que la primera S – “Clasificación” obtuvo un puntaje de 7, el cual representa un 35% de la puntuación esperada, esto se debe a que en su mayoría los equipos utilizan correas de transmisión, las cuales no se encontraban clasificadas ([ver foto 5](#)). Finalmente, luego de la implementación de la herramienta 5s, se observó una calificación porcentual del 85%, catalogado como un nivel bueno.

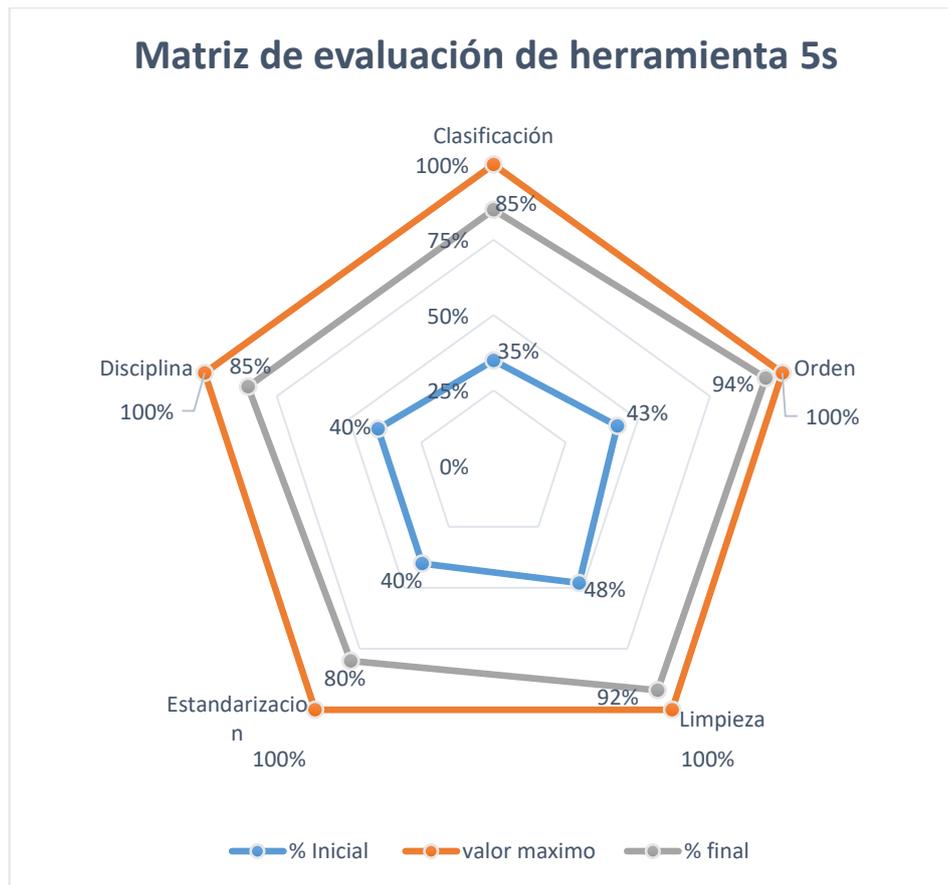


Figura 1. Matriz de evaluación de herramienta 5s.

Fuente: [Tabla 21](#), [Tabla 23](#).

Interpretación:

De acuerdo con la Escala de medición del nivel 5S, se observó que la menor puntuación (%) del diagnóstico inicial, se dio en la primera S de la clasificación, obteniendo un 35% de puntuación, catalogado como deficiente (por debajo del promedio). Así mismo el resto de puntuaciones de las 4 eses restantes no superan el nivel deficiente por debajo del promedio, considerando que la máxima puntuación fue de 48% por parte de la tercera S (limpieza). Luego de la implementación de la herramienta 5s, se obtuvo una puntuación mínima del 80% en la cuarta S(estandarización) y el máximo puntaje de 94% se obtuvo en la segunda S (orden), ambos forman parte de un nivel catalogado como bueno. Por último, el espacio generado entre el radar interno y externo, demuestra las importantes mejoras en cada pilar con respecto a su cercanía al 100%. Afirmando lo mencionado por (Cristina et al. 2018). Quienes sustentan que la aplicación de la herramienta 5s,

permite que los trabajadores y empleados desarrollen sus actividades en condiciones adecuadas para elaborar y ofrecer productos de calidad.

Aplicación del mantenimiento autónomo

Tabla 7. Evaluación de actividades de engrase.

Ítem	Código	Descripción	Pre – Impl.	Post – Impl.	Cantidad de chumaceras
			Chumaceras engrasadas (Cant.)	Chumaceras engrasadas (Cant.)	
01	FJA.TRSP-R.MZ-01	Faja aérea de recepción de maíz (silo 3)	0	4	4
01	FJA.TRSP-R.MZ-02	Faja aérea de recepción de maíz (silo 4)	0	4	4
02	FJA.TRSP-R.MZ-03	Faja aérea de recepción de maíz (silo 5)	0	4	4
03	FJA.TRSP-R.MZ-04	Faja aérea de recepción de maíz (silo 6)	0	4	4
04	GSNO-SL-01	Gusano del silo 1	2	3	3
05	GSNO-SL-02	Gusano del silo 2	2	3	3
06	GSNO-SL-03	Gusano del silo 3	0	1	1
07	GSNO-SL-04	Gusano del silo 4	0	1	1
08	GSNO-SL-05	Gusano del silo 5	1	1	1
09	GSNO-SL-06	Gusano del silo 6	1	1	1
10	ELDOR-MZ.MOL-05	Elevador de maíz molido	0	4	4
11	ELDOR-SYA.MOL-06	Elevador de soya molida	0	4	4
12	ELDOR-MIN-07	Elevador de minerales	0	4	4

13	ELDOR-HRNA-09	Elevador de harina	3	4	4
Total			9	42	42
Total (%)			21%	100%	100%

Fuente: [Tabla 24](#), [Tabla 25](#).

Interpretación:

Antes de la implementación del mantenimiento autónomo, solo el 21% de chumaceras eran engrasadas, en su mayoría se debía a que 4 chumaceras eran de difícil acceso para engrasar y 2 tenían la boquilla obstruida. Luego de la implementación del mantenimiento autónomo, se logró engrasar el 100 % de los equipos en estudio, esto se debe a la aplicación de cronogramas de engrase y controles de ingeniería realizados en los equipos. Estos resultados se fundamentan en lo mencionado por (Suzuki 2017) quien da a conocer la importancia de eliminar los puntos inaccesibles de engrase, como parte de la segunda etapa del mantenimiento autónomo.

Tabla 8. Evaluación de actividades de limpieza e inspección de los equipos.

Evaluación de actividades de limpieza e inspección de los equipos				
cantidad	equipos	Puntuación inicial	Puntuación final	Puntuación máxima
6	Transportadores helicoidales	10	21	25
4	Fajas transportadoras	12	18	18
4	elevadores de cangilones	12	21	25
Total		34	60	80
Total (%)		43%	75%	100%

Fuente: [Tabla 26](#), [Tabla 27](#).

Interpretación:

La evaluación realizada a los equipos en estudio, pre implementación del mantenimiento autónomo, dio a conocer un puntaje de 43% el cual es catalogado como deficiente. Luego de la aplicación del mantenimiento autónomo, se logró un puntaje del 75% catalogado como aceptable, evidenciándose una mejora del 32%. En conformidad a lo establecido por (Suzuki 2017), quien sostiene que se deben establecer las condiciones básicas del equipo y eliminar las fuentes de contaminación.

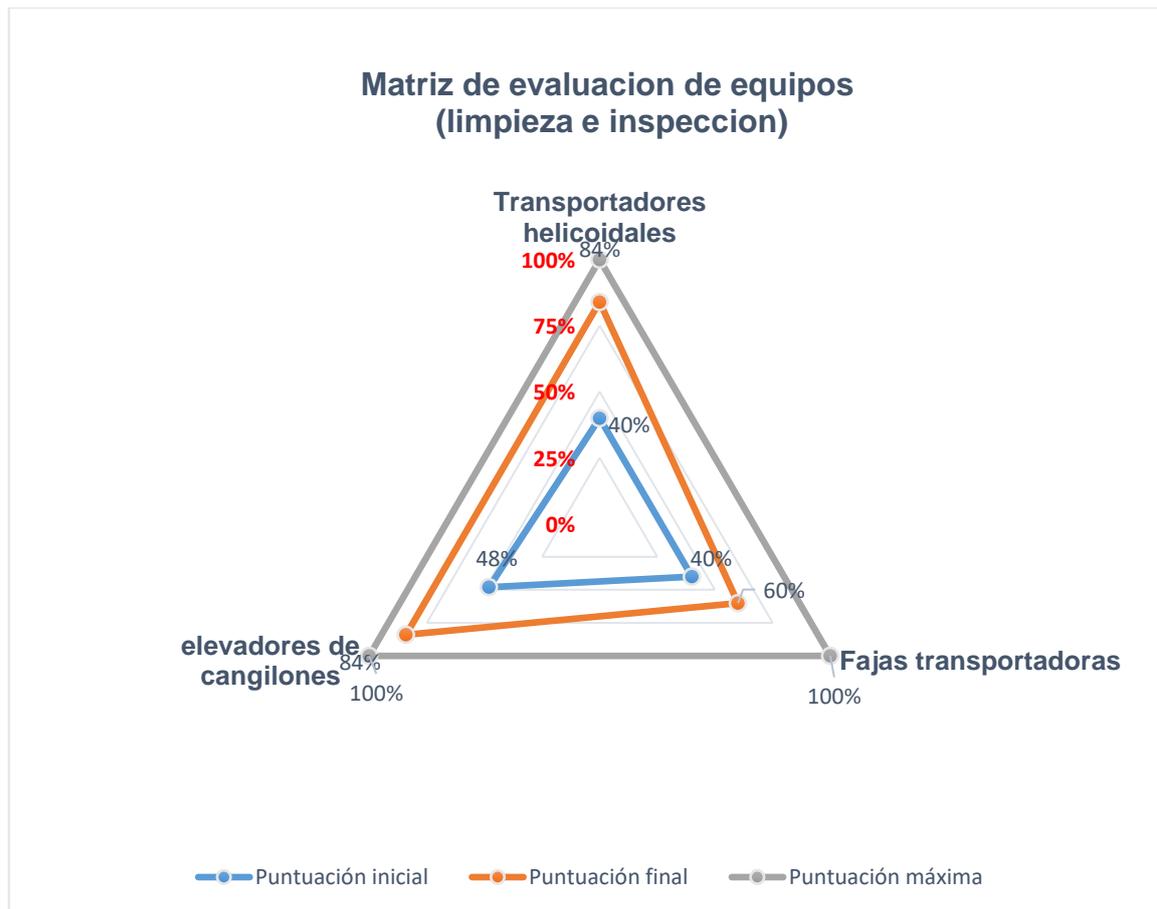


Figura 2. Matriz de evaluación de equipos (limpieza e inspección).

De acuerdo con la Escala de medición de mantenimiento autónomo, se observó que las menores puntuaciones se dieron en los equipos de fajas transportadoras (40%) y transportadores helicoidales (40%) catalogados como deficiente. Luego de la implementación del mantenimiento autónomo se logró alcanzar una puntuación en los elevadores de cangilones (84%) y transportadores helicoidales (84%), catalogados como nivel aceptable. Sin embargo, la puntuación de fajas transportadoras (60%) catalogado como regular, obtuvo el menor puntaje, debido a algunas propuestas inconclusas.

Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping

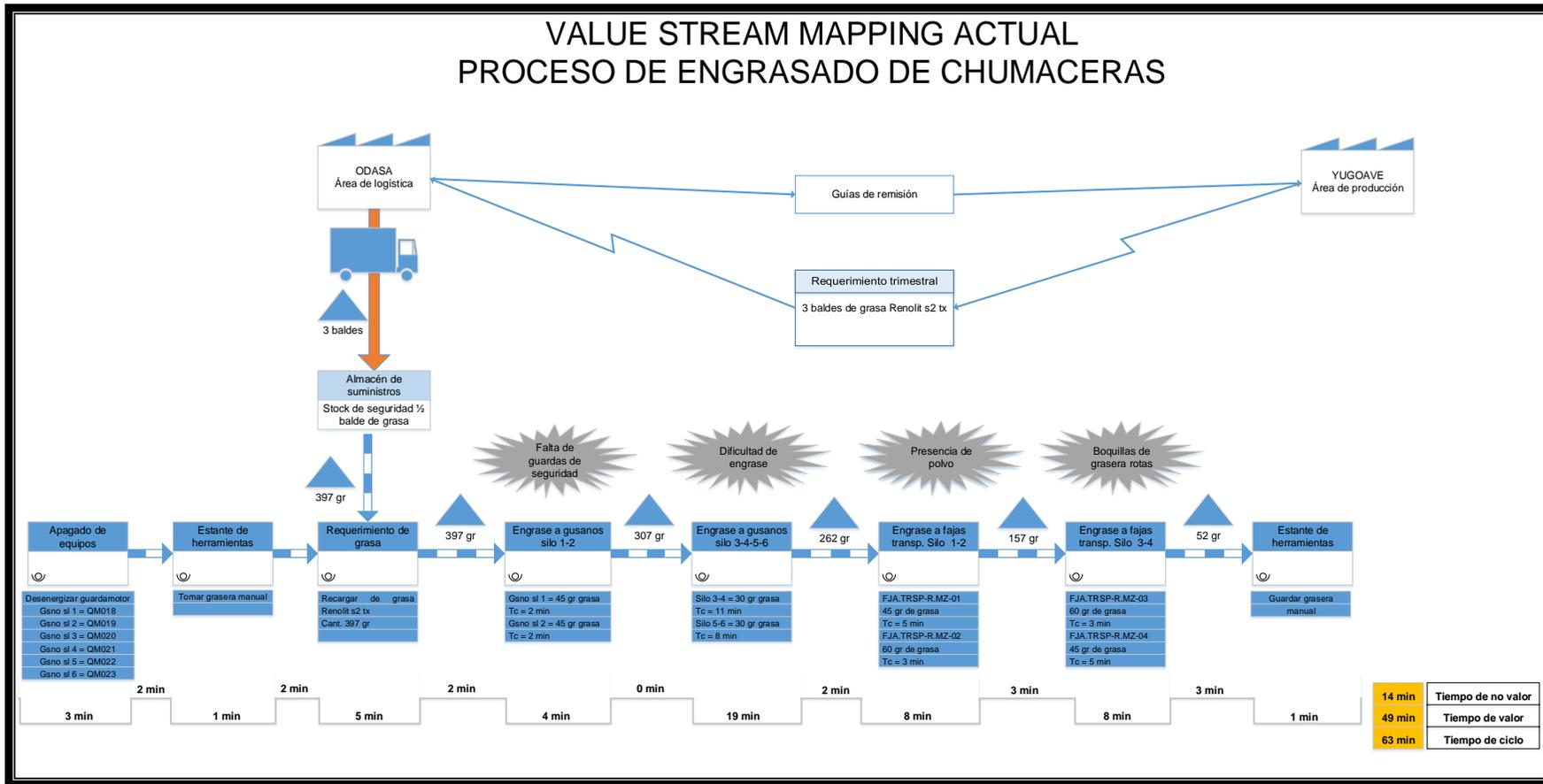


Figura 3. Value stream mapping actual en el proceso de engrasado de chumaceras.

Fuente: [Tabla 26](#), [Tabla 27](#).

Interpretación:

Mediante el diagnóstico inicial a través de la aplicación de la herramienta value stream mapping, se logró detectar deficiencias en el proceso de engrasado de chumaceras, tales como la falta de guardas ([ver foto 7](#)), dificultad de engrase en 4 gusanos helicoidales, presencia de polvo ([ver foto 13](#), [ver foto 14](#)) y boquillas de graseras rotas en las fajas transportadoras, así mismo el tiempo de no valor fue de 14 min, el tiempo de valor fue de 49 minutos y el tiempo de ciclo fue de 63 minutos.

Realizadas las mejoras correspondientes, las cuales con respecto a la falta de guardas de seguridad, se procedió a fabricar guardas para todos los gusanos de recepción de maíz ([ver foto 8](#)), respecto a la dificultad de engrase en los gusanos (2 – 6) se instalaron extensiones de graseras ([ver foto 10](#)), respecto a la presencia de polvo en las fajas transportadoras, se fabricaron cubiertas de metal con un punto de desfogue para retirar el polvo luego de la recepción de maíz ([ver foto 15](#), [ver foto 16](#)) y respecto a las boquillas de engrase rotas, se procedió a cambiarlas por unas nuevas.

Todo ello permitió realizar un nuevo mapeo del flujo de valor en el proceso de engrasado de chumaceras ([ver figura 4](#)), obteniéndose resultados de 12 min en actividades de no valor y 25 min en actividades de valor, aparte de ello se obtuvo un tiempo ciclo de 37 min, logrando optimizar en un 41 % el tiempo empleado para el proceso de engrasado de chumaceras. Afirmado las investigaciones realizadas por (Chase et al. 2009; Stadnica et al. 2019; Patil et al. 2021), quienes sostienen que el mapa de flujo de valor permite visualizar las actividades que no agregan valor, a fin de proponer eventos de mejora y así incrementar el rendimiento del proceso.

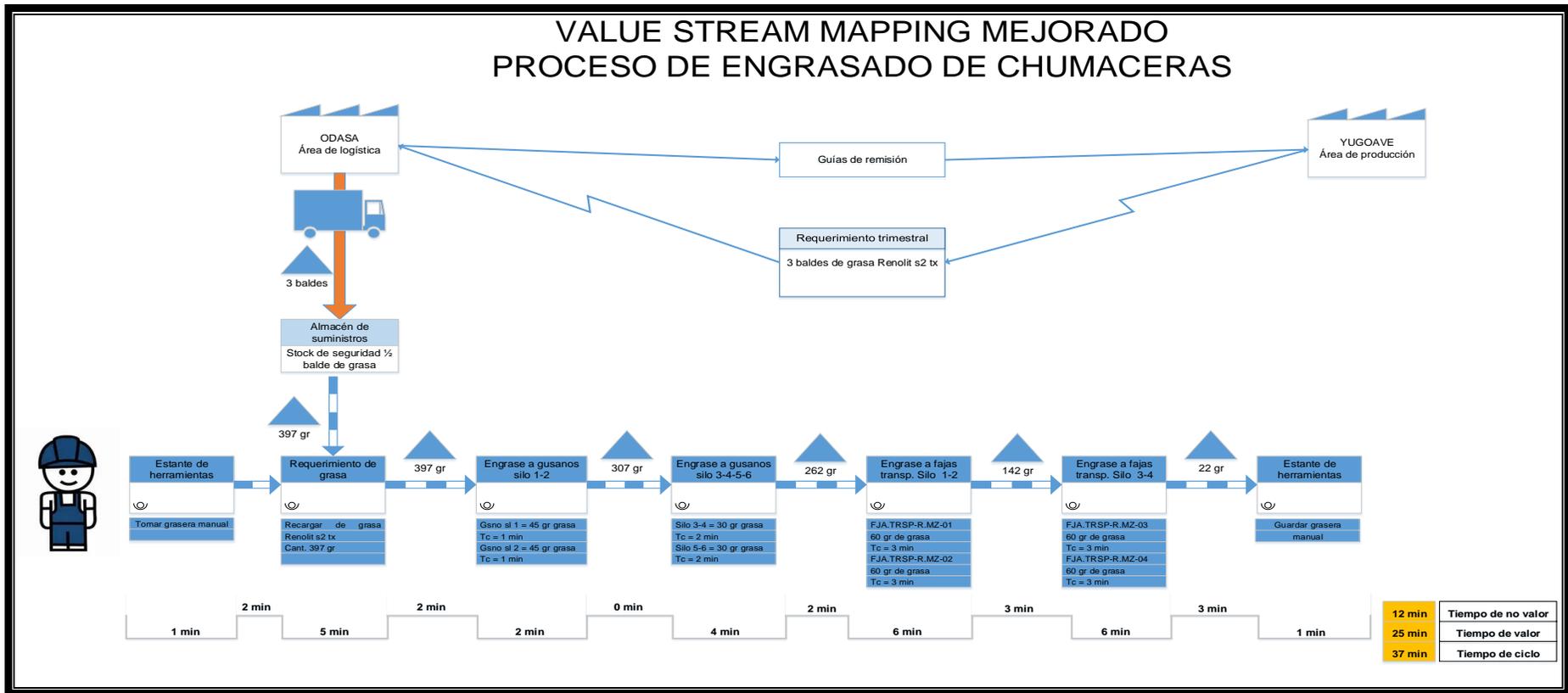


Figura 4. Value stream mapping mejorado en el proceso de engrasado de chumaceras.

Fuente: [Tabla 28](#), [Tabla 29](#).

Resultados del quinto objetivo específico:

Determinar los indicadores de disponibilidad de equipos, post implementación de las herramientas Lean Manufacturing.

Tabla 9. Indicadores de disponibilidad post implementación.

Indicadores de disponibilidad post implementación (16 de mayo – 11 de junio)	
Indicador	Resultado
Disponibilidad (%)	98%
MTBF	375.5 hrs
MTTR	0.5 hrs

Fuente: [Tabla 31.](#)

Interpretación:

El indicador de disponibilidad, luego de la aplicación de herramientas lean, fue del 98% sobre el tiempo calendario. Evidenciándose un incremento del 6% respecto al indicador de disponibilidad pre implementación. Así mismo, luego de las mejoras realizadas, se ha alcanzado un tiempo medio entre fallas de 375.5 horas y un tiempo medio de reparación de 0.5 horas. Contrastando lo mencionado por (Casaña 2021), quien refiere que, a mayor incremento del tiempo medio entre fallas, mayor será la confiabilidad y disponibilidad de los equipos.

Prueba de hipótesis de la variable disponibilidad de equipos.

A continuación, se muestran los indicadores de disponibilidad de equipos, pre - implementación de las herramientas lean manufacturing correspondiente a las 4 semanas del mes de abril y los resultados post implementación, correspondiente a las 4 semanas de la fecha (23 de mayo – 18 de junio).

Tabla 10. Indicadores de disponibilidad desglosado por semanas, pre y post implementación.

Disponibilidad (%) pre impl.	Disponibilidad (%) post impl.
93,75	99,00
89,58	96,35
92,71	97,92
92,71	97,92

Normalidad de los datos:

H_0 = Los datos siguen una distribución normal

H_1 = Los datos no siguen una distribución normal

Si: $p \leq 0,05$ se rechaza H_0

$P > 0,05$ se acepta H_0

Tabla 11. Prueba de normalidad.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Disp_pre_impl	,364	4	.	,839	4	,193
Disp_post_impl	,295	4	.	,929	4	,587

a. Corrección de significación de Lilliefors

Disp_pre_impl. = 0.193 > 0,05 se acepta H_0

Disp_post_impl. = 0.587 > 0,05 se acepta H_0

Interpretación: Los datos tienen una distribución normal.

Prueba estadística de hipótesis

H_0 = la aplicación de las herramientas lean manufacturing en el proceso de mantenimiento no mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado.

H_1 = la aplicación de las herramientas lean manufacturing en el proceso de mantenimiento mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado.

$P < 0.05$ se rechaza H_0

$P \geq 0.05$ se acepta H_0 Tabla 10.

Tabla 12. Prueba t student.

Prueba de muestras emparejadas									
		Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
		Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
					Inferior	Superior			
Par 1	Disp_pre_impl - Disp_post_impl	- ,05610 00	,0077356	,0038678	-,0684091	-,0437909	- 14,504	3	,001

Interpretación:

$p = 0.001 < 0.05$, por ende, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , es decir que la aplicación de las herramientas lean manufacturing en el proceso de mantenimiento mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado.

V. DISCUSIÓN

La aplicación de herramientas lean manufacturing, tales como mantenimiento autónomo, herramienta 5s y VSM, en el proceso de mantenimiento, permitió mejorar la disponibilidad de los equipos en un 98 %, es decir, se realizó un incremento del 6.52 % respecto al indicador de disponibilidad pre implementación de 92%, en similitud a los resultados obtenidos por (Bazán et al.2020) quienes aplicaron las mismas herramientas lean y obtuvieron una disponibilidad inicial de 77.92% y una disponibilidad posterior de 84.52%, logrando un incremento del 8.47%. Así mismo (Raut et al. 2017; Ribeiro et al. 2019) aplicaron durante un año, mantenimiento productivo total (TPM) y herramienta 5s, obteniendo un incremento en la disponibilidad de 93.3% y 1.15%, alcanzando disponibilidades de 93.69% y 97.1% consecutivamente. Teniendo en cuenta que el mantenimiento autónomo forma parte del TPM, se decidió aplicar solo mantenimiento autónomo debido a que (Tavares 1999; Vargas et al. 2018) manifiestan que el promedio de implantación de la fase preparatoria del TPM, es de 3 a 6 meses y para la etapa de consolidación, de 2 a 3 años en promedio, para obtener resultados satisfactorios.

Por otra parte, el indicador definido como disponibilidad técnica por (Casaña 2021), el cual se obtiene dividiendo el tiempo medio entre fallas (MTBF) sobre la sumatoria del tiempo medio entre fallas más los tiempos medios de reparación (MTTR), brinda resultados diferentes, los cuales para efectos de comparación, se aplicó el indicador disponibilidad técnica a la presente investigación, dando como resultados una disponibilidad técnica pre implementación de 94.65% y post implementación de 99.86 %, evidenciándose un incremento del 5.5 %. Estos cambios se deben a que el indicador disponibilidad técnica, no considera el tiempo por paradas programadas, las cuales son un elemento fundamental para la realización de actividades de mantenimiento autónomo, en concordancia con (Ramón 2018).

Así mismo, mediante la aplicación de la estadística inferencial en la prueba de hipótesis, se realizó la prueba de normalidad, obteniendo un nivel de significancia en ambas variables de un valor $P > 0,05$, por la cual se determinó que los datos tienen una distribución normal y para ello se aplicó la prueba t student, obteniendo un valor $p = 0.001 < 0.05$, en la cual se aceptó la hipótesis alterna, es decir que la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento

mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado, en similitud a los resultados obtenidos por (Perez et al. 2018), quienes mediante la prueba de hipótesis aceptaron la hipótesis alterna, en la cual indicaron que la buena gestión del mantenimiento autónomo incrementa la disponibilidad de equipos en un 91.64%. Así mismo (Fam et al. 2018), obtuvieron una correlación de 0.941, la cual indica una estrecha relación entre las variables Manufactura esbelta y eficiencia en la disponibilidad de los equipos. Estos resultados se complementan con lo mencionado por (Tapia et al. 2017), quienes mencionan que la industria manufacturera es la que usa mayormente la manufactura esbelta con un 32.43% de aplicaciones y que estas se combinan con otras metodologías tales como: 5s, kanban, VSM y TPM en un 66,22% de los casos.

Los resultados del diagnóstico de las causas potenciales de paradas imprevistas en la planta de producción de alimento balanceado, determinaron herramientas lean manufacturing que dan solución al 80% de las causas potenciales, las cuales son: mantenimiento autónomo, herramienta 5s y mapa de flujo de valor (VSM), y equipos que son causantes del 70 % de las paradas imprevistas de producción, en similitud a la investigación realizada por (Bazán et al.2020) quienes determinaron las causas de la baja disponibilidad de equipos, aplicando la metodología Lean Manufacturing con base a 04 etapas (diagnóstico y formación, determinación, implantación y mejora continua), incluyendo herramientas lean tales como VSM, 5S y gestión del mantenimiento. Durante el proceso de diagnóstico se realizaron entrevistas, lluvia de ideas, análisis de los 5 porqués, cuestionarios, diagrama Ishikawa y análisis ABC. En semejanza a las investigaciones realizadas por (Zhang et al. 2020; Romero et al. 2020; Tuarez 2017; Fam et al. 2018; Ribeiro et al. 2019). Así mismo (Bazán et al.2020 y Carrillo et al. 2021) aplicaron como herramientas de diagnóstico, el árbol lógico y análisis de modo de fallos efectos y criticidad, herramientas fundamentadas en el análisis crítico y estadístico, por ende, se recomienda incluir a los operarios en el proceso de resolución de problemas de mejora continua, en concordancia a lo mencionado por (Coetzee et al. 2016). Respecto a la selección de equipos como muestra de estudio, se tomó en consideración los equipos que representaron la mayor cantidad de paros por averías, clasificados como equipos críticos, mediante el análisis ABC, en similitud a lo desarrollado por (Madrid 2021).

Los resultados del levantamiento de información de equipos en estudio, dieron a conocer los componentes de cada equipo, tales como la cantidad de chumaceras, correas, catalinas, y sustancias de lubricación que se deben tomar en cuenta para realizar un adecuado proceso de mantenimiento autónomo, en similitud a lo realizado por (Olarte 2017), quien además recomienda asignar códigos de identificación a cada uno de los equipos listados y realizar fichas técnicas que contengan la información de las características generales del equipo.

Por otra parte, previo a la aplicación de herramientas lean manufacturing, se determinó una disponibilidad inicial del 92%, un tiempo medio entre fallas de 35,40 horas y un tiempo medio de reparación de 2 horas, así mismo (Bazán et al.2020) obtuvieron una disponibilidad inicial de 77.92%, un tiempo medio entre fallas de 17.36 horas y un tiempo medio de reparación de 3.70 horas, comparando ambas investigaciones se infiere de que los equipos analizados operan de manera satisfactoria en un 14.08% más, en conformidad a los definido por (Suzuki 2017; Mora et al. 2009) quienes expresan que la disponibilidad es el % de operación de un equipo, desempeñando sus funciones de manera satisfactoria y en el momento que se requiere comenzar la operación en condiciones estables y en correcto funcionamiento. Así mismo, considerando que la presente investigación tiene un modelo de sistema de producción por lotes y la referida presenta un modelo de producción por proyecto, se relaciona lo mencionado por (Velmurugan et al. 2022; Olarte 2017), quienes indican que gracias a la globalización de los mercados las empresas que producen en cadena necesitan de planes de mantenimiento que les permitan conservar sus equipos en las mejores condiciones.

Según diversos autores tales como (Zhang et al. 2020; Singh 2017; Cristina et al. 2018; Sarria et al. 2017) recomiendan aplicar la herramienta 5s como punto de partida, en la implementación de herramientas lean manufacturing, ya que permite alcanzar resultados tangibles a corto plazo, incentivando a las empresas a continuar con la implementación de las herramientas lean. Por ende, se inició aplicando la herramienta 5s, previo a ello se realizaron capacitaciones de los operarios en herramientas lean manufacturing, en conformidad a lo mencionado por (Sarria, et al. 2017) quienes indicaron que el 70 % de los autores citados,

recomiendan socializar y entrenar a los empleados y operarios de mayor a menor cargo en la filosofía y principios lean con el fin de disminuir la resistencia al cambio.

Los resultados de la aplicación de la herramienta 5s, dieron a conocer una puntuación inicial promedio de 41.2% catalogados como deficiente y luego de la aplicación de la herramienta 5s, puntaje final promedio de 87.2%, catalogado como bueno. De manera similar (Huánuco et al. 2018) obtuvieron una puntuación inicial promedio de 43% catalogado como deficiente y luego de la aplicación de la herramienta 5s, se obtuvo un incremento de 111.62%, dando como resultado un puntaje promedio de 91%, catalogado como excelente. Así mismo ambas investigaciones presentaron importantes mejoras en la categoría orden, obteniendo resultados post implementación de 94% y 95% respectivamente y en la categoría limpieza se obtuvieron resultados post implementación de 92% y 90% respectivamente. Estos resultados se vieron reflejados en equipos y repuestos limpios, ordenados y organizados en donde los operarios pueden laborar de manera educada y segura, tal como lo mencionan (Sukdeo et al. 2020; Cristina et al. 2018).

Por otro lado, en la aplicación del mantenimiento autónomo, se incluyó como herramienta de diagnóstico, el mapa de flujo de valor (VSM), tal como lo manifiestan (Tapia et al. 2017; Sarria et al. 2017), quienes afirmaron que la herramienta lean más utilizada es el VSM con un 27,03 % y que el 47.8% de los autores consultados, la aplicaron como herramienta para la etapa de diagnóstico. Así mismo (Suzuki 2017) da a conocer criterios de evaluación en el descubrimiento de anomalías, eliminación de fuentes de contaminación y puntos inaccesibles, para el desarrollo adecuado de los procesos de limpieza y lubricación. Mediante el mapeo inicial del flujo de valor, se determinó un tiempo de ciclo de 63 minutos en el proceso de engrase de chumaceras, así mismo se identificó eventos kaisen, los cuales fueron mejorados en su totalidad para el mapeo final del flujo de valor, dando como resultado una disminución del 41.2% en el tiempo de ciclo, de esta manera las actividades de engrase se desarrollaron en solo 37 minutos. Del mismo modo investigaciones realizadas por (Patil et al. 2021; Bazán et al.2020; Nallusamy et al. 2017) alcanzaron reducciones en los tiempos de ciclo de 39.99%, 20.97% y 13.5% respectivamente. afirmando lo mencionado por (Chase et al. 2009; Stadnica et al.

2019) quienes indican que el mapa de flujo de valor interrelaciona los procesos de una organización con el fin de visualizar las actividades que no agregan valor, a fin de medir los tiempos que demora cada proceso, identificando cuellos de botella y puntos críticos, para eliminar el desperdicio y mejorar el rendimiento.

Como parte del mantenimiento autónomo se realizó una evaluación inicial en la cual se obtuvo un puntaje de 43% catalogado como deficiente, entre las observaciones más resaltantes se destacan que solo el 21% de chumaceras eran engrasadas, en su mayoría se debía a que 4 chumaceras eran de difícil acceso para engrasar y 2 tenían la boquilla obstruida, así mismo se observaron transportadores helicoidales sin guardas de protección y con difícil acceso para lubricación, en las fajas transportadoras de recepción de maíz se observó una dificultad para la limpieza y fugas de polvo durante la recepción y en los elevadores de cangilones se observaron cangilones apelmazados de alimento y pernos. Todos estos incidentes trajeron consigo paradas inesperadas en la línea de producción, obteniendo un tiempo medio entre fallas de 35,40 horas y un tiempo medio de reparación de 2 horas. De manera similar (Ferreira 2016) indico que el 95% de paradas de producción fueron provocados por partículas de suciedad en el lugar y se puede evitar con simples acciones de limpieza en los equipos. Luego de la aplicación del mantenimiento autónomo se evidencio un incremento del 74.4%, dando como resultado una puntuación del 75% catalogado como aceptable, así mismo luego de las mejoras realizadas en los equipos, se logró engrasar el 100% de los mismos. De manera similar investigaciones realizadas por (Madrid 2021; Ferreira et al. 2016; Nallusamy et al. 2017), aplicaron el mantenimiento autónomo logrando reducir las paradas de equipos en un 28%, 22% y 25% respectivamente.

Por último, los resultados de la aplicación de herramientas lean manufacturing se vieron reflejados en el incremento del 6.52% de disponibilidad de equipos, alcanzando una disponibilidad del 98%. Así mismo se incrementó en 10.6 veces más, el tiempo medio entre fallas, el cual pasó de 35.40 horas a 375.5 horas y respecto al tiempo medio de reparación, se alcanzó una disminución del 75%, el cual pasó de 2.00 horas a 0.5 horas. Del mismo modo (Bazán et al.2020) alcanzaron una disponibilidad de equipos de 84.52%, logrando un incremento del 8.47% y respecto al tiempo medio entre fallas alcanzaron un incremento del 86.1%.

VI. CONCLUSIONES

1. Según los resultados alcanzados, se concluye que la aplicación de herramientas lean manufacturing, tales como mantenimiento autónomo, herramienta 5s y VSM, permitieron mejorar la disponibilidad de equipos en un 98%, es decir, se realizó un incremento del 6.52 % respecto al indicador de disponibilidad pre implementación de 92%. Así mismo, mediante la prueba de hipótesis, utilizando t student para datos de distribución normal, se obtuvo un valor $p = 0.001 < 0.05$, en la cual se aceptó la hipótesis alterna, es decir que la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento mejora significativamente la disponibilidad de los equipos en una planta de alimento balanceado.
2. En el diagnóstico de las causas potenciales de paradas imprevistas en la planta de producción de alimento balanceado, se dieron a conocer herramientas lean manufacturing que dan solución al 80% de las causas potenciales, las cuales son: mantenimiento autónomo, herramienta 5s y mapa de flujo de valor (VSM), y equipos que son causantes del 70 % de las paradas imprevistas de producción, tales como 6 transportadores helicoidales, 4 fajas transportadoras de recepción de maíz y 4 elevadores de cangilones del área de mezcla y harina.
3. En el levantamiento de información de equipos en estudio, se recabaron datos de los componentes de cada equipo, tales como la cantidad de chumaceras, correas, catalinas, y sustancias de lubricación que se deben tomar en cuenta para realizar un adecuado proceso de mantenimiento autónomo.
4. Por otra parte, previo a la aplicación de herramientas lean manufacturing, se determinó una disponibilidad inicial del 92%, un tiempo medio entre fallas de 35.40 horas y un tiempo medio de reparación de 2 horas.
5. La aplicación de herramientas lean manufacturing, se centró en el proceso de mantenimiento, utilizando como herramienta base, el mantenimiento autónomo y como herramientas de apoyo, la herramienta 5s, en la fase de limpieza he inspección, del mismo modo, se aplicó el mapa de flujo de valor como herramienta de diagnóstico. Los resultados de la aplicación de la herramienta 5s, dieron a conocer una puntuación inicial promedio de 41.2%

catalogados como deficiente y luego de la aplicación de la herramienta 5s, se obtuvo un puntaje final promedio de 87.2%, catalogado como bueno. Respecto al mapeo inicial del flujo de valor, se determinó un tiempo de ciclo de 63 minutos en el proceso de engrase de chumaceras, así mismo se identificó eventos kaisen, los cuales fueron mejorados en su totalidad para el mapeo final del flujo de valor, dando como resultado una disminución del 41.2% en el tiempo de ciclo, de esta manera las actividades de engrase se desarrollaron en solo 37 minutos. Así mismo como parte del mantenimiento autónomo se realizó una evaluación inicial en la cual se obtuvo un puntaje de 43% catalogado como deficiente, entre las observaciones más resaltantes se destacan que solo el 21% de chumaceras eran engrasadas, en su mayoría se debía a que 4 chumaceras eran de difícil acceso para engrasar y 2 tenían la boquilla obstruida. Luego de la aplicación del mantenimiento autónomo se evidencio un incremento del 74.4%, dando como resultado una puntuación del 75% catalogado como aceptable, así mismo luego de las mejoras realizadas en los equipos, se logró engrasar el 100% de los mismos.

6. Por último, los resultados de la aplicación de herramientas lean manufacturing se vieron reflejados en el incremento del 6.52% de disponibilidad de equipos, alcanzando una disponibilidad del 98%. Así mismo se incrementó en 10.6 veces más, el tiempo medio entre fallas, el cual paso de 35.40 horas a 375.5 horas y respecto al tiempo medio de reparación, se alcanzó una disminución del 75%, el cual paso de 2.00 horas a 0.5 horas.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere a la gerencia de operaciones, de la planta de alimento balanceado:

Realizar de manera continua, las inspecciones de las condiciones básicas de los equipos, con la finalidad de generar un hábito en los operarios, a fin de prepararlos para una futura implementación del mantenimiento productivo total (TPM).

Así mismo, se recomienda continuar con el registro de los indicadores de disponibilidad de equipos, ya que estos muestran los puntos críticos en los cuales, el área de mantenimiento debe poner mayor énfasis.

Por otra parte, se recomienda aplicar el mantenimiento autónomo en las distintas áreas del proceso productivo, así mismo es necesario continuar con el fortalecimiento cooperativo entre el área de mantenimiento y producción.

Es de vital importancia eliminar y/o reducir en lo mínimo posible, las fuentes de contaminación, ya que ello depende el tener un ambiente de trabajo limpio y ordenado. Así mismo se recomienda instalar filtros de mangas en el proceso de abastecimiento de minerales, para disminuir la propagación de polvo en el área de trabajo.

Se sugiere a futuros investigadores:

Previo a las capacitaciones de herramientas lean manufacturing, se sugiere capacitar a los operarios en el ciclo de mejora continua con ejemplos prácticos y entendibles, con la finalidad de que busquen continuamente la manera de mejorar en sus actividades diarias. Estas capacitaciones permitirán motivar a los operarios en el proponer mejoras para mantener las condiciones básicas de los equipos.

Como parte de la aplicación del mantenimiento autónomo, se sugiere incluir las herramientas kaisen y Poka yoke, para obtener mejores resultados en la solución de problemas que se dan al momento de tratar mantener las condiciones básicas de los equipos.

REFERENCIAS

ALARCÓN, A., 2015. *Implementación de OEE y SMED como herramientas de Lean Manufacturing en una empresa del sector plástico* [En línea]. Tesis. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil [consulta: mayo de 2022]. Disponible en: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redeg/8043>.

BAZÁN, P.; CORREA, J., 2020. *Aplicación de la metodología Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de perforadoras de la empresa MBC Drilling SAC* [En línea]. Tesis. Cajamarca, Perú: Universidad Privada del Norte [consulta: abril de 2022]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/11537/24890>

BENZAQUEN, J., 2018. La ISO 9001 y la administración de la calidad total en las empresas peruanas. *Universidad y Empresa* [En línea], vol. 20, pp. 281-312. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/journal/1872/187255450011/html/>

CABEZAS, E.; NARANJO, A.; TORRES, J., 2018. *Introducción a la metodología de la investigación científica*. s.l.: Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE. ISBN: 9789942765444.

CANAHUA, N., 2021. Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Industrial Data* [En línea], Vol. 24, pp 49-76. Disponible en:

http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-99932021000100049&lang=es.

CANDELARIO, M.; GRAJALES, D.; SÁNCHEZ, Y., 2006. La confiabilidad, la disponibilidad y la mantenibilidad, disciplinas modernas aplicadas al mantenimiento. *Scientia et technica* [En línea], Vol. vol. 1. ISSN. 0122-1701. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84920491036>.

CARRILLO, M.; ALVIS, C.; MENDOZA, Y., 2021. Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión* [En línea] Vol. 11, pp. 71-86. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/5604/560465980005/>.

CASAÑA, J, et al., 2021. Maintenance Based on World Class Indicators in Bayamo Dairy Factory. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* [En línea], Vol. 30, 2021. Disponible en:

http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2071-00542021000300007&lang=es.

CHASE, R.; JACOBS, R.; AQUILANO, N., 2009. *Administración de operaciones*. McGraw-Hill, 2009. ISBN: 978-970-10-7027-7.

COETZEE, R.; MERWE, K.; DYK, L., 2016. Lean application strategies: How are the Toyota Way principles addressed? *South African Journal of Industrial Engineering* [En línea], vol. 27, pp. 79-91, DOI: 10.7166/27-3-1641 de 2016. Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/311433103_Lean_implementation_strategies_How_are_the_Toyota_Way_principles_addressed.

CRISTINA, H, et al., 2018. Case study concerning 5S method impact in an automotive company. *Procedia Manufacturing* [En línea], vol. 22, pp. 900-905, ISSN 2351-9789. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.03.127>. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918304232>.

JIMÉNEZ, I., 2020. *El triángulo lógico. Una ecuación didáctica emergente para aprender metodología de la investigación*. Universidad de la Sabana. ISBN 9789581205561.

CUATRESCASAS, L., TORREL, F., 2010. *PM en un entorno lean management: estrategia competitiva*. Madrid: Profit Editorial. ISBN. 9788415330172.

DUEÑAS, J., 2016. *Gestión y dirección de equipos de encuestadores*. Madrid: Editorial Elearning. ISBN: 9788416492312. Disponible en:

https://www.editorialelearning.com/catalogo/media/iverve/uploadpdf/1526034225_UF2122_demo.pdf.

FAM, S.; ISMAIL, N.; YANTO, H., 2018. Lean manufacturing and overall equipment efficiency (OEE) in paper manufacturing and paper products industry. *Journal of Advanced Manufacturing Technology* [En línea] Vol. 12, pp. 461-474. ISSN: 2289-8107. Disponible en:

<https://jamt.utem.edu.my/jamt/article/view/4305>.

FERREIRA, C., LEITE, J., 2016. Applied autonomous maintenance in the improvement of production quality: A case study. *Journal of engineering and technology for industrial applications* [En línea], vol. 2, pp. 17-27, ISSN. 2447-0228. Doi: <https://dx.doi.org/10.5935/2447-0228.20160026>. Disponible en: <https://itegam-jetia.org/artigos/2016/9/2.pdf>.

GALINDO, A., 2020. Evolución de la Producción en el Sector Avícola y sus efectos durante la cuarentena por el COVID - 19. *MINAGRI*. [En línea] Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1464496/Evoluci%C3%B3n%20de%20la%20producci%C3%B3n%20en%20el%20sector%20av%C3%ADcola%20y%20efectos%20durante%20la%20cuarentena%20por%20el%20COVID-19..pdf>.

GUILLEM, M., 2019. Nueva metodología desarrollada para la integración de Lean Manufacturing, Kaizen e ISO 31000: 2009 basados en la ISO 9001: 2015. *3c Empresa: investigación y pensamiento crítico* [En línea], vol. 8, pp. 12-43, 2019. ISSN 2254-3376. Disponible en:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6938501>

HANS DE STEUR, J.; MANOJ, D.; Y DARIAN, X., 2016. Applying Value Stream Mapping to reduce food losses and wastes in supply chains: A systematic review. *Waste Management* [En línea], vol. 58, pp. 359-368, ISSN 0956-053X. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2016.08.025>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956053X16304883>.

HIDALGO, A., 2019. Técnicas estadísticas en el análisis Cuantitativo de datos. *Revista sigma* [En línea], Vol. 15, pp. 28-44. Disponible en:

HOSTIA, G.; AYALA, A., 2018. *Manual de gestión de calidad para la empresa PROLAC basado en la metodología de las 5S* [En línea]. Tesis. Lima, Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina [consulta: abril de 2022]. Disponible en: <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/3260/hostia-noblecilla-gj-ayala-meneses-adc.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

HUÁNUCO, L.; ROSALES, P., 2018. Impacto de las 5S en la Calidad Microbiológica del Aire del laboratorio de calidad de productos agrobiológicos. *Industrial Data* [En línea], Vol. 21, pp. 17-24, ISSN: 1560-9146. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v21i2.15599>. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81658967003>.

KAZANCOGLU, Y, et al., 2021. Reducing food waste through lean and sustainable operations: a case study from the poultry industry. *Revista de administración de empresas* [En línea], Vol. 61. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/rae/a/9RMRh8dr7Nth54HXT6HGBQp/?lang=en>

KERN, J., 2021. *Utilizar con éxito los diagramas de causa-efecto: El diagrama de Ishikawa en la teoría y la práctica*. ISBN 979-8505123980.

LÓPEZ, P.; FACHELLI, S., 2015. *Metodología de la investigación social cuantitativa*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.

LYONS, M., 2022. Perspectivas del sector agroalimentario de Alltech para 2022. EN: *Alltech* [En línea], vol. 11, pp. 2-11. Disponible en:

<https://www.alltech.com/sites/default/files/Spain/Noticias/Perspectivas%20del%20Sector%20Agroalimentario%20de%20Alltech%20para%202022.pdf>.

[consulta: mayo de 2022].

MADRID, J., 2021. *Implementación de herramientas Smed y mantenimiento autónomo para incrementar disponibilidad en la línea de envasado 22 empresa AJEPER, periodo 2018–2019* [En línea]. Tesis. Lima, Perú: Universidad San Ignacio de Loyola [consulta: mayo de 2022]. Disponible en:

<https://repositorio.usil.edu.pe/items/021aa84a-8137-4fa2-99e0-e658fa9a7c0d>

MCGOVERN, T., SMALL, A., HICKS, C., 2017. Diffusion of process improvement methods in European SMEs. *International Journal of Operations & Production Management* [En línea], Vol. 37, pp. 607-629. ISSN: 0144-3577. Disponible en:

<https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/IJOPM-11-2015-0694/full/html>

MIDAGRI, 2022. Boletín estadístico mensual: Producción y comercialización de productos avícolas, enero 2022. *Sistema integrado de estadística agraria*. [En línea] 2022. Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2978333/Bolet%C3%ADn%20sobre%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n-av%C3%ADcola-%20ENERO%202022.pdf>.

INONÁN, H., LEÓN, C., 2022. Boletín estadístico mensual: Producción y comercialización de productos avícolas, enero 2022. EN: *Sistema integrado de estadística agraria* [En línea]. Disponible en:

<https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/2978333/Bolet%C3%ADn%20sobre%20producci%C3%B3n%20y%20comercializaci%C3%B3n-av%C3%ADcola-%20ENERO%202022.pdf>. [consulta: mayo de 2022].

MORA, A., 2009. *Mantenimiento. Planeación, ejecución y control*. México : Alfaomega Grupo Editor, S.A. pp. 67. ISBN: 978-958-682-769-0.

MUSMAN, H., AHMAD, R., 2018. Critical component identification and autonomous maintenance activities determination using fuzzy analytical hierarchy process method. *International Journal of Industrial and Systems Engineering* [En línea], vol. 28, pp. 360-380. Doi:[10.1504/IJISE.2018.10010498](https://doi.org/10.1504/IJISE.2018.10010498). Disponible en:

https://www.researchgate.net/publication/322588731_Critical_component_identification_and_autonomous_maintenance_activities_determination_using_fuzzy_analytical_hierarchy_process_method.

NAKAJIMA, S., 1988. *Introduction to TPM: total productive maintenance*. Productivity Press, Inc. ISBN. 9780915299232.

NALLUSAMY, S., MAJUMDAR, G., 2017. Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. *International Journal of Performability Engineering* [En línea], Vol. 13, pp. 173-188. Disponible en:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iih&AN=123606076&lang=es&site=eds-live>. ISSN 0973-1318.

NASH, M., POLING, S., 2008. *Mapping the Total Value Stream*. Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-56327-359-9.

NIÑO, V., 2011. *Metodología de la investigación*. Bogotá: Ediciones dela U. ISBN 978-958-8675-94-7.

OHNO, T., BODEK, N., 1988. *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Productivity, 1st Edition. ISBN: 9780429273018.

OLARTE, W., BOTERO, M., CAÑÓN, B., 2017. Importancia del mantenimiento Industrial dentro de los procesos de producción. *Scientia Et Technica* [En línea] pp. 354-356. ISSN: 0122-1701. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=84917316066>.

PALLÁS, J., VILLA, J., 2019. *Métodos de investigación clínica y epidemiológica*. Elsevier Health Sciences, 2019.

PAREDES, A., 2017. Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado* [En línea], vol. 13, pp. 262-277, ISSN 1900-3803.

Doi: <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>.

Disponible en:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032017000100262&lang=es#B2.

PATIL, A., PISAL, M., SURYAVANSHI, C., 2021. Application of value stream mapping to enhance productivity by reducing manufacturing lead time in a manufacturing company: A case study. *Journal of applied research and technology* [En línea], vol. 19, pp. 11-22, 2021. ISSN 2448-6736. Disponible en:

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-64232021000100011&lang=es.

PEREZ, A., FIGUEROA, J., 2018. *Mantenimiento autónomo para incrementar la disponibilidad de equipos del área de peletizado de la Planta de Alimentos en la empresa Técnica Avícola S.A.* [En línea]. Tesis. Trujillo, Perú: Universidad Cesar Vallejo [consulta: mayo de 2022]. Disponible en:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/34263/perez_sa.pdf?sequence=4&isAllowed=y

QUEZADA, N., 2021. *Metodología de la investigación*. Barcelona: Marcombo, 2021. ISBN 9788426732569.

QUINTERO, J., LOPEZ, G., GUTIERREZ, F., 2020. *Metodología de la investigación científica en las ciencias económicas y administrativas: indicaciones para el estudio, sistema de tareas y casos de estudio*. Editorial Universo Sur, 2020. ISBN 978-959-257-582-0.

- RAMÓN, T., 2018.** Disponibilidad total y por fallas como indicadores en la gestión de mantenimiento. En: *Fractal*. [en línea]. Disponible en: <https://n9.cl/gubha>. [consulta: 15 mayo 2022].
- RAUT, S., RAUT, N., 2017.** Implementation of TPM to Enhance OEE in A Medium Scale Industry. *International Research Journal of Engineering and Technology* [En línea], vol. 4, pp. 1035-1041, ISSN: 2395 -0056. Disponible en: <https://www.irjet.net/archives/V4/i5/IRJET-V4I5347.pdf>.
- REY, S., 2003.** *Técnicas de resolución de problemas*. Fundación Confemetal. ISBN: 8496169146.
- RIBEIRO, R.; GODINA, C.; PIMENTEL, F.; SILVA, J., 2019.** Implementing TPM supported by 5S to improve the availability of an automotive production line. *Sciencedirect* [En línea] Vol. 38, pp. 1574-1581, ISSN 2351-9789. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.128>. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978920301293>.
- ROEMBKE, J., 2020.** Poultry feed balances costs with market demands. *Industria Avícola* [En línea], vol. 67, pp. 4–13. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=143061867&lang=es&site=eds-live..>
- ROMERO, W., VASQUEZ, A., 2020.** *Propuesta de TPM para mejorar OEE de máquinas tapadoras Mondini en la Empresa Agroindustrial Virú S.A.* Tesis. [Ingeniería Industrial]. Trujillo, Perú: Universidad César Vallejo. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/50977/Romero_SCWE-Vasquez_EAA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- RUIZ, B., 2020.** Brasil Puede Producir Más Maíz Para Alimentos Balanceados: La Producción Brasileña de Maíz Ha Experimentado Un Tremendo Crecimiento y Hay Ambiente Para Un Aumento Mayor. *Industria Avícola* [En línea] vol. 67, pp. 8–11. ISSN 0019-7467. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bsx&AN=142307933&lang=es&site=eds-live>.
- SAETTA, S., CALDARELLI, V., 2018.** The machinery performance analysis with smart technologies: a case in the food industry. *IFAC-PapersOnLine* [En línea], vol. 51, pp. 441-446. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2018.08.341>. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405896318314654>.

SANTOS, D., SANTOS, B., SANTOS, C., 2021. Implementation of a standard work routine using Lean Manufacturing tools: A case Study. *Gestão & Produção* [En línea], vol. 28. Disponible en:

<https://www.scielo.br/j/gp/a/gLtv5zDQkq6m65GxD5D97mh/?lang=en>.

SARRIA, M., FONSECA, G., BOCANEGRA, C., 2017. Modelo metodológico de implementación de lean manufacturing. *Revista EAN* [En línea], vol. 83, pp. 51-71. Disponible en:

<http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n83/0120-8160-ean-83-00051.pdf>

SHIROSE, K., 1984. *TPM for Workshop Leaders*. Routledge, 1st ed. ISBN. 9780203735329.

SINGH, P., 2017. Total Productive Maintenance- A Tool for World Class Manufacturing. *International Journal of Advanced Production and Industrial Engineering* [En línea], pp. 20-23, ISSN: 2455–8419. Disponible en:

<http://ijapie.org/Impdocs/OSCM/IJAPIE-SI-OSCM-706.pdf>.

SOCCONINI, L., 2019. *Lean manufacturing. Paso a paso*. Valencia: Marge books. ISBN: 9788417903046.

STADNICA, D., LITWIN, P., 2019. Value stream mapping and system dynamics integration for manufacturing line modelling and analysis. *International Journal of Production Economics* [En línea], vol. 208, pp. 400-411, Doi: 10.1016/j.ijpe.2018.12.011. Disponible en:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0925527318304894>

SUKDEO, N., RAMDASS, K., PETJA, G., 2020. Application of 7S methodology: a systematic approach in a bucket manufacturing organisation. *South African Journal of Industrial Engineering* [En línea], vol. 31, pp. 178-193. ISSN 2224-7890. Disponible en:

http://www.scielo.org.za/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-78902020000400016&lang=es.

SUZUKI, T., 2017. *TPM en industrias de proceso*. Routledge. ISBN. 8487022189.

TAVARES, L., 1999. *Administración moderna de mantenimiento*. Novo Polo Publicacoes. pp. 213.

TAJIRI, M., GOTOH, F., 1999. *Autonomous maintenance in seven steps: implementing TPM on the shop floor.* Routledge. ISBN. 9781315137971.

TAPIA, J., ESCOBEDO, T., BARRÓN, E., ET AL. 2017. A framework for the implementation of lean manufacturing in the industry. *Science & work* [En línea] Vol. 19, pp. 171-178. Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-24492017000300171&lang=es#B12.%20ISSN%200718-2449.

TORRES, L., RAMPASSO, I., QUELHAS, L., ET AL. 2021. Difficulties observed during lean tools training: insights for leaders. *Revista de Administração da UFSM* [En línea], vol. 14, pp. 735-749. Disponible:

<https://www.scielo.br/j/reaufsm/a/rZN4pH3LFDCjYp866D7L6wr/?lang=en>.

TUAREZ, C., 2017. Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM (mantenimiento productivo total). *DSpace* [En línea], Disponible en:

<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24859/1/TESIS%20DE%20GRADO%20IMPLEMENTACION%20DE%20TPM%20EN%20EMBOTELLADORA%20DE%20BEBIDAS%20GASEOSAS.pdf>

VARGAS, A., 2019. La Libertad ocupa el segundo lugar en producción avícola en el país. EN: *MACRONORTE* [En línea]. Disponible en:

<https://macronorte.pe/2019/05/01/la-libertad-ocupa-el-segundo-lugar-en-produccion-avicola-en-el-pais/>. [consulta: 10 mayo 2022].

VARGAS, J., MURATALLA, G., JIMÉNEZ, M., 2016. Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* [En línea], vol. 17, pp. 153-174, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011>.

VARGAS, J., MURATALLA, G., JIMÉNEZ, M., 2018. Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta lean manufacturing. *Ciencias administrativas* [En línea], vol. 11, pp. 81-95, 2018. ISSN 2314-3738. Disponible en:

http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-37382018000200081&lang=es.

VELMURUGAN, K., SARAVANASANKAR, S., BATHRINATH, S., 2022. Smart Maintenance Management Approach: Critical Review of Present Practices and Future Trends in SMEs 4.0. *ScienceDirect* [En línea]. ISSN 2214-7853. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.02.622>.

ZHANG, T., CHIN, J., 2020. Implementing Total Productive Maintenance in a Manufacturing. *Journal of Industrial Engineering and Management* [En línea], vol. 14, pp. 152-175, ISSN: 2013-8423. Doi: <http://dx.doi.org/10.3926/jiem.3286>. Disponible en: <https://www.jiem.org/index.php/jiem/article/view/3286>.

ANEXOS

Anexo A: Tablas.

Tabla 13. Matriz de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	CONCEPTO OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA
Variable independiente Lean Manufacturing	Es un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de todo tipo de desperdicios que no agregan valor al producto, mediante diferentes herramientas de mejora continua. (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2016, p. 154).	Metodología que nos ayuda a eliminar desperdicios que no agregan valor en el proceso de mantenimiento, mediante la aplicación de 5s, Mantenimiento autónomo y Value Stream Mapping.	Herramienta 5S	Nivel de aceptación (5s) $Nivel.acept. = \frac{Punt.real}{Punt.esperada} * 100$	Razón
			Mantenimiento autónomo	Eficiencia de lubricación $\% Efic.L = \frac{L.ejecutada}{L.planificada} * 100$ Nivel de inspección y limpieza $\% IL = \frac{Punt.real}{Punt.esperada} * 100$	Razón

			Value Stream Mapping (VSM)	Optimización del flujo de valor en el proceso de mantenimiento $Opt. F.V(\%) = \frac{(T. ciclo post impl.) - (T. ciclo pre impl.)}{T. de ciclo pre impl.} * 100$	Razón
Variable dependiente Disponibilidad de equipos	Es la capacidad de un activo para estar en correcto funcionamiento de forma satisfactoria y en el momento que se requiere al comenzar la operación. (Mora, 2013. P.67).	Disponibilidad es garantizar una mayor fiabilidad, mantenibilidad y disponibilidad de los equipos mediante los indicadores de MTBF Y MTTR.	Fiabilidad	Tiempo medio entre fallas $MTBF = \frac{Horas de operación}{Numero de fallos}$	Razón
			Mantenibilidad	Tiempo medio de reparación $MTTR = \frac{Horas de fallos}{\# de reparaciones}$	Razón
			Disponibilidad	Disponibilidad $Disponibilidad (\%) = \frac{T. calend. - P. program. - act. mant.}{Tiempo calendario} * 100$	Razón

Tabla 14. Registro de averías en los equipos.

		PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO			Código:	REG - 01
		REGISTRO DE AVERÍAS EN LOS EQUIPOS			Fecha de revisión:	08/10/2021
		Elaborado por:	Mesias Varas Mendoza	Revisado por:	Ing. Jerimi Reyes Saldaña	
Ítem	Fecha	Equipo	Acontecimiento	Solución al proceso	Solución al equipo	Tiempo de Rep. (hrs)
1	27/09/2021	Gusano de silo 5	Ruptura de ejes del gusano del silo 5.	Jalar maíz de otro silo.	Cambiar de ejes	3
2	07/09/2021	Compresor	Ruptura de fajas del compresor.	Utilizar compresor de reemplazo.	Cambiar polea	48
3	27/08/2021	Elevador de soya	Ruptura de faja de elevador de soya molida.		Realizar nuevo traslape	12
4	23/08/2021	Gusano de silo 3	Ruptura de chumacera de gusano de silo 3	Jalar maíz de otro silo	Cambio de chumacera	7
5	10/08/2021	Elevador de harina	Ruptura de faja de elevador de harina		Realizar nuevo traslape	12
6	25/07/2021	Faja transportadora de recepción de maíz	El tambor gira entre la faja, sin darle movimiento	Utilizar la otra faja transportadora de recepción	Templar la faja transportadora	6
7	17/07/2021	Molino de soya 02	Vibración excesiva del motor del molino de soya 02	Utilizar motor de reemplazo	Rebobinado	64
8	16/07/2021	Molino de soya 01	Desgaste total de catalinas de molino de soya 1		Cambiar catalinas	3

9	17/05/2021	Gusano de silo 6	Ruptura de ejes del gusano del silo 6	Jalar maíz de otro silo	Soldar ejes	3
10	03/05/2021	Molino de soya 01	Desgaste total de catalinas de molino de soya 1		Cambiar catalinas	64
11	09/04/2021	Turbo tamiz	Ruptura de fajas de turbo tamiz		Cambiar de fajas	2
12	21/03/2021	Faja transportadora de recepción de maíz	El motor funciona 3 min aprox. y luego se apaga	Utilizar la otra faja transportadora de recepción	Realizar cableado alterno	3
13	09/03/2021	Elevador de minerales	Ruptura de faja de elevador de minerales	Dosificación de minerales de forma manual	Realizar nuevo traslape	12
14	23/02/2021	Faja transportadora de recepción de maíz	El tambor gira entre la faja, sin darle movimiento	Utilizar la otra faja transportadora de recepción	Sopletear el contorno del tambor	2
15	20/01/2021	Elevador de maíz entero	Ruptura de piñones de motorreductor de elevador de maíz entero	Cambiar motorreductor de reemplazo	Enviar a rectificar piñones	240
16	13/09/2020	Gusano de silo 2	Ruptura de ejes del gusano del silo 2	jalar maíz de otro silo	Cambiar de ejes	3
17	07/09/2020	Faja transportadora de recepción de maíz	Ruptura de las correas del motor	Utilizar la otra faja transportadora de recepción	cambiar correas del motor	1
18	15/05/2020	Caldero	no enciende el caldero	Producir en harina	calibrar ingreso de aire	8
19	06/02/2020	Elevador de maíz molido	ruptura de faja de elevador de maíz molido	Utilizar elevador alterno	realizar nuevo traslape	12

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 15. Registro de lluvia de ideas.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO					Código:	
	REGISTRO DE LLUVIA DE IDEAS					Fecha de revisión:	20/10/2021
	Elaborado por:	Mesias Varas Mendoza			Revisado por:	Ing. Jerimi Reyes Saldaña	
Objetivo: Encontrar la causa – raíz de las paradas de producción por averías en los equipos.							
Ítem	fecha	equipo	acontecimiento	lluvia de ideas	herramientas de solución		criticidad
1	27/09/2021	Gusano de silo 5	Ruptura de ejes del gusano del silo 5	Vibraciones del gusano	Realizar revisiones periódicas de los gusanos.	mantenimiento autónomo	Alto
				gusano desalineado			
				bocinas desgastadas			
2	07/09/2021	Compresor	ruptura de fajas del compresor	desgaste excesivo de las fajas	agilizar los procedimientos de mantenimiento preventivo de los compresores	Mejorar la gestión de las ordenes de servicio.	bajo
				las poleas estaban desgastadas			
				se informo acerca de las poleas al personal técnico de ATLAS COPCO			
3	27/08/2021	Elevador de soya molida	ruptura de faja de elevador de soya molida	desgaste del traslape de la faja	realizar procedimientos de mantenimiento autónomo y gestionar revisiones periódicas	mantenimiento autónomo	Alto
				no se revisa periódicamente los elevadores			
				el personal de mantenimiento no se da a vasto con las actividades			
						gestión del mantenimiento preventivo	

				el elevador de soya trabaja de manera continua durante todo el horario de trabajo	planificadas de los elevadores		
4	23/08/2021	Gusano de silo 3	ruptura de chumacera de gusano de silo 3	falta de lubricación	para poder realizar actividades de mantenimiento autónomo, es necesario rediseñar los equipos o procedimientos, de tal manera que se pueda realizar las actividades con comodidad.	controles y mejoras de ingeniería	Alto
				operario no engraso la chumacera			
				dificultad para engrasar chumacera		gestión del mantenimiento preventivo	
				no se tiene un registro de inspección, de actividades de lubricación			
5	10/08/2021	Elevador de harina	ruptura de faja de elevador de harina	incrustación de una barra de fierro en la faja	mejorar los canales de comunicación en las áreas de mantenimiento y producción	procedimientos de reporte de averías o incidentes durante la operación de equipos	Alto
				el operario por descuido dejo caer una barra de fierro en el elevador			
				el operario no comunico de la situación al área de mantenimiento			
6	25/07/2021	Faja transportadora de recepción de maíz	El tambor gira entre la faja, sin darle movimiento	Faja sobre cargada de maíz	Sopleatear periódicamente los puntos críticos de la faja	mantenimiento autónomo	alto
				Polvo incrustado entre el tambor y la faja			
				Faja transportadora desajustada	Revisar periódicamente las	Mantenimiento preventivo	

				Desprendimiento de los polines	fajas trans. Por parte de los técnicos		
7	17/07/2021	Molino de soya 02	vibración excesiva del motor del molino de soya 02	desgaste de los rodamientos	mejorar los canales de comunicación en las áreas de mantenimiento y producción mediante herramientas de gestión visual	procedimientos de reporte de averías o incidentes durante la operación de equipos	alto
				el operario no comunico de la situación al área de mantenimiento	hacer uso de tarjetas Kanban para el registro de inspecciones de equipos críticos	Mantenimiento autónomo	
				no se lleva cabo un cronograma periódico del reemplazo de rodamientos según la vida útil de los mismos	llevar a cabo un registro de los repuestos y cambiarlos, culminado su vida útil.	gestión del mantenimiento preventivo	
8	16/07/2021	Molino de soya 1	desgaste total de catalinas de molino de soya 1	desgaste de catalinas por la fricción	realizar controles de ingeniería en alineación de catalinas	controles y mejoras de ingeniería	medio
				prematura vida útil de catalinas			
				deficiente alineación de catalinas			
				deficiente tratamiento térmico de catalinas	calcular un stock de seguridad para cada repuesto	gestión de inventarios de repuestos	
				escases de repuestos			
9	17/05/2021	Gusano de silo 6		Vibraciones del gusano		mantenimiento autónomo	Alto
				gusano desalineado			

			Ruptura de ejes del gusano del silo 6	bocinas desgastadas	Realizar revisiones periódicas de los gusanos.		
10	03/05/2021	Molino de soya 1	desgaste total de catalinas de molino de soya 1	desgaste de catalinas por la fricción	mejorar los canales de comunicación en las áreas de mantenimiento y producción	procedimientos de reporte de averías o incidentes durante la operación de equipos	medio
				el operario no comunico de la situación al área de mantenimiento		Mantenimiento autónomo	
				escases de repuestos	calcular un stock de seguridad para cada repuesto	gestión de inventarios de repuestos	
11	09/04/2021	Turbo tamiz	ruptura de fajas de turbo tamiz	desgaste de las fajas	realizar mantenimiento autónomo por parte de los operarios	mantenimiento autónomo	medio
				no se revisa periódicamente el estado de las fajas		gestión de inventarios de repuestos	
				dificultad para encontrar las fajas	aplicación de las 5 S en el almacenamiento de repuestos		
12	21/03/2021	Faja transportadora de recepción de maíz	El motor funciona 3 min aprox y luego se apaga	Sobre calentamiento del motor	Sopleatear periódicamente los puntos críticos de la faja	mantenimiento autónomo	Alto
				Faja sobre cargada de maíz		Mantenimiento preventivo	
				No se encuentra energizado una línea			

				Mordedura de los roedores hacia los cables	Identificación de canaletas descubiertas		
13	09/03/2021	Elevador de minerales	ruptura de faja de elevador de minerales	faja deteriorada	realizar procedimientos de mantenimiento autónomo y gestionar revisiones periódicas planificadas de los elevadores	mantenimiento autónomo	Alto
				no se revisa periódicamente los elevadores		gestión de inventarios de repuestos	
				el personal de mantenimiento no se da a vasto con las actividades		gestión del mantenimiento preventivo	
				escases de repuestos			
14	23/02/2021	Faja transportadora de recepción de maíz	El tambor gira entre la faja, sin darle movimiento	Faja sobre cargada de maíz	Sopleatear periódicamente los puntos críticos de la faja	mantenimiento autónomo	alto
				Polvo incrustado entre el tambor y la faja			
				Faja transportadora desajustada	Revisar periódicamente las fajas trans. Por parte de los técnicos	Mantenimiento preventivo	
				Desprendimiento de los polines			
15	20/01/2021	Elevador de maíz	ruptura de piñones de motorreductor de elevador de maíz entero	filtración de aceite	realizar procedimientos de montaje de repuestos de los equipos	procedimientos de montaje de repuestos en los equipos	Alto
				deficiente montaje de repuestos	mantenimiento autónomo		
				no se revisa periódicamente los motorreductores	aplicación de las 5s en el taller de mantenimiento	gestión de inventarios de repuestos	

				se desconocía el motorreductor a usar como reemplazo y la ubicación del mismo	tener un registro de equipos utilizados como repuestos	mantenimiento autónomo	
16	13/09/2020	Gusano de silo 2	Ruptura de ejes del gusano del silo 2	Vibraciones del gusano	Realizar revisiones periódicas de los gusanos.	mantenimiento autónomo	Alto
				gusano desalineado			
				bocinas desgastadas			
17	07/09/2020	Faja transportadora de recepción de maíz	Ruptura de las correas del motor	Desgaste de las correas	Hacer uso del método Poka-Yoke, para evitar errores en la apertura de las compuertas	Implementar el método Poka-Yoke	Alto
				Faja sobre cargada de maíz			
				Apertura excesiva de la compuerta			
18	15/05/2020	Caldero	no enciende el caldero	des calibración accidental de los suministros de aire y gas	Realizar registros de indicadores de control óptimos y capacitar a los técnicos, o contratar un técnico especialista en calderos	Manual de indicadores de control del caldero	Alto
				falta de capacitación de los técnicos		capacitación de técnicos	
				falta de mantenimiento periódico en las entradas de los suministros		procedimientos de mantenimiento preventivo del caldero	

				falta de personal especializado	realizar procedimientos de mantenimiento preventivo del caldero	gestión de mantenimiento autónomo	
19	06/08/2019	Elevador de maíz molido	ruptura de faja de elevador de maíz molido	faja deteriorada	realizar procedimientos de mantenimiento autónomo y gestionar revisiones periódicas planificadas de los elevadores	mantenimiento autónomo	Alto
				no se revisa periódicamente los elevadores		gestión de inventarios de repuestos	
				el personal de mantenimiento no se da a vasto con las actividades		gestión del mantenimiento preventivo	
				Escases de repuestos			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Análisis ABC de averías en los equipos.

Equipos	Cantidad de averías	Tiempo de reparación	Tiempo no disponible	%	% Acum.	Clase
Elevador de cangilones	5	25	125	33%	33%	A
Gusanos helicoidales	4	20	80	21%	54%	
Faja transportadora de recepción de maíz	4	16	64	17%	70%	
Compresor	1	48	48	13%	83%	B
Molino de soya 02	1	30	30	8%	91%	
Molino de saya 01	1	25	25	7%	97%	C
Caldero	1	8	8	2%	99%	
Turbo tamiz	1	2	2	0,52%	100%	
Total			382			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17. Análisis ABC de propuestas de mejora.

ITEM	PROPUESTAS DE MEJORA	PUNTUACIÓN (%)	NIVEL DE FACTIBILIDAD	Nº DE INCIDENCIAS	TOTAL	%	% ACUM	CLASE
01	Capacitar a los operarios en actividades de mantenimiento autónomo.	100%	5	5	25	16%	16%	A
02	Realizar procedimientos de mantenimiento autónomo.	80%	4	5	16	10%	27%	
03	Realizar un manual de indicadores de control de los quipos críticos.	100%	5	3	15	10%	36%	
04	Realizar procedimientos de reporte de averías o incidentes durante la operación de equipos .	100%	5	3	15	10%	46%	
05	Capacitación de técnicos en actividades de mantenimiento preventivo de calderos.	100%	4	3	12	8%	54%	
06	Mejorar los canales de comunicación en las áreas de mantenimiento y producción mediante herramientas de gestión visual.	80%	5	3	12	8%	62%	
07	Gestionar actividades de mantenimiento especializado en calderos .	90%	3	4	10,8	7%	69%	
08	Aplicación de las 5s en el almacenamiento de repuestos y equipos.	90%	4	3	10,8	7%	76%	

09	Gestionar actividades de mantenimiento preventivo.	100%	3	3	9	6%	82%	B
10	Calcular stock de seguridad y puntos de reposición de repuestos	90%	4	2	7,2	5%	86%	
11	Llevar un registro de la vida útil de repuestos en funcionamiento.	100%	5	1	5	3%	90%	
12	Realizar procedimientos de montaje de repuestos en los equipos	100%	5	1	5	3%	93%	
13	Mejorar procedimientos de gestión de órdenes de servicios a terceros.	90%	5	1	4,5	3%	96%	C
14	Control y registro de accesorios y equipos utilizados como repuestos.	90%	5	1	4,5	3%	99%	
15	Rediseñar equipos y/o procedimientos, de tal manera que el operario pueda realizar sus actividades de mantenimiento autónomo, con comodidad.	90%	2	1	1,8	1%	100%	
TOTAL					153,6			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18. Revisiones de literatura.

REVISIONES DE LITERATURA			
BASE DE DATOS	CANTIDAD DE RESULTADOS	PALABRAS CLAVES	FILTROS
SCIELO	10	autonomous maintenance	Artículos (2016-2022)
	5	TPM and Overall Equipment Effectiveness.	Artículos (2016-2022)
	15	value stream mapping.	Artículos (2016-2022)
EBSCOHost	790	autonomous maintenance and Overall Equipment Effectiveness.	Artículos (2016-2022)
	1048	Lean manufacturing and Overall Equipment Effectiveness.	Artículos (2016-2022)
REDALYC	521	Lean manufacturing and Overall Equipment Effectiveness.	Artículos (2016-2022)
GOOGLE ACADÉMICO	8350	Lean manufacturing and Overall Equipment Effectiveness.	Artículos (2016-2022)

Tabla 19. Datos del registro de averías pre implementación.

Datos del registro de averías pre implementación (mes de abril)					
Indicadores	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total
Tiempo calendario (Hrs)	96	96	96	96	384
Paradas programadas (Hrs)	2	3	3	2	10
Horas de fallos	4	7	4	5	20
Tiempo de producción disp.	90	86	89	89	354
Nº de reparaciones	3	2	2	3	10
Disponibilidad (%)	94%	90%	93%	93%	92%
MTBF	30	43	44,5	29,67	35,40
MTTR	1,33	3,50	2,00	1,67	2,00
disponibilidad técnica (%)	95,75%	92,47%	95,70%	94,67%	94,65%

Tabla 20. Escala de medición de metodología 5s.

Nivel 5S	Porcentaje
Insatisfactorio	0 - 30
Por debajo del promedio	31 - 50
Promedio	51 - 70
Bueno	71 - 90
Muy bueno	91 - 100

Fuente: (Huánuco et al. 2018; Hostia et al. 2018).

Tabla 21. Datos de evaluación inicial de la herramienta 5s.

Evaluación de la clasificación					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	Elevadores	Promedio
1	¿Los equipos y repuestos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades, se encuentran organizados?	2	2	2	7
2	En caso de observarse objetos dañados. ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?	1	1	1	
3	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	2	2	2	
4	En caso de observarse objetos de más. ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	2	2	2	
TOTAL		7	7	7	
Evaluación del orden					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	Elevadores	Promedio
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?	2	2	2	
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	2	2	2	
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?	2	2	2	

4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? ¿Entre más frecuente más cercano?	2	2	2	15
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	3	3	3	
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?	2	2	2	
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?	2	2	2	
TOTAL		15	15	15	

Evaluación de limpieza

Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Promedio
1	El área de trabajo se percibe como limpio?	3	1	2	12
2	Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse	4	4	4	
3	¿Se han identificado y eliminado las fuentes de contaminación?	2	2	2	
4	Existe un cronograma de limpieza por parte de los operarios del área?	2	2	2	
5	Existen espacios y elementos para disponer de los residuos?	2	2	2	
TOTAL		13	11	12	

Evaluación de estandarización

Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Promedio
-------	-----------	---------	--------------	------------	----------

1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza?	2	2	2	8
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	2	2	2	
3	¿Se han desarrollado procedimientos operativos estándar?	2	2	2	
4	¿Se evidencia el mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	2	2	2	
TOTAL		8	8	8	
Evaluación de disciplina					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Promedio
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	2	2	2	8
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	2	2	2	
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, que afecten los principios 5s?	2	2	2	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	2	2	2	
TOTAL		8	8	8	

Tabla 22. Procedimiento de pedido y reposición de correas de transmisión.

	Avícola Yugoslavia SAC			Código	FOR-PRO-001
	"Procedimientos de pedido y reposición de correas de transmisión"			Fecha de aprobación	06/05/2022
	Elaborado	Mesias Varas Mendoza	Aprobado	ING. Jeremy Reyes Saldaña	

Procedimientos de pedido y reposición de fajas

1. El operario y/o técnico, debe considerar 2 juegos de fajas como stock de seguridad, según cada tipo y numero de faja, ejemplo:

ITEM	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TIPO	N°
6	gusano del silo 4	2	B	54
7	gusano del silo 6	2	B	54
8	gusano del silo 3	2	B	54
9	gusano del silo 5	2	B	54

- Se observa que los gusanos del silo 3, 4, 5 y 6 necesitan un juego de 2 unidades del tipo B-54, Por lo cual, el stock de seguridad debe de ser de 2 juegos de fajas del tipo B-54.
2. Al llegar al punto de reposición, el operario y/o técnico debe de realizar el pedido según la cantidad de fajas que se necesita para cada equipo, ejemplo:
 - Tomando como referencia de ejemplo la tabla anterior, se necesita realizar un pedido de 8 fajas del tipo B-54.
 3. Al recepcionar las fajas, de almacén central, se procede a ordenarlos en el estante.
 4. Las fajas destinadas a formar parte del stock de seguridad, las cuales son fáciles de reconocer, por llevar una cinta roja en la parte superior. Deben mantener el último lugar y solo deben ser usadas en casos de emergencia.

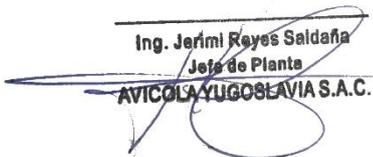

 Ing. Jerimi Reyes Saldaña
 Jefe de Planta
 AVICOLA YUGOSLAVIA S.A.C.

Tabla 23. Datos de evaluación, post aplicación de la herramienta 5s.

Evaluación de la clasificación					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	Elevadores	Promedio
1	¿Los equipos y repuestos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades, se encuentran organizados?	5	5	5	17
2	En caso de observarse objetos dañados. ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?	4	4	4	
3	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	4	4	4	
4	En caso de observarse objetos de más. ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	4	4	4	
TOTAL		17	17	17	
Evaluación del orden					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	Elevadores	Promedio
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?	5	5	5	
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	5	5	5	
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?	5	5	5	

4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? ¿Entre más frecuente más cercano?	4	4	4	33
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	5	5	5	
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?	5	4	4	
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?	5	5	5	
TOTAL		34	33	33	

Evaluación de limpieza

Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Promedio
1	El área de trabajo se percibe como limpio?	5	4	4	23
2	Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse	5	5	5	
3	¿Se han identificado y eliminado las fuentes de contaminación?	4	4	4	
4	Existe un cronograma de limpieza por parte de los operarios del área?	5	5	5	
5	Existen espacios y elementos para disponer de los residuos?	5	5	5	
TOTAL		24	23	23	

Evaluación de estandarización

Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Promedio
-------	-----------	---------	--------------	------------	----------

1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza?	4	4	4	16
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	5	4	4	
3	¿Se han desarrollado procedimientos operativos estándar?	4	4	4	
4	¿Se evidencia el mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	4	4	4	
TOTAL		17	16	16	
Evaluación de disciplina					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Promedio
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	4	4	4	16
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	4	4	4	
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, que afecten los principios 5s?	4	4	4	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	5	5	4	
TOTAL		17	17	16	

Tabla 24. Datos de evaluación de chumaceras engrasadas pre implementación de herramientas lean.

Ítem	Código	Descripción	Cant. De chumaceras	Chumaceras engrasadas (Cant.)	Observaciones
01	FJA.TRSP-R.MZ-02	Faja aérea de recepción de maíz (silo 4)	4	0	
02	FJA.TRSP-R.MZ-03	Faja aérea de recepción de maíz (silo 5)	4	0	grasera rota (1)
03	FJA.TRSP-R.MZ-04	Faja aérea de recepción de maíz (silo 6)	4	0	
04	GSNO-SL-01	Gusano del silo 1	3	2	engrase inaccesible (1)
05	GSNO-SL-02	Gusano del silo 2	3	2	engrase inaccesible (1)
06	GSNO-SL-03	Gusano del silo 3	1	0	engrase inaccesible (1)
07	GSNO-SL-04	Gusano del silo 4	1	0	engrase inaccesible (1)
08	GSNO-SL-05	Gusano del silo 5	1	1	
09	GSNO-SL-06	Gusano del silo 6	1	1	
10	ELDOR-MZ.MOL-05	Elevador de maíz molido	4	0	
11	ELDOR-SYA.MOL-06	Elevador de soya molida	4	0	
12	ELDOR-MIN-07	Elevador de minerales	4	0	
13	ELDOR-HRNA-09	Elevador de harina	4	3	grasera rota (1)
Total			38	9	
Total (%)			100%	24%	

Tabla 25. Datos de evaluación de chumaceras engrasadas post implementación de herramientas lean.

Ítem	Código	Descripción	Cant. De chumaceras	Chumaceras engrasadas (Cant.)	Observaciones
01	FJA.TRSP-R.MZ-02	Faja aérea de recepción de maíz (silo 4)	4	4	-----
02	FJA.TRSP-R.MZ-03	Faja aérea de recepción de maíz (silo 5)	4	4	-----
03	FJA.TRSP-R.MZ-04	Faja aérea de recepción de maíz (silo 6)	4	4	-----
04	GSNO-SL-01	Gusano del silo 1	3	3	-----
05	GSNO-SL-02	Gusano del silo 2	3	3	-----
06	GSNO-SL-03	Gusano del silo 3	1	1	-----
07	GSNO-SL-04	Gusano del silo 4	1	1	-----
08	GSNO-SL-05	Gusano del silo 5	1	1	-----
09	GSNO-SL-06	Gusano del silo 6	1	1	-----
10	ELDOR-MZ.MOL-05	Elevador de maíz molido	4	4	-----
11	ELDOR-SYA.MOL-06	Elevador de soya molida	4	4	-----
12	ELDOR-MIN-07	Elevador de minerales	4	4	-----
13	ELDOR-HRNA-09	Elevador de harina	4	4	-----
Total			38	38	-----
Total (%)			100%	100%	

Tabla 26. Evaluación de equipos, pre implementación de mantenimiento autónomo.

Evaluación de equipos (inspección y limpieza) pre implementación de mantenimiento autónomo		
transportadores helicoidales (inspección y limpieza)		
1 = Muy deficiente 2 = Deficiente 3 = Por debajo del prom.		4 = Aceptable 5 = Satisfactorio
Componentes	Puntaje	Observaciones
Motor	2	Ventiladores sin protección
Sensor de atoro	2	Se encuentran sucios
Correa de transmisión	2	No tienen guarda en algunos transportadores helicoidales
Transportador Hel.	2	Las bocinas se encuentran desgastadas
Área de trabajo	2	Presencia de polvo
Total	10	
Fajas transportadoras (inspección y limpieza)		
Componentes	Puntaje	Observaciones
Motor	2	Ventiladores sin protección
Válvula neumática	2	Se encuentran sucios
Correa de transmisión	2	No tienen guarda en algunos motores
Polines	2	Los polines no están completos
Faja	2	Presencia de polvo
Área de trabajo	2	Presencia de polvo
Total	12	
Elevadores de cangilones (inspección y limpieza)		
Componentes	Puntaje	Observaciones
Motorreductor	2	Presencia de fugas de aceite
Cangilones	2	Alimento incrustado en los cangilones
Faja	4	
Área de trabajo	2	Residuos de aceite
Cadena de transmisión	2	Falta de lubricación
Total	12	

Tabla 27. Proceso actual de engrasado de chumaceras.

Proceso actual de engrasado de chumaceras,			
Ítem	Actividades	Tiempo	Observaciones
01	apagado de equipos	3 min	se tiene que desenergizar los guardamotores de: gsno-sl-1 = qm018, gsno-sl-2 = qm019 gsno-sl-3 = qm020 gsno-sl-4 = qm021 gsno-sl-5 = qm022 gsno-sl-6 = qm023
02	desplazamiento al estante de herramientas	2 min	
03	tomar la grasera manual	1 min	dejar el estante cerrado con candado.
04	desplazamiento al almacén de suministros	2 min	
05	requerimiento de grasa	5 min	requerimiento de 397 gr de grasa Renolit ts2 bx, la cual cabe en una grasera manual.
06	desplazamiento a la zona de recepción de maíz	2 min	
07	engrase a gusanos de silo 1 y 2	4 min	los gusanos no tienen guardas de seguridad, para cada gusano se demora 2 min y se usa aproximadamente 45 gr de grasa por cada uno.
08	engrase a gusanos de silo 3, 4, 5 y 6	19 min	se presentan dificultades para engrasar por inaccesibilidad, por lo que tomo 11 min en engrasar los gusanos del silo 3 y 4, así mismo se demoró 8 min en engrasar los gusanos del silo 5 y 6
09	desplazamiento a las fajas transportadoras 1 y 2 de recepción de maíz	2 min	
10	engrase de fajas transportadoras 1 y 2	8 min	se observa presencia de polvo en la recepción de maíz, por fajas transportadoras descubiertas
11	desplazamiento a las fajas transportadoras 3 y 4 de recepción de maíz	3 min	existen boquillas rotas de las graseras por las cuales no se ha estado engrasando
12	engrase de fajas transportadoras 3 y 4	8 min	existen boquillas rotas de las graseras por las cuales no se ha estado engrasando
13	desplazamiento al estante de herramientas	3 min	
14	dejar la grasera manual	1 min	dejar el estante cerrado con candado.

Tabla 28 Proceso mejorado de engrasado de chumaceras.

Proceso mejorado de engrasado de chumaceras			
Ítem	Actividades	Tiempo	Observaciones
03	Tomar la grasera manual	1 min	Dejar el estante cerrado con candado.
04	Desplazamiento al almacén de suministros	2 min	
05	Requerimiento de grasa	5 min	Requerimiento de 397 gr de grasa Renolit ts2 bx, la cual cabe en una grasera manual.
06	Desplazamiento a la zona de recepción de maíz	2 min	
07	Engrase a gusanos de silo 1 y 2	2 min	Para cada gusano se demora 1 min y se usa aproximadamente 45 gr de grasa por cada uno.
08	Engrase a gusanos de silo 3, 4, 5 y 6	4 min	Para cada gusano se demora 1 min en engrasar y se usa aprox 15 gr de grasa por cada uno.
09	Desplazamiento a las fajas transportadoras 1 y 2 de recepción de maíz	2 min	
10	Engrase de fajas transportadoras 1 y 2	6 min	Para cada faja transportadora se demora 3 min en engrasar y se usa aprox 60 gr de grasa por cada uno.
11	Desplazamiento a las fajas transportadoras 3 y 4 de recepción de maíz	3 min	
12	Engrase de fajas transportadoras 3 y 4	6 min	Para cada faja transportadora se demora 3 min en engrasar y se usa aprox 60 gr de grasa por cada uno.
13	Desplazamiento al estante de herramientas	3 min	
14	Dejar la grasera manual	1 min	dejar el estante cerrado con candado.
Total		37 min	Tiempo de ciclo

Tabla 29. Evaluación de equipos post implementación de mantenimiento autónomo.

Evaluación de equipos (inspección y limpieza) post implementación de mantenimiento autónomo		
transportadores helicoidales (inspección y limpieza)		
1 = Muy deficiente 2 = Deficiente 3 = Por debajo del prom.		4 = Aceptable 5 = Satisfactorio
Componentes	Puntaje	Observaciones
Motor	4	
Sensor de atoro	4	Cronograma de limpieza
Correa de transmisión	5	Creación de guardas
Transportador Hel.	4	
Área de trabajo	4	Cronograma de limpieza
Total	21	
Fajas transportadoras (inspección y limpieza)		
Componentes	Puntaje	Observaciones
Motor	2	
Válvula neumática	4	Cronograma de limpieza
Correa de transmisión	2	
Polines	2	
Faja	4	Sellado de fugas de polvo
Área de trabajo	4	Cronograma de limpieza
Total	18	
Elevadores de cangilones (inspección y limpieza)		
Componentes	Puntaje	Observaciones
Motorreductor	4	Cambio de empaque
Cangilones	4	Cronograma de limpieza
Faja	4	
Área de trabajo	5	Depósitos de residuos líquidos
Cadena de transmisión	4	Cronograma de lubricación
Total	21	

Tabla 30. Intervalos de inspección de elevadores.

Código	Descripción	Área	Intervalos de inspección			
			Cangilones y fajas	Lubricación	Limpieza de equipo	Limpieza del área de trabajo
ELDOR-MZ.MOL-05	Elevador de maíz molido	Mezcla y harina	3 meses	1 mes	1 mes	semanal
ELDOR-SYA.MOL-06	Elevador de soya molida	Mezcla y harina	3 meses	1 mes	1 mes	semanal
ELDOR-MIN-07	Elevador de minerales	Mezcla y harina	1 mes	1 mes	1 mes	semanal
ELDOR-HRNA-09	Elevador de harina	Peletizado	1 mes	1 mes	1 mes	semanal

Fuente:

Tabla 31. Intervalos de inspección de gusanos helicoidales.

Código	Descripción	Área	Intervalos de inspección	
			Lubricación	Limpieza del área de trabajo
GSNO-SL-01	Gusano del silo 1	Zona de recepción y almacén	1 mes	semanal
GSNO-SL-02	Gusano del silo 2		1 mes	semanal
GSNO-SL-03	Gusano del silo 3		1 mes	semanal
GSNO-SL-04	Gusano del silo 4		1 mes	semanal
GSNO-SL-05	Gusano del silo 5		1 mes	semanal
GSNO-SL-06	Gusano del silo 6		1 mes	semanal

Fuente:

Tabla 32. Intervalos de inspección de fajas transportadoras.

Código	Descripción	Área	Intervalos de inspección		
			Fajas y correas	Lubricación	Limpieza del área de trabajo
FJA.TRSP-R.MZ-01	Faja aérea de recepción de maíz (silo 3)		4 meses	Ant. R.MZ	4 meses
FJA.TRSP-R.MZ-02	Faja aérea de recepción de maíz (silo 4)	Zona de recepción y almacén	4 meses	Ant. R.MZ	4 meses
FJA.TRSP-R.MZ-03	Faja aérea de recepción de maíz (silo 5)		4 meses	Ant. R.MZ	4 meses
FJA.TRSP-R.MZ-04	Faja aérea de recepción de maíz (silo 6)		4 meses	Ant. R.MZ	4 meses
FJA.TRSP-PLT-01	Faja transportadora de paletizado	Paletizado	semanal	1 mes	semanal
FJA.TRSP-ENSDO-01	Faja transportadora de ensacado - 01	Despacho	semanal	1 mes	semanal
FJA.TRSP-ENSDO-02	Faja transportadora de ensacado - 02		semanal	1 mes	semanal

Ant. R.MZ	2 días previos a la recepción de maíz
-----------	---------------------------------------

Tabla 33. Datos del registro de averías post implementación.

Datos del registro de averías post implementación (16 de mayo – 11 de junio)					
Indicadores	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Total
Tiempo calendario (Hrs)	96	96	96	96	384
Paradas programadas (Hrs)	1	3	2	2	8
Horas de fallos	0	0,5	0	0	0,5
Tiempo de producción disp.	95	92,5	94	94	375,5
Nº de reparaciones	0	1	0	0	1
Disponibilidad (%)	99%	96,35%	97,92%	97,92%	98%
MTBF (Hrs)		92,5			375,5
MTTR (Hrs)		0,50			0,50
disponibilidad técnica (%)		99,46%			99,87%

Anexo B: Figuras

EVALUACIÓN DE PROPUESTAS DE MEJORA, PARA LA DISMINUCIÓN DE TIEMPOS MUERTOS POR PARADAS IMPREVISTAS DE PRODUCCIÓN, EN LA PLANTA DE ALIMENTO BALANCEADO.

DATOS GENERALES:

NOMBRE DEL EVALUADOR:	Jeróni Payos Saldaña
CARGO DEL EVALUADOR:	Jefe de planta
FECHA DE EVALUACION:	17-09-21

Indicaciones:

- La puntuación porcentual está definida por cada ítem, llegando a un puntaje máximo del 100% definido como una muy importante propuesta de mejora.
- El nivel de factibilidad, tiene una puntuación del 1 al 5 distribuidos de la siguiente manera:

1	No es factible la propuesta de mejora
2	Es factible pero no alcanzable
3	Es factible con alto grado de inversión
4	Es factible con mediano grado de inversión
5	Es factible, con bajo grado de inversión

- El número de incidencias está determinado por la cantidad de veces que el ítem es mencionado en la lluvia de ideas de paradas imprevistas de producción.

PROPUESTAS DE MEJORA	PUNTUACIÓN (%)	NIVEL DE FACTIBILIDAD	Nº DE INCIDENCIAS	TOTAL
1. Gestión de órdenes de servicio a terceros				
1.1. Mejorar procedimientos de gestión de órdenes de servicios a terceros.	90%	5	1	4.5
2. Mantenimiento autónomo				
2.1. Realizar procedimientos de mantenimiento autónomo.	80%	4	5	16
2.2. Capacitar a los operarios en actividades de mantenimiento autónomo.	100%	5	5	25
3. Mantenimiento preventivo				
3.1. Gestionar actividades de mantenimiento preventivo.	100%	3	3	9
3.2. Llevar un registro de la vida útil de repuestos en funcionamiento.	100%	5	1	5

3.3. Realizar un manual de indicadores de control de los quipos críticos.	100%	5	3	15
3.4. Gestionar actividades de mantenimiento especializado en calderos .	90%	3	4	10.8
3.5. Capacitación de técnicos en actividades de mantenimiento preventivo de calderos.	100%	4	3	12
4. Flujos de información				
4.1. Realizar procedimientos de reporte de averías o incidentes durante la operación de equipos .	100%	5	3	15
4.2. Mejorar los canales de comunicación en las áreas de mantenimiento y producción mediante herramientas de gestión visual.	80%	5	3	12
5. Controles y mejoras de ingeniería				
5.1. Realizar procedimientos de montaje de repuestos en los equipos	100%	5	1	5
5.2. Rediseñar equipos y/o procedimientos, de tal manera que el operario pueda realizar sus actividades de mantenimiento autónomo, con comodidad.	90%	2	1	1.8
6. Gestión de inventarios de repuestos				
6.1. Calcular stock de seguridad y puntos de reposición de repuestos	90%	4	2	7.2
6.2. Aplicación de las 5s en el almacenamiento de repuestos y equipos.	90%	4	3	10.8
6.3. Control y registro de accesorios y equipos utilizados como repuestos.	90%	5	1	4.5

EVALUADOR:

Firma y sello

Ing. Jerimi Reyes Saldaña
Jefe de Planta
AVICOLA YUGOSLAVIA S.A.C.

Figura 5. Evaluación de propuestas de mejora, para la disminución de paradas imprevistas de producción

Diagrama de Ishikawa

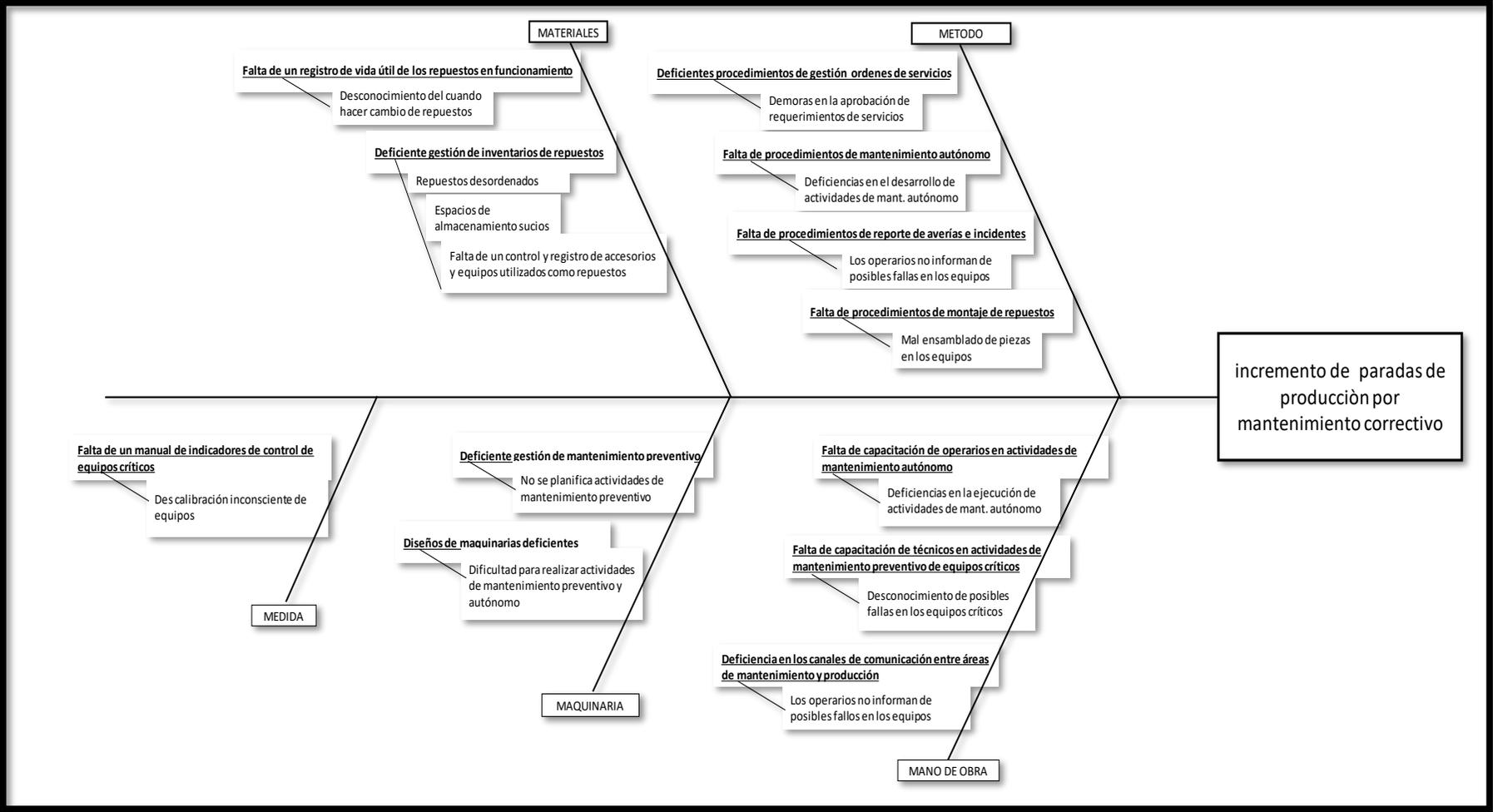


Figura 6. Diagrama de Ishikawa

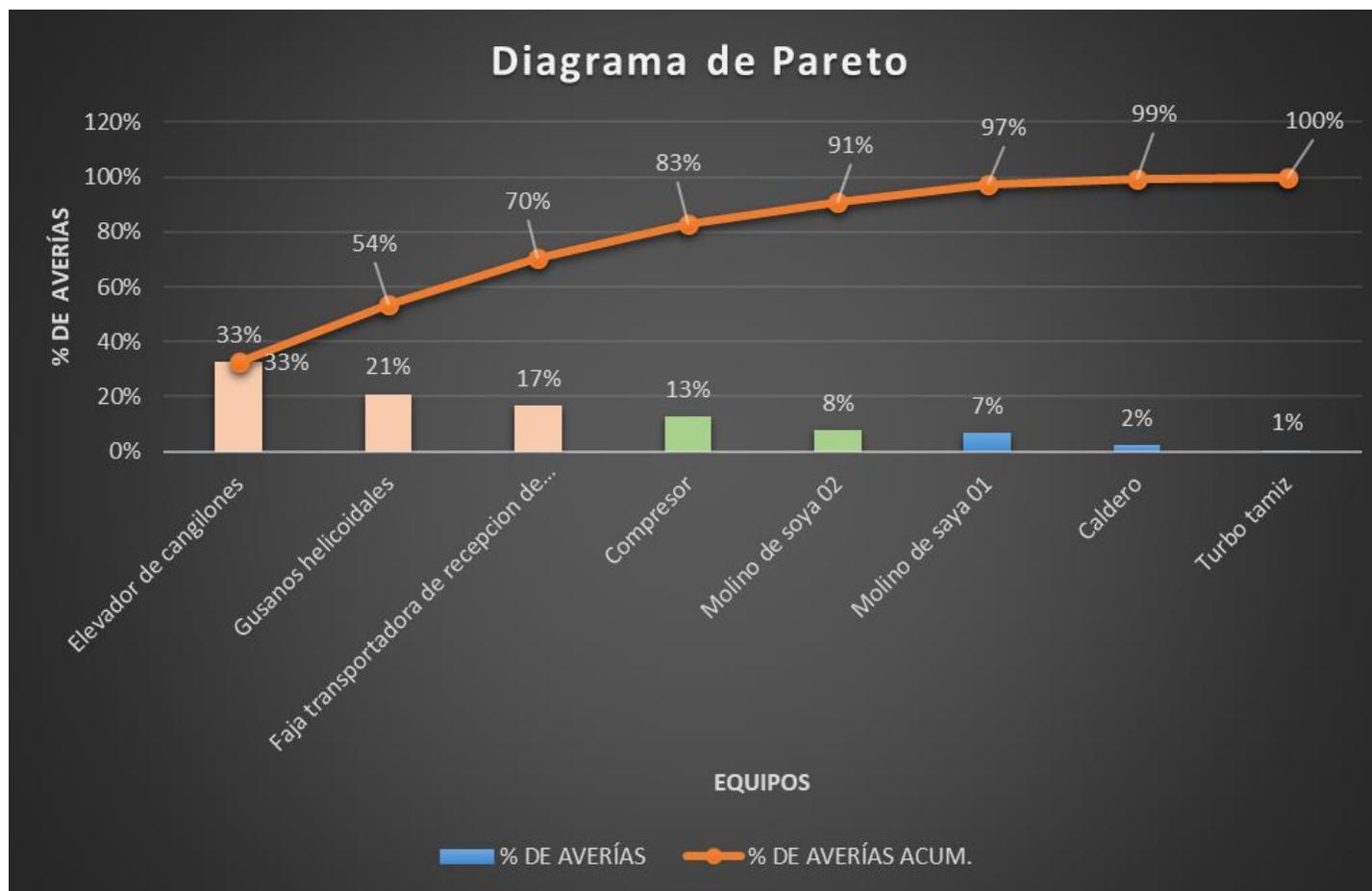


Figura 7. Diagrama de Pareto de averías

Anexo C: Instrumentos.

Anexo C-01: Registro de paradas de producción por averías en los equipos.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO				Código:	
	REGISTRO DE AVERÍAS EN LOS EQUIPOS				Fecha de revisión:	
	Elaborado por:				Revisado por:	
Ítem	Fecha	Equipo	Acontecimiento	Solución al proceso	Solución al equipo	Tiempo de Rep. (hrs)
01						
02						
03						
04						
05						
Observaciones:						

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-02: Registro de lluvia de ideas

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO			Código:		
	REGISTRO DE LLUVIA DE IDEAS			Fecha de revisión:		
	Elaborado por:			Revisado por:		
Objetivo: Encontrar la causa – raíz de las paradas de producción por averías en los equipos.						
Ítem	Equipo	Acontecimiento	Análisis 5 Porqués	Propuesta de mejora		Criticidad
01			¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué? ¿Por qué?			
Observaciones:						

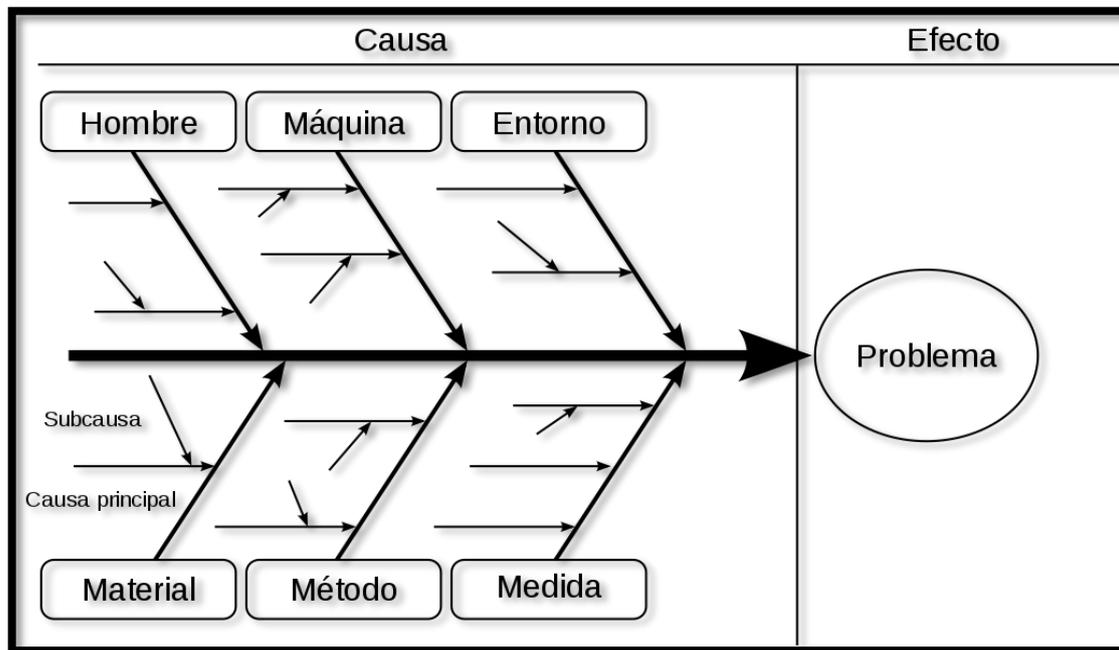
Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-03: Cuestionario de propuestas de mejora.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO		Código:											
	PROPUESTAS DE MEJORA, PARA LA DISMINUCIÓN DE PARADAS IMPREVISTAS DE PRODUCCIÓN		Fecha de revisión:											
	Elaborado por:		Revisado por:											
DATOS GENERALES:														
Nombre del evaluador:														
Cargo del evaluador:														
Fecha de evaluación:														
Indicaciones: La puntuación porcentual está definida por cada ítem, llegando a un puntaje máximo del 100% definido como una muy importante propuesta de mejora. El nivel de factibilidad, tiene una puntuación del 1 al 5 distribuidos de la siguiente manera:														
<table border="1"> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td style="text-align: center;">No es factible la propuesta de mejora</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td style="text-align: center;">Es factible pero no alcanzable</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td style="text-align: center;">Es factible con alto grado de inversión</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td style="text-align: center;">Es factible con mediano grado de inversión</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td style="text-align: center;">Es factible, con bajo grado de inversión</td> </tr> </table>					1	No es factible la propuesta de mejora	2	Es factible pero no alcanzable	3	Es factible con alto grado de inversión	4	Es factible con mediano grado de inversión	5	Es factible, con bajo grado de inversión
1	No es factible la propuesta de mejora													
2	Es factible pero no alcanzable													
3	Es factible con alto grado de inversión													
4	Es factible con mediano grado de inversión													
5	Es factible, con bajo grado de inversión													
El número de incidencias está determinado por la cantidad de veces que el ítem es mencionado en la lluvia de ideas de paradas imprevistas de producción.														
Ítem	Propuesta de Mejora	Puntuación (%)	Nivel de factibilidad	Nº de incidencias	Total									
01														
02														
Observaciones:														

Fuente: Elaboración propia.

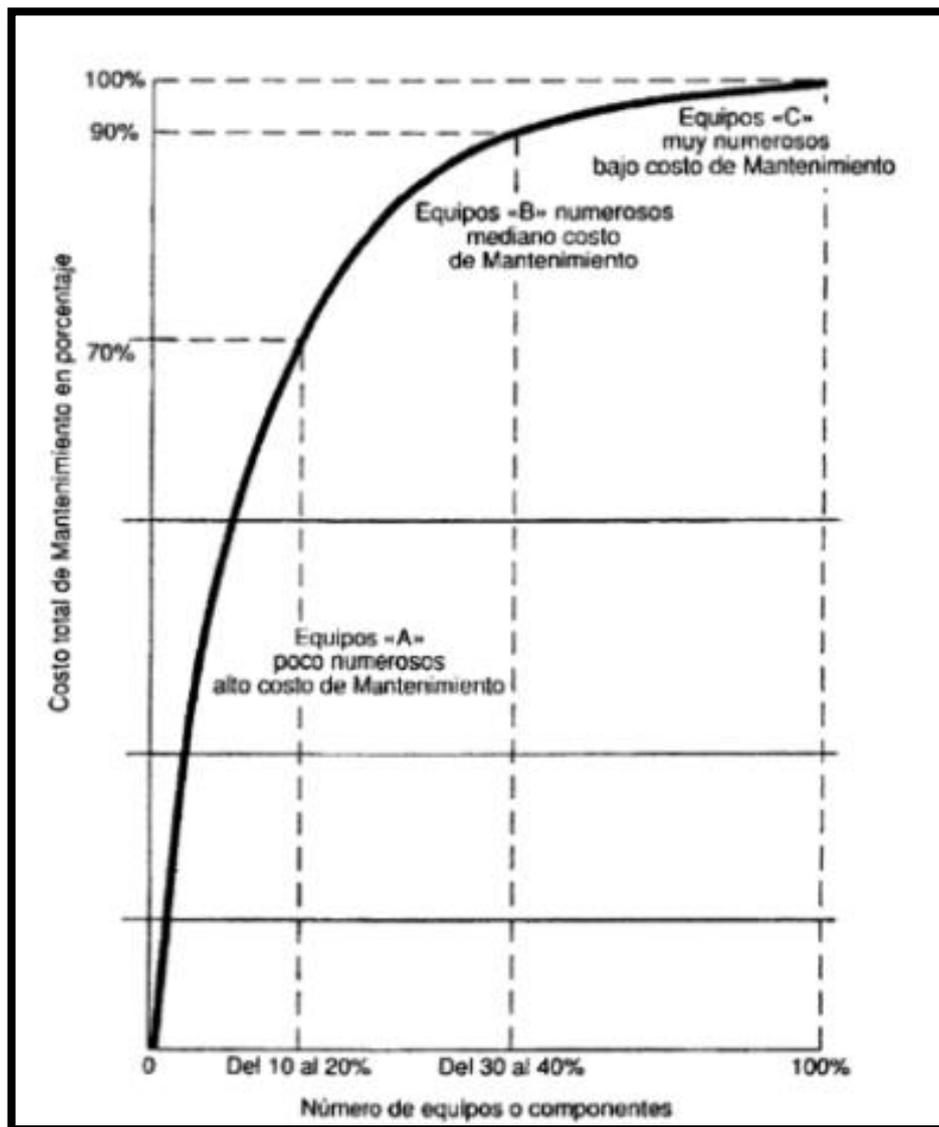
Anexo C-04: Diagrama Ishikawa



Fuente: (Kern, 2021) "Utilizar con éxito los diagramas de causa-efecto: El diagrama de Ishikawa en la teoría y la práctica"

ISBN: 979-8505123980.

Anexo C-05: Diagrama de Pareto



Fuente: (Rey, 2003) “ Técnicas de resolución de problemas”

ISBN: 84-96169-14-6

Anexo C-06: Registro de recolección de datos de los equipos.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO											Código:				
	REGISTRO DE RECOLECCIÓN DE DATOS DE LOS EQUIPOS											Fecha de revisión:				
	Elaborado por:											Revisado por:				
Objetivo: Levantar información de los equipos y sus repuestos.																
		Motorreductor/ Motor						r.p.m de trabajo	Catalinas / Poleas conductoras			Catalinas / Poleas conducidas			Cadena/ Faja	
Código	Descripción	Marca	kw	HP	V	A	rpm salida		eje (mm)	chaveta	Nº dientes	eje (mm)	chaveta	Nº dientes	Nº	paso
Observaciones:																

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-07: Cuestionario de evaluación de la herramienta 5S

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO			Código:	
	CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S			Fecha:	
Elaborado por:	Mesias Varas Mendoza		Revisado por:	ING. Yerimi Reyes Saldaña	
Área:			Responsable:	Mesias Varas Mendoza	
Condición de cuestionario:					
Escala: 1= Muy deficiente 2= Deficiente 3= Aceptable 4=Satisfactorio					
Evaluación de la clasificación					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Los equipos y repuestos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades, se encuentran organizados?				
2	En caso de observarse objetos dañados. ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?				
3	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?				
4	En caso de observarse objetos de más. ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?				

Evaluación de orden

Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?				
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?				
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?				
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano?.				
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?				
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?				
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?				

Evaluación de limpieza					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	El área de trabajo se percibe como limpio?				
2	Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse				
3	¿Se han identificado y eliminado las fuentes de contaminación?				
4	Existe un cronograma de limpieza por parte de los operarios del área?				
5	Existen espacios y elementos para disponer de los residuos?				
Evaluación de estandarización					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza?				
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?				
3	¿Se han desarrollado procedimientos operativos estándar?				
4	¿Se evidencia el mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?				

Evaluación de disciplina					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?				
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?				
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, que afecten los principios 5s?				
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-08: Registro de intervalos de inspección de los equipos en estudio.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO			Código:		
	REGISTRO DE INTERVALOS DE INSPECCIÓN DE ELEVADORES			Fecha de revisión:		
	Elaborado por:		Revisado por:			
	Área:		Responsable:			
Ítem	Código	Descripción	Intervalos de inspección			
			Cangilones y fajas	Lubricación	Limpieza de equipo	Limpieza del área de trabajo
01						
02						
03						
04						
Observaciones:						

Fuente: Elaboración propia.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO		Código:	
	REGISTRO DE INTERVALOS DE INSPECCIÓN DE TRANSPORTADORES HELICOIDALES		Fecha de revisión:	
	Elaborado por:		Revisado por:	
	Área:		Responsable:	
Ítem	Código	Descripción	Intervalos de inspección	
			Lubricación	Limpieza del área de trabajo
01				
02				
03				
04				
05				
Observaciones:				

Fuente: Elaboración propia.



PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO

Código:

**REGISTRO DE INTERVALOS DE INSPECCIÓN DE FAJAS
TRANSPORTADORAS**

Fecha de
revisión:

Elaborado por:

Revisado por:

Área:

Responsable:

Ítem	Código	Descripción	Intervalos de inspección		
			Fajas y correas	Lubricación	Limpieza del área de trabajo
01					
02					
03					
04					
05					

Observaciones:

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-09: Ficha técnica de capacitación en aplicación de la herramienta 5S

Planta de producción de alimento balanceado		Código	
FICHA TÉCNICA DE CAPACITACIÓN “APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S”		Fecha de aprobación	
Elaborado		Aprobado	

Capacitación dirigida por:	Fecha de capacitación:	
	Lugar de capacitación:	
	Duración:	

Objetivos de la capacitación:
Dar a conocer la importancia de la remoción de polvo, suciedad, grasa, aceite, y otros contaminantes que se adhieren al equipo y accesorios, con la finalidad de descubrir los defectos ocultos o anomalías en las condiciones del equipo. Mediante la aplicación de la herramienta 5S.
Temas tratados:
Importancia de la aplicación de la herramienta 5S. Despliegue de las 5S en una planta de alimento balanceado. 1ª S – Clasificación (SEIRI). 2ª S – Organización (SEITON). 3ª S – Limpieza (SEISO). 4ª S – Estandarizar (SEIKETSU). 5ª S – Disciplina (SHITSUKE). Ventajas de la aplicación de la herramienta 5s en una planta de alimento balanceado.
Observaciones:

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-10: Ficha técnica de capacitación en aplicación de lubricantes y grasas.

Planta de producción de alimento balanceado		Código	
FICHA TÉCNICA DE CAPACITACIÓN “APLICACIÓN DE LUBRICANTES Y GRASAS ”		Fecha de aprobación.	
Elaborado		Aprobado	
Capacitación dirigida por:	Fecha de capacitación:		
	Lugar de capacitación:		
	Duración:		
Objetivos de la capacitación:			
Dar a conocer la importancia del uso de lubricantes, tipos y procedimientos de aplicación, para el cuidado de los equipos. Así mismo informar sobre las fuentes contaminantes de lubricación y los daños nocivos que puede generar al entrar en contacto con el producto en procesamiento.			
Temas tratados:			
<ul style="list-style-type: none">❖ Teoría/Fundamentos de Lubricación.❖ El rol de la lubricación efectiva para evitar fallas.❖ Funciones de un lubricante.❖ Procedimientos de aplicación de lubricantes líquidos.❖ Lubricación con grasa❖ Procedimientos de aplicación de grasas.❖ Tecnología y análisis de aceite para asegurar la eficiencia de lubricación.❖ Importancia de detectar las fuentes contaminantes de lubricación y el efecto nocivo que tienen al estar en contacto con el producto de procesamiento.			
Observaciones:			

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-11: Registro de toma de tiempos en actividades de mantenimiento autónomo.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO			Código:	
	REGISTRO DE TOMA DE TIEMPOS EN ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO AUTÓNOMO			Fecha de revisión:	
	Elaborado por:		Revisado por:		
	Equipo:		Responsable:		
Ítem	Actividades realizadas	Tiempo	Materiales y herramientas	Observaciones	
01					
02					
03					
04					
05					
	TOTAL				

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-12: Registro de indicadores de disponibilidad.

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO				Código:	
	REGISTRO DE AVERÍAS EN LOS EQUIPOS				Mes:	
	Elaborado por:	Mesias Varas Mendoza		Revisado por:	ING. Yerimi Reyes Saldaña	
Ítem	Fecha	Equipo	Acontecimiento	Solución al proceso	Solución al equipo	Tiempo de Rep. (hrs)
01						
02						
03						
04						
05						
Observaciones:						

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C-13: Validación de instrumentos

Anexo C-13.1: Validación de instrumentos realizada por **ING. Reyes Saldaña, Jeremi Luis**

FORMATO DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO – JUICIO DE EXPERTOS

DATOS DEL EVALUADOR:

Apellidos y nombres: *Reyes Saldaña Jeremi Luis*

Numero de colegiatura: *145350*

Profesión: *Ing. Industrial*

Cargo: *jefe de planta*

N° Anexo	Instrumento	Objetivos Especificos	Escala Evaluativa			Observaciones
			A	B	C	
C-01	Registro de paradas de producción por averías en los equipos.	Diagnosticar las causas potenciales de paradas imprevistas de producción por averías de equipo.	X			
C-02	Registro de lluvia de ideas.		X			
C-03	Registro de propuestas de mejora.		X			
C-06	Registro de recolección de datos de los equipos.	Realizar un levantamiento de información de los equipos, piezas y repuestos de la planta de alimento balanceado en estudio.	X			

N° Anexo	Instrumento	Objetivos Específicos	Escala Evaluativa			Observaciones
			A	B	C	
C-07	Encuesta y evaluación de la herramienta 5S.	Aplicar las herramientas lean manufacturing tales como la herramienta 5S, mantenimiento autónomo y VSM.	X			
C-08	Registro de intervalos de inspección de los equipos en estudio.		X			
C-09	Ficha técnica de capacitación en aplicación de las herramienta 5S		X			
C-10	Ficha técnica de capacitación en aplicación de lubricantes y grasas.		X			
C-11	Registro de toma de tiempos en actividades de mantenimiento autónomo.		X			
C-12	Registro de indicadores de disponibilidad.	Determinar los indicadores de disponibilidad de equipos, pre y post implementación de las herramientas lean manufacturing.	X			

Escala Evaluativa:

A: Totalmente de acuerdo

B: De acuerdo

C: Desacuerdo

FIRMA

Ing. Jerin Reyes Soriano

Jefe de Planta

AVICOLA YUGOSLAVIA S.A.C.

TRUJILLO, 27 DE Noviembre DEL 2021

Anexo C-13.2: Validación de instrumentos realizada por **ING. Garcia Cueva, Josue Daniel**

FORMATO DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO – JUICIO DE EXPERTOS

DATOS DEL EVALUADOR:

Apellidos y nombres: *García Cueva Josue Daniel*

Numero de colegiatura: *263899*

Profesión: *Ing. Industrial*

Cargo: *Jefe de producción*

N° Anexo	Instrumento	Objetivos Especificos	Escala Evaluativa			Observaciones
			A	B	C	
C-01	Registro de paradas de producción por averías en los equipos.	Diagnosticar las causas potenciales de paradas imprevistas de producción por averías de equipo.	X			
C-02	Registro de lluvia de ideas.		X			
C-03	Registro de propuestas de mejora.		X			
C-06	Registro de recolección de datos de los equipos.	Realizar un levantamiento de información de los equipos, piezas y repuestos de la planta de alimento balanceado en estudio.	X			

N° Anexo	Instrumento	Objetivos Especificos	Escala Evaluativa			Observaciones
			A	B	C	
C-07	Encuesta y evaluación de la herramienta 5S.	Aplicar las herramientas lean manufacturing tales como la herramienta 5S, mantenimiento autónomo y VSM.	X			
C-08	Registro de intervalos de inspección de los equipos en estudio.		X			
C-09	Ficha técnica de capacitación en aplicación de las herramienta 5S		X			
C-10	Ficha técnica de capacitación en aplicación de lubricantes y grasas.		X			
C-11	Registro de toma de tiempos en actividades de mantenimiento autónomo.		X			
C-12	Registro de indicadores de disponibilidad.	Determinar los indicadores de disponibilidad de equipos, pre y post implementación de las herramientas lean manufacturing.	X			

Escala Evaluativa:

A: Totalmente de acuerdo

B: De acuerdo

C: Desacuerdo

FIRMA _____



JOSUE DANIEL
GARCIA CUEVA
Ingeniero Industrial
CIP N° 263899

TRUJILLO, 27 DE NOVIEMBRE DEL 2021

Anexo C-13.3: Validación de instrumentos realizada por **ING. Sopla Goñas, Lilmer Anival.**

FORMATO DE EVALUACIÓN DE INSTRUMENTO – JUICIO DE EXPERTOS

DATOS DEL EVALUADOR:

Apellidos y nombres: **SOPLA GOÑAS LILMER ANIVAL**

Numero de colegiatura: **114709**

Profesión: **LNG. MECÁNICO**

Cargo: **JEFE DE OPERACIONES**

N° Anexo	Instrumento	Objetivos Específicos	Escala Evaluativa			Observaciones
			A	B	C	
C-01	Registro de paradas de producción por averías en los equipos.	Diagnosticar las causas potenciales de paradas imprevistas de producción por averías de equipo.	X			
C-02	Registro de lluvia de ideas.		X			
C-03	Registro de propuestas de mejora.		X			
C-06	Registro de recolección de datos de los equipos.	Realizar un levantamiento de información de los equipos, piezas y repuestos de la planta de alimento balanceado en estudio.	X			

N° Anexo	Instrumento	Objetivos Específicos	Escala Evaluativa			Observaciones
			A	B	C	
C-07	Encuesta y evaluación de la herramienta 5S.	Aplicar las herramientas lean manufacturing tales como la herramienta 5S, mantenimiento autónomo y VSM.	X			
C-08	Registro de intervalos de inspección de los equipos en estudio.		X			
C-09	Ficha técnica de capacitación en aplicación de las herramienta 5S		X			
C-10	Ficha técnica de capacitación en aplicación de lubricantes y grasas.		X			
C-11	Registro de toma de tiempos en actividades de mantenimiento autónomo.		X			
C-12	Registro de indicadores de disponibilidad.	Determinar los indicadores de disponibilidad de equipos, pre y post implementación de las herramientas lean manufacturing.	X			

Escala Evaluativa:

A: Totalmente de acuerdo

B: De acuerdo

C: Desacuerdo

FIRMA

TRUJILLO, 27 DE NOV..... DEL 2021

Anexo D: Documentación.

Documentación 1: Autorización para el desarrollo de tesis



AVÍCOLA YUGOSLAVIA S.A.C

AUTORIZACIÓN PARA EL DESARROLLO DE TESIS

Con la firma del presente documento se da la autorización al tesista Varas Mendoza, Mesias Josue, para el desarrollo de la tesis titulada: **"Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de Alimento Balanceado, Trujillo 2022"**, siendo conveniente la realización de este documento para la mejora y conformidad de los datos expuestos en la presente tesis.

Atentamente

ING. Eduardo Nestorovic Razzeto

DNI: 17841200

CARGO: GERENTE GENERAL

FECHA: 28 Mayo 2022



AV. CAMINO REAL NRO. S/N SECTOR ALTO MOCHE (AUTOPISTA PANAMERICANA NORTE KM 557) LA LIBERTAD - TRUJILLO - MOCHE

Documentación 2: Acta de acceso a información para desarrollo de tesis



AVÍCOLA YUGOSLAVIA S.A.C

ACTA DE ACCESO A INFORMACION PARA DESARROLLO DE TESIS

El representante de la empresa: **ING. Eduardo Nestorovic Razzeto**, hace de conocimiento que el Sr. **Mesias Varas Mendoza**, Estudiante de la Universidad César Vallejo de la Escuela de ingeniería Industrial, ha solicitado el acceso a las instalaciones de la empresa **Avícola Yugoslavia S.A.C** ubicado en el distrito de Moche, Provincia Trujillo, en las fechas de **01 de abril al 30 de junio**, el motivo es para el recojo de datos que le ayudaran a realizar su investigación de fin de carrera.

La empresa se compromete a brindarle el acceso y se limita, previo acuerdo con el estudiante, a dar o no datos confidenciales, dado la política propia de la empresa.

Es potestad del estudiante aplicar sus diferentes conocimientos en el desarrollo del trabajo a realizar.

Así mismo, la empresa exige se le haga llegar una copia del trabajo realizado como prueba del buen uso de los datos recogidos

Para dar fe del acuerdo se firma el siguiente documento:

Firma del estudiante

Mesias Varas Mendoza

DNI: 76254191

Firma del representante legal de la empresa

ING. Eduardo Nestorovic Razzeto

DNI: 17841300

CARGO: GERENTE GENERAL

Trujillo: 22 del mes de Mayo del año 2022

Documentación 3: Autorización para publicación de tesis en el repositorio.



AVÍCOLA YUGOSLAVIA S.A.C

AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS EN EL REPOSITORIO

Ing. Eduardo Nestorovic Razzeto
Gerente General
AVÍCOLA YUGOSLAVIA SAC
11 de junio 2022

Estimado estudiante **Mesias Josue varas Mendoza**. En respuesta a la carta que usted presento, en la que solicita la autorización para publicar la tesis denominada **“Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de Alimento Balanceado, Trujillo 2022”**, en el **Repositorio de la Biblioteca de la Universidad Cesar Vallejo**, así como **en revistas especializadas en Investigación Científica**, a fin de contribuir con la base de datos académica que les permitirá llevar a cabo investigaciones en la misma línea, la que se implementó en nuestra empresa.

Les brindamos la autorización para la publicación de lo antes mencionado. Así mismo se les agradece por el aporte brindado a nuestra empresa.

Saludos cordiales

Atentamente

Firma del representante legal de la empresa

ING. Eduardo Nestorovic Razzeto

DNI: 17841300

CARGO: GERENTE GENERAL

Documentación 4: Declaratoria de autenticidad de los autores.

Declaratoria de Originalidad del Autor/ Autores

Yo, Varas Mendoza Mesias Josue, Egresado de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo de Trujillo, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañan al Trabajo de Investigación titulado “Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de Alimento Balanceado, es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el Proyecto de Investigación:

1. No ha sido plagiado ni total, ni parcialmente.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 29 de Noviembre del 2021

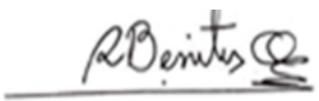
Varas Mendoza, Mesias Josue.	
DNI 76254191	Firma. 
ORCID (orcid.org/0000-0002-1501-4697)	

Documentación 5: Declaratoria de autenticidad del asesor.

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, Benites Aliaga Ricardo Steiman, Docente de la Facultad de Ingeniería y Escuela Profesional de Ingeniería Industrial de la Universidad César Vallejo, asesor del Trabajo de Investigación titulado: “Aplicación de Lean Manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de Alimento Balanceado”, del (los) autor Varas Mendoza Mesias Josue, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones. He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender el trabajo de investigación cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo. En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, 29 de Noviembre del 2021

Benites Aliaga Ricardo Steiman.	
DNI 18141882	FIRMA 
ORCID (0000-0002-8819-1651)	

Anexo: Aplicación de instrumentos:

Cuestionario de evaluación de herramientas 5s

	PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO		Código:	<i>9v1.-001</i>	
	CUESTIONARIO DE EVALUACIÓN DE LA HERRAMIENTA 5S		Fecha:	<i>25-04-22</i>	
Elaborado por:	Mesias Varas Mendoza	Revisado por:	ING. Yerimi Reyes Saldaña		
Área:	<i>Área de Producción</i>	Responsable:	Mesias Varas Mendoza		
Condición de cuestionario: <i>Pre implementación de Herramientas Lean Manufacturing</i>					
Escala: 1= Muy deficiente 2= Deficiente 3= Aceptable 4=Satisfactorio					
Evaluación de la clasificación					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Los equipos y repuestos considerados necesarios para el desarrollo de las actividades, se encuentran organizados?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>Cintas de trans. desor.</i>
2	En caso de observarse objetos dañados. ¿Están debidamente identificados como tal, se encuentran separados y existe un plan de acción para ser descartados?	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	
3	¿Se observan objetos de más, es decir que no son necesarios para el desarrollo de las actividades del área?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
4	En caso de observarse objetos de más. ¿Están debidamente identificados como tal, existe un plan de acción para ser transferidos a un área que los requiera?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>residuos de aceite en los equipos</i>

Evaluación de orden					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada elemento que se ha considerado como necesario?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>fajas de transmisión desordenadas</i>
2	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para elementos que se utilizan con poca frecuencia?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
3	¿Utiliza la identificación visual, de tal manera que le permita a las personas ajenas al área realizar una correcta disposición de los objetos de espacio?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
4	¿La disposición de los elementos es acorde al grado de utilización de los mismos? Entre más frecuente más cercano?.	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
5	¿Considera que los elementos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	<i>3</i>	<i>3</i>	<i>3</i>	
6	¿Existen medios para que cada elemento retorne a su lugar de disposición?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	
7	¿Hacen uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación?	<i>2</i>	<i>2</i>	<i>2</i>	

Evaluación de limpieza					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	El área de trabajo se percibe como limpio?	3	1	2	Polvo de maíz
2	Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades y a sus posibilidades de asearse	4	4	4	
3	¿Se han identificado y eliminado las fuentes de contaminación?	2	2	2	Fugas de maíz por fajas tras
4	Existe un cronograma de limpieza por parte de los operarios del área?	2	2	2	
5	Existen espacios y elementos para disponer de los residuos?	2	2	2	no existe un espacio para aceites
Evaluación de estandarización					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la organización, el orden y la limpieza?	2	2	2	
2	¿Se utiliza evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	2	2	2	
3	¿Se han desarrollado procedimientos operativos estándar?	2	2	2	
4	¿Se evidencia el mantenimiento de las condiciones de organización, orden y limpieza?	2	2	2	

Evaluación de disciplina					
Ítems	Preguntas	Gusanos	Fajas trans.	elevadores	Observaciones
1	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos, y por los logros alcanzados en materia de organización, orden y limpieza?	2	2	2	
2	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5s?	2	2	2	
3	¿Se conocen situaciones dentro del período de la evaluación, que afecten los principios 5s?	2	2	2	
4	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?	2	2	2	

Registro de inducción capacitación y entrenamiento.

PLANTA DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTO BALANCEADO		Código	Cap-001
REGISTRO DE INDUCCIÓN CAPACITACIÓN Y ENTRENAMIENTO		Fecha de aprobación	23-04-22
Elaborado:	Mesias Varas Mendoza	Aprobado:	ING. Jerimi Reyes Saldaña

TEMA: *Aplicación de Hiermosentes 55, mantenimiento autónomo y modos de lubricación.*

Capacitación dirigida por:	Fecha de capacitación:	30 de Abril del 2022	Duración:	2 Horas
<i>Mesias Varas Mendoza</i>	Lugar de capacitación:	<i>Comedor</i>		

Nº	DNI	ÁREA / CARGO	APELLIDOS Y NOMBRES	FIRMA
01	41552462	Mesclado / Operario	Zavalite Lopez Heyner	<i>[Firma]</i>
02	40093456	Mesclado / Operario	Campos Pardo César	<i>[Firma]</i>
03	18228664	Prezco Operario	HURTADO BATAZAR Gonzalo	<i>[Firma]</i>
04	19568194	Molienda	Alayo Avila Carmen	<i>[Firma]</i>

RESPONSABLE DEL REGISTRO		
Nombre:	<i>Mesias Varas Mendoza</i>	Cargo: <i>Investigador</i>
		Firma: <i>[Firma]</i>

Anexo fotos:



Foto 1. Capacitación de herramientas 5s



Foto 2. Capacitación de mantenimiento autónomo



Foto 3. Capacitación de lubricantes y grasas



Foto 4. Registro de averías en los equipos



Foto 5. Situación de correas pre implementación de 5s.



Foto 6. Situación de correas post implementación de 5s



Foto 7. Transportadores helicoidales sin guardas.



Foto 8. Fabricación de guardas



Foto 9. Limpieza de transportadores helicoidales.



Foto 10. Funcionamiento de extensiones de engrase



Foto 11. Residuos de aceite



Foto 12. Depósitos para residuos de aceite



Foto 13. fajas transportadoras descubiertas.



Foto 14. presencia de polvo, durante la recepción de maíz



Foto 15. coberturas de fajas transportadoras



Foto 16. modo de funcionamiento de las coberturas de fajas transportadoras



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, ULLOA BOCANEGRA SEGUNDO GERARDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Aplicación de lean manufacturing en el proceso de mantenimiento para mejorar la disponibilidad de equipos en una Planta de Alimento Balanceado, Trujillo 2022", cuyo autor es VARAS MENDOZA MESIAS JOSUE, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 11 de Julio del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ULLOA BOCANEGRA SEGUNDO GERARDO DNI: 18123406 ORCID: 0000-0003-1635-9563	Firmado electrónicamente por: SULLOAB el 25-07- 2022 23:41:51

Código documento Trilce: TRI - 0336759