



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para incrementar  
la productividad en la empresa Molinera Don Sergio S.A., 2021

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Industrial

**AUTORES:**

Cruz Poemape, Juan Anthony Josué ([orcid.org/0000-0002-4327-2474](https://orcid.org/0000-0002-4327-2474))

Quilcate Castillo, Nicole Antonella ([orcid.org/0000-0003-1115-3195](https://orcid.org/0000-0003-1115-3195))

**ASESORA:**

Ing. Flores Sánchez, Carla Mercy ([orcid.org/0000-0003-2331-3571](https://orcid.org/0000-0003-2331-3571))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Gestión Empresarial y Productiva

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA**

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

CHEPÉN – PERÚ

2022

## **Dedicatoria**

Este logro va dedicado especialmente a mis papás y a mis hermanos, que siempre estuvieron a mi lado durante todo este tiempo, que creyeron en mí y que sostuvieron mi mano a pesar de todo, fueron ellos mi mayor empuje para seguir adelante; también se lo dedico a mi abuelo, mi papá Lucho, mi angelito que sé que desde donde este está orgulloso de mi. Con todo mi amor, esto va para ustedes.

Nicole Quilcate Castillo.

Todo este esfuerzo va dedicado con todo mi corazón especialmente a mi madre, mi mayor fortaleza para continuar aun en los momentos difíciles, que nunca me dejo solo y siempre confió en mí, a cada una de mis hermanas que tanto amo y que siempre estuvieron a mi lado apoyándome y guiándome en cada etapa de mi vida. Para ti también hermano mío, por acompañarme en cada aventura y estar conmigo siempre. Y a todas las personas que creyeron en mí. Ustedes fueron mi motivo de superación, mis ganas de no rendirme y la fuerza que necesitaba para avanzar, esto es para ustedes.

Anthony Cruz Poemape.

## **Agradecimiento**

Le agradezco infinitamente a Dios por guiarme siempre, por no permitir que me desvíe de mi camino, también a mi familia, amigos y a cada una de las personas que fueron parte de este proceso, que me acompañaron en cada paso, por darme fuerzas para seguir adelante. A mis maestros también que me transmitieron todos sus conocimientos a lo largo de estos años. Y por último y no menos importante a mi compañero de tesis, mi mejor amigo, que a pesar de lo difícil que fue no se rindió ni dejó que yo lo hiciera. Mi cariño y más sincero agradecimiento.

Nicole Quilcate Castillo

Quiero expresar mi gratitud principalmente a Dios, por haber estado conmigo en todo momento, por guiarme, cuidarme y levantarme en momentos tan difíciles de mi vida, a mi familia y amigos que depositaron su confianza en mí creyendo que sería capaz de lograrlo, por brindarme de su apoyo y de su amor. También a la universidad y a cada uno de los docentes por transmitirnos sus conocimientos y consejos durante estos años.

Anthony Cruz Poemape.

## Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	10
III.1. Tipo y Diseño de la investigación.....	10
III.2. Variables y operacionalización.....	10
III.3. Población, muestra y muestreo.....	11
III.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
III.5. Procedimiento.....	13
III.6. Métodos de análisis de datos.....	14
III.7. Aspectos éticos.....	14
IV. RESULTADOS.....	15
V. DISCUSIÓN.....	63
VI. CONCLUSIONES.....	67
VII. RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS .....	69
ANEXOS	

## Índice de tablas

Tabla 1. Productividad de mano de obra.....	18
Tabla 2. Productividad de maquinaria.....	20
Tabla 3. Ingresos por ventas.....	21
Tabla 4. Costos de producción.....	21
Tabla 5. Productividad de capital.....	22
Tabla 6. Data de producción del último año (julio 2020 – junio 2021).....	23
Tabla 7. N° de ocurrencias de los factores durante el diagnóstico inicial.....	25
Tabla 8. Tabla de frecuencias de los factores (causas).....	26
Tabla 9. Herramientas Lean como solución a los factores de la problemática...	27
Tabla 10. Actividades llevadas a cabo.....	28
Tabla 11. Planeación de las tareas (Planificar).....	29
Tabla 12. Ejecución de las actividades (Hacer).....	30
Tabla 13. Verificación del logro de resultados (Verificar).....	30
Tabla 14. Medidas de mejora y control (Actuar).....	31
Tabla 15. Disponibilidad de maquinaria (D).....	32
Tabla 16. Rendimiento de la maquinaria (R).....	32
Tabla 17. Calidad de unidades producidas (C).....	33
Tabla 18. Eficiencia global (OEE).....	34
Tabla 19. Inventario de equipos y máquinas de la empresa.....	34
Tabla 20. Análisis de criticidad de maquinaria.....	35
Tabla 21. Codificación de las máquinas críticas.....	37
Tabla 22. Actividades de mantenimiento.....	41
Tabla 23. Disponibilidad de maquinaria (D).....	44
Tabla 24. Rendimiento de la maquinaria (R).....	44
Tabla 25. Calidad de unidades producidas (D).....	45
Tabla 26. Eficiencia global (OEE).....	46
Tabla 27. Lista de chequeo inicial de las 5S.....	47
Tabla 28. Nivel de cumplimiento de las 5S.....	48
Tabla 29. Implementación de la primera S (Clasificar).....	49
Tabla 30. Contenido de la tarjeta roja.....	50
Tabla 31. Implementación de la segunda S (Ordenar).....	51

Tabla 32. Implementación de la tercera S (Limpieza).....	52
Tabla 33. Implementación de la cuarta S (Estandarización).....	53
Tabla 34. Cronograma de actividades de la implantación de las 5S.....	53
Tabla 35. Lista de chequeo posterior de las 5S.....	54
Tabla 36. Nivel de cumplimiento de las 5S.....	55
Tabla 37. Productividad de mano de obra.....	56
Tabla 38. Productividad de maquinaria.....	58
Tabla 39. Ingresos por ventas.....	58
Tabla 40. Costos de producción.....	59
Tabla 41. Productividad de capital.....	59
Tabla 41. Productividad de capital.....	59
Tabla 42. Cuadro comparativo de productividad.....	60

## Índice de figuras

Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso.....	16
Figura 2. Diagrama de análisis del proceso.....	17
Figura 3. Productividad de mano de obra (pre test).....	19
Figura 4. Productividad de maquinaria (pre test).....	20
Figura 5. Productividad de capital (pre test).....	23
Figura 6. Producción de arroz pilado del último año.....	24
Figura 7. Diagrama de Ishikawa.....	25
Figura 8. Diagrama de Pareto.....	27
Figura 9. % cumplimiento de las actividades – pre test.....	29
Figura 10. % cumplimiento de las actividades – post test.....	31
Figura 11. Análisis de criticidad de maquinaria.....	36
Figura 12. Ficha técnica de máquina 1.....	38
Figura 13. Ficha técnica de máquina 2.....	39
Figura 14. Hoja de vida de máquina 1.....	40
Figura 15. Hoja de vida de máquina 2.....	40
Figura 16. Instructivo de máquina 1.....	42
Figura 17. Instructivo de máquina 2.....	43
Figura 18. % de cumplimiento de las 5S.....	48
Figura 19. Clasificación de los elementos, materiales y/o equipos.....	49
Figura 20. Determinación de las áreas de trabajo.....	50
Figura 21. Procedimiento para el orden y limpieza.....	52
Figura 22. % de cumplimiento de las 5S.....	55
Figura 23. Productividad de mano de obra (post test).....	57
Figura 24. Productividad de maquinaria (post test).....	58
Figura 25. Productividad de capital (post test).....	60
Figura 26. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk.....	61
Figura 27. Prueba Wilcoxon.....	62

## Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como principal objetivo aplicar las herramientas Lean manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Molino Don Sergio en el año 2021. El estudio es de tipo aplicado, de diseño pre experimental donde se evaluó el comportamiento de la variable dependiente Lean Manufacturing en la Productividad, en el pre test y también en el post test. La población estuvo conformada por los datos de productividad del proceso productivo la empresa molinera, y la muestra fueron los registros de productividad del proceso de los meses de julio a octubre del 2021. Los instrumentos empleados para la recolección de datos fueron guía de entrevista, ficha de registro de productividad, ficha de registro de tiempos de la maquinaria y guía de observación de actividades. Los datos fueron analizados mediante el programa SPSS, con un nivel de significancia de 0.000 mediante la prueba de Wilcoxon. Se concluye que las herramientas Lean manufacturing mejoran la productividad en un 6.7%.

**Palabras clave:** Productividad, Manufacturing, eficiencia.

## **Abstract**

The main objective of this research work is to apply Lean manufacturing tools to increase productivity in the company Molino Don Sergio in the year 2021. The study is of an applied type, with a pre-experimental design where the behavior of the dependent variable Lean was evaluated. Manufacturing in Productivity, in the pre test and also in the post test. The population was made up of the productivity data of the production process of the milling company, and the sample was the productivity records of the process from July to October 2021. The instruments used for data collection were an interview guide, a file productivity record, machinery time record sheet and activity observation guide. The data was analyzed using the SPSS program, with a significance level of 0.000 using the Wilcoxon test. It is concluded that Lean manufacturing tools improve productivity by 6.7%.

**Keywords:** Productivity, Manufacturing, efficiency.

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo diverso y globalizado de hoy, lograr una ventaja competitiva que haga la diferencia de la competencia, incluso por un pequeño margen, es esencial para el futuro de un negocio. Estas pueden obtener una ventaja competitiva reduciendo costos, brindando un mejor servicio a sus clientes o tratando de brindar un producto de igual o mejor calidad. Básicamente, necesitan hacer algo diferente a sus competidores para poder tener una ventaja sobre el resto. La tecnología y la tecnología de la información han cambiado por completo nuestra economía. Esto ya no es solo un problema para el departamento de TI. Muchas empresas lo utilizan para obtener una ventaja sobre la competencia. Sin embargo, muchos otros ejecutivos de la empresa sienten un poco de envidia por los logros de los competidores, pero no saben cómo lo hicieron (Fernández y Gómez, 2017).

En la actualidad, la eficiencia y la competitividad son cruciales para el éxito de cualquier empresa, por lo que la aplicación de conceptos de lean se ha convertido en la clave que permite gestionar con éxito los retos relacionados con el costo, la calidad y el tiempo de entrega, combinados con una serie de procesos integrados. Sin embargo, pocas empresas aún integran conceptos lean en sus sistemas de gestión y lo utilizan como filosofía para comprender y optimizar las áreas de producción de la empresa (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2017).

La agricultura en el país pertenece a un sector muy importante en el desarrollo de la economía nacional, anteriormente el arroz era y sigue siendo uno de los granos cultivados más importantes. La historia dice que el grano fue importado por los españoles en la costa del Perú, y a partir de ahí el arroz comenzó a invadir el mercado para reemplazar a otros productos agrícolas que se cultivaban en nuestro país en ese momento, y en 2013 su precio alcanzó las 28.352 toneladas, y se cree que el resultado anterior fue un incremento del 1,7% interanual. Además, el Valle Qiankai Lambayeque ocupa el primer lugar en términos de producción de arroz con un 70%. (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 2019).

En 2016 la producción de este cereal tuvo una fuerte caída en el producto, esto se debe a que los cultivos fueron atacados por parásitos y en consecuencia, La Libertad ocupa el lugar subordinado en la producción de arroz debajo del distrito de San Martín. Pese a ello, en 2012, la Región La Libertad obtuvo una producción de 362,858.0 toneladas de este cereal con cáscara, lo que representó el 12.62% de la producción nacional (Elias, 2019, párr. 4).

Ahora investigado en la región La Libertad, la provincia de mayor producción de este grano es Pacasmayo con un rendimiento absoluto de 175958 toneladas lo que representa una cifra de 48,49% obtenido a nivel jurisdiccional. La provincia de Chepén ocupó el segundo lugar con 72%, logrando una producción absoluta de 162,279 toneladas para el año, seguida de las provincias de Virú, Chimú y Ascope con 5,550.0 toneladas o 1.53%. Hay un total de 627 plantas registradas en Perú, dedicadas al mismo proceso que la planta DON SERGIO, 80 de las cuales están ubicadas en la región, 47 en la región de Pacasmayo y 24 en Guadalupe. Todos tienen buena tecnología y una perfecta capacidad de almacenamiento. (Andina, 2017).

Todo esto no es ajeno al Molino Don Sergio ubicado en la carretera al distrito de San José, el cual actualmente lucha con la necesidad tecnológica de competir y brindar un servicio de primera y así poder satisfacer las necesidades de los consumidores a un precio competitivo. Esto depende no solo del proceso productivo, sino también de todas las operaciones que intervienen a lo largo de la cadena de valor de la empresa. La unidad mencionada en el estudio enfrentó problemas de sobre stock de materiales y una gran cantidad de producto terminado en almacén, también se evidenció la interacción constante que el operador tenía con la maquinaria, ya que había fallos y averías que hacían para la producción continuamente. Esto se debe a que las máquinas no contemplaban un plan de mantenimiento que eviten fallos no previstos, lo que incurrió en la tardanza en la entrega de producto terminado al cliente, además de un sobre costo de producción. Adicional a ello, el equipo de investigación pudo evidenciar que la empresa no dispone de planes de mejora a futuro para el proceso, y tampoco gestiona indicadores de productividad que permitan evaluar los resultados obtenidos.

Por esta razón, este trabajo se plantea la siguiente interrogante: ¿De qué manera la aplicación de herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad en la Empresa Molinera Don Sergio?

Esta investigación se justifica de manera teórica, debido a que se está llevando a cabo para brindar una nueva perspectiva sobre la condición y la importancia de la planificación adecuada de la filosofía Lean, que incluirá una sugerencia para mejorar la producción de la planta. Por otro lado, es metodológicamente apropiado ya que el enfoque de esta investigación se utiliza como referencia para futuros investigadores interesados en contenidos similares de la metodología de manufactura esbelta. También, el presente estudio se justifica de manera práctica por la falta de un plan de mejoramiento de la producción dada la desorganización, la falta de orden en la región por el mal uso de los recursos de producción de arroz.

Como objetivo general de esta investigación se tiene, aplicar las herramientas Lean manufacturing para incrementar la productividad del molino Don Sergio en el año 2021. Además, se han formulado 3 objetivos específicos para dar cumplimiento al objetivo general: (1) describir del proceso productivo determinando la productividad inicial, (2) seleccionar y aplicar las herramientas Lean Manufacturing: TPM (Mantenimiento Productivo Total), 5S y Kaisen en el proceso productivo y (3) determinar la productividad después de la aplicación.

Finalmente, esta investigación propone una hipótesis de estudio, la cual consiste en que la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing incrementa la productividad de la empresa molinera Don Sergio.

## II. MARCO TEÓRICO

Se realizaron revisiones de trabajos previos relacionados con el presente tema de investigación. En el ámbito internacional, Cuervo, Martínez, Canales y Díaz (2018), en su trabajo en una entidad molicentra, el cual fue de tipo aplicada y de un diseño de investigación pre experimental al que se le atribuyó la investigación y observación del estudio en cuestión, también se aplicó la herramienta 5S y TPM obtenida como producto de las auditorías de las 5S aplicadas. en todas las actividades laborales; En el contexto actual, el logro de participación en las actividades de las 5S fue del 35% usando la lista de verificación y del 58% usando la herramienta TPM, lo que resultó en un aumento del 19% en la productividad. De acuerdo a la investigación realizada, se puede afirmar que las 5 S-Auditorías son muy importantes para cada actividad, las cuales sirven como retroalimentación para la evaluación del plan de implementación, en este contexto se puede incrementar la productividad.

Además, Carreño, Amaya y Ruiz (2018), en su trabajo en una industria. El objetivo perseguido fue implementar las herramientas y filosofías Lean para la mejora de la productividad empresarial. La población y la muestra la constituyeron las empresas industriales de la provincia de Tundama, Colombia. Se emplearon diversos instrumentos de apoyo en el recojo de la información como fichas de registro y análisis documental. Como resultados de esta investigación, los autores mencionan que, debido al buen resultado obtenido en estas empresas, en promedio, la productividad se mejoró en 24%, dando a entender que esta es una filosofía de mejora que contribuye en los buenos resultados y en la mejora continua de las empresas industriales de la provincia colombiana.

También se analizaron trabajos desarrollados a nivel nacional, como el de Angulo (2019), en su investigación en una empresa metalmecánica. El trabajo fue de tipo aplicada y de diseño pre experimentase, el cual se desarrolló utilizando herramientas de manufactura esbelta; Para ello utiliza el método deductivo, con un estudio experimental aplicado a una población o muestra de los pedidos que visita la organización. Para este propósito, entre otras cosas, se utilizó el diagrama de

Ishikawa, el principio de Pareto. El principal resultado es el aumento del indicador de productividad de 0,52 a 0,59. De esto podemos concluir que se ha producido un aumento de la productividad del 13%.

Del mismo modo, Borges, Freitas y Sousa (2017), en su revisión en una industria de manufactura. El principal objetivo fue mejorar el proceso productivo en las industrias de alimentos y bebidas mediante las herramientas Lean Manufacturing. Una decena de empresas del rubro de alimentos y bebidas constituyeron la población y muestra en estudio de este trabajo, además se emplearon instrumentos de recolección de información como fichas de registro y análisis documental. Los resultados de este trabajo se reflejaron en la mejora del 32% de la eficiencia de los procesos de las empresas de bebidas y alimentos, también, la productividad de las mismas, en promedio tuvo un margen de mejora del 12%. Estos hallazgos evidencian una vez más que la filosofía Lean es una herramienta muy potente en la industria para la mejora y optimización tanto de procesos como de recursos.

Y en el escenario local, se revisó el trabajo a cargo de Cruz y Mendoza (2018), en su trabajo en una compañía molinera. Esta investigación fue de tipo aplicada, de diseño pre experimental, se utilizaron herramientas 5S, de la misma manera se utilizaron herramientas de detección de interrogación para calcular estos objetivos específicos. Es por ello que se realizaron 67 actividades que incrementan valor y además 33% no produjeron ningún valor y es por eso que el mismo análisis obtuvo 16.5% son actividades que no generan valor para todos los procesos, en esto se aplicó el método 5S, concluyendo que a través de la metodología 5S fue posible optimizar los residuos en el área de producción, al conocer y realizar el estudio que realizó a lo largo de la encuesta, obtuvo un incremento en la producción de materia prima real de 0.039 sacos / día ( Día) en el procesamiento de la pila de granos. A través de la encuesta se puede precisar que podemos utilizar la aplicación 5S que es la aplicación más y más utilizada para solucionar problemas, razón por la cual esta herramienta nos permite presionar el tiempo perdido tanto en la investigación de las herramientas en consecuencia, se destaca el aumento de la producción.

Y, Castañeda (2019), en su trabajo en una entidad molinera. El objetivo fue aumentar la productividad de la empresa, donde la población en estudio fueron los datos de la producción en el periodo de agosto – noviembre. El tipo de investigación fue aplicada y de un diseño de investigación fue pre experimental, y se empleó la ficha de registro y guía de observación como instrumentos de recolección de datos. El resultado alcanzado por el autor fue que logró el aumento de la productividad en un 25%. Se concluye que esta filosofía trae mejoras a los procesos, haciéndolos más eficientes, limpios y libre de factores que no añaden valor al trabajo e impulsa a la mejora continua empresarial.

En relación a las variables en estudio, se sustenta la base teórica y científica que avala este trabajo, mediante la conceptualización y definición de las teorías que engloban Len Manufacturing y Productividad.

Lean manufacturing se define como un proceso sistemático que organiza eficientemente el trabajo llevado a cabo en los procesos productivos, enfocándose en la mejora de la producción y productividad (Ibarra y Ballesteros, 2017, p.53).

Por otro lado, Pérez, Marmolejo, Mejía y Caro (2017), mencionan que Lean manufacturing es una filosofía de trabajo que tiene como objetivo eliminar los desperdicios y todos los factores que no generan valor al sistema como los reprocesos, demoras, tiempos improductivos y otros.

Las diferentes opiniones que existen actualmente para entender estas herramientas Lean están relacionadas con la gestión de operaciones, que proporciona un método clave para cualquier empresa, además de combinarse con todas las funciones de todas las empresas, centralizándose en poder expresar el origen de donde provienen los bienes y servicios, así como las tareas que realizan los encargados de las operaciones, para determinar las mejoras necesarias que vuelva productivo el proceso (Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen, 2019).

Según el estudio de Favela y Escovedo (2019), el residuo más común que se puede encontrar en una empresa es la sobreproducción, ya que no todos producen bajo demanda, se debe realizar un estudio de esa cantidad estimada requerida para los procesos a realizar.

De igual manera, Piñero, Vivas y Flores (2018) indica que el obstáculo o demoras en la entrega de productos son también otro desperdicio que representan las empresas, esto se considera tiempo de espera, esto se debe a que el procesamiento de los procesos de los productos es retrasado y en su mayoría no entregado dentro del marco de tiempo especificado porque las instrucciones de trabajo para el personal no están controladas, tiempos de inactividad excesivos, fallas de la máquina y cuellos de botella durante la transformación.

Al hablar de herramientas Lean manufacturing, se conceptualizan una diversidad de herramientas de mejora, dentro de las cuales, (González, Marulanda y Echeverry, 2018, p. 11), señalan que las 5S, el Mantenimiento Productivo Total (TMP) y Kaisen, son 3 de las más importantes y relevantes en la industria, y en este trabajo se emplearán las herramientas mencionadas para el propósito de mejora.

Respecto a las 5S, Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2019), señalan que se trata de una metodología ágil y capaz de gestionar adecuadamente los espacios y zonas de trabajo de una empresa, logrando el orden, limpieza y la organización.

Las etapas que se llevan a cabo en las 5S son básicamente las siguientes: Clasificar, Ordenar, Limpieza, Estandarización y Disciplina. Estas 5 etapas se desarrollan para garantizar un adecuado ambiente de trabajo (Piñero, Vivas y Flores, 2018).

Seiri hace mención a eliminar del ambiente de trabajo lo que no sea de utilidad, Seiton prioriza organizar el espacio de trabajo de manera eficaz, Seiso promueve ambientes limpios del área de trabajo, Seiketsu establece normativas para evitar desorden y suciedad; y Shitsuke busca la mejora continua de las demás S.

Las 5S se miden en relación a los resultados obtenidos de cómo cada etapa (S) es ejecutada, y para ello se empleará la siguiente medición:

<i>Seiri (clasificación)</i>	: % de cumplimiento de la 1° S
<i>Seiton (organización)</i>	: % de cumplimiento de la 2° S
<i>Seiso (limpieza)</i>	: % de cumplimiento de la 3° S
<i>Seiketsu (estandarización)</i>	: % de cumplimiento de la 4° S
<i>Shitsuke (disciplina)</i>	: % de cumplimiento de la 5° S

En tema de Mantenimiento Productivo Total (TPM), Martínez (2017, p. 11), dice que se trata de un método que busca mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y máquinas intervinientes en los procesos productivos.

También, (Hernández, Escobar, Larios y noriega, 2017), dicen que es un programa de mantenimiento cuyo objetivo es asegurar la disponibilidad y confiabilidad de las máquinas y equipos del proceso productivo de una empresa

El mantenimiento Productivo Total se mide en base al indicador de la eficiencia de los equipos (Martínez, 2017), y tiene como fórmula, la siguiente:

$$OEE = \text{Disponibilidad (D)} \times \text{Rendimiento (R)} \times \text{Calidad (C)}$$

→ Donde:

$$D = \frac{\text{tiempo operativo}}{\text{tiempo planificado de producción}}$$

$$R = \frac{\text{producción real}}{\text{producción programada}}$$

$$C = \frac{\text{unidades conformes}}{\text{total de unidades producidas}}$$

Y en relación a Kaisen, Álvarez (2017), menciona que se trata de un método de trabajo basado en la mejora de la eficacia de las actividades del proceso y la consigna del cambio y la obtención de mejores resultados productivos.

La metodología Kaisen, en base a Hernández y Visán (2017), me evalúa en relación

a la eficacia de las tareas efectuadas durante el proceso productivo, y se han de medir según el siguiente indicador:

$$\text{Eficacia de cumplimiento de actividades} = \frac{\text{actividades ejecutadas}}{\text{total de actividades programadas}} \times 100$$

En lo concerniente a la variable Productividad, Mohedano, (2017, p. 14) dice que se trata de la relación de lo que se produce y los recursos necesarios para la obtención de lo obtenido.

Galindo y Viridiana (2017) dan a conocer que, en un sistema productivo industrial, la productividad se mide en base a la mano de obra interviniente, la maquinaria utilizada y el capital requerido para la producción (p. 15).

$$P_{mo} = \frac{\text{producción obtenida}}{\text{total horas hombre utilizadas}}$$
$$P_{máq.} = \frac{\text{producción obtenida}}{\text{total horas máquina utilizadas}}$$
$$P_{cap} = \frac{\text{total ingreso monetarios (producción)}}{\text{total egresos monetarios (producción)}}$$

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

Esta investigación fue de tipo aplicada. Según Capdevilla (2018, p. 21) argumenta que este tipo de trabajos aporta contribuciones teóricas para que así se puedan convertir en conocimientos benéficos y sean aplicados en la solución de problemas. Se estudiaron los diversos enfoques teóricos de las variables en estudio para lograr mejorar la problemática de la empresa en la aplicación de los mismos.

El diseño que presentó esta investigación fue pre experimental, y en relación a ello, Acevedo, Linares y Cachay (2018, p. 22) comentan que trata de una investigación donde se manipula al mismo grupo de estudio 2 veces para determinar los cambios que se presentarán.

En esta investigación se implementaron las herramientas 5S, TPM y Kaisen bajo el enfoque Lean para mejorar la productividad de la compañía molinera.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Variable independiente: Herramientas Lean Manufacturing

**Definición conceptual:** Lean manufacturing se define como un proceso sistemático que organiza eficientemente el trabajo llevado a cabo en los procesos productivos, enfocándose en la mejora de la producción y productividad (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2017, p.9).

**Definición operacional:** González, Marulanda y Echeverry (2018, p. 11), señalan la Lean manufacturing se miden en base las 3 de las herramientas más relevantes de la industria: 5S, el Mantenimiento Productivo Total (TMP) y Kaisen.

**Indicadores:** Las 5S se midieron en base a:  $5S = \% \text{ cumplimiento de cada S}$ , el Mantenimiento Productivo Total en relación a:  $OEE = \text{Disponibilidad} \times \text{Rendimiento} \times \text{Calidad}$  y Kaisen en base a:  $\text{Eficacia de cumplimiento de actividades} = (\text{Actividades ejecutadas} / \text{Actividades programadas}) \times 100$ .

**Escala de medición:** Fue de razón. Actis (2017) menciona que esta escala se caracteriza porque analiza datos numéricos donde la presencia del cero (0) es real, como por ejemplo un dato de eficiencia de 0.70.

Variable dependiente: Productividad

**Definición conceptual:** Se trata de la relación de lo que se produce y los recursos necesarios para la obtención de lo obtenido (Mohedano, 2017, p. 14).

**Definición operacional:** (Galindo y Viridiana, 2017) mencionan que la productividad se mide en base a la mano de obra interviniente, la maquinaria utilizada y el capital requerido para la producción.

**Indicadores:** La productividad de mano de obra se midió en base a:  $P_{mo} = \text{Producción obtenida} / \text{total horas hombre empleadas}$ , la productividad de maquinaria:  $P_{maq} = \text{Producción obtenida} / \text{total horas máquina requeridas}$  y la productividad de capital:  $P_{cap} = \text{total ingresos de producción} / \text{total egresos de producción}$ .

**Escala de medición:** Fue también de razón.

### 3.3. Población, muestra y unidad de análisis

**Población:** Arias y Villasis (2018, p. 20) definen una población como todos aquellos elementos de interés que adquieren cualidades de medición sobre un tema determinado.

La población estuvo conformada por los procesos productivos del año 2021 de la empresa molinera Don Sergio.

- **Criterios de inclusión:** Los registros de productividad del proceso de los periodos de julio a octubre del año 2021.
- **Criterios de exclusión:** Los registros de productividad del proceso de los meses de enero a junio del 2021 y los demás pertenecientes a años anteriores (2020, 2019, etc.).

**Muestra:** (Arias, 2018, p. 23) comenta que la muestra en una investigación se trata de un extracto limitado de la población y que adquiere sus mismas características. La muestra la conformaron los procesos del área de producción en los meses de julio hasta octubre del 2021. El muestreo corresponde a un tipo no probabilístico y fue por conveniencia del investigador.

**Unidad de análisis:** Cada registro de productividad del proceso.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Una técnica de recolección de datos se conceptualiza como un medio, el cual permite el recojo y procesamiento de información acerca de un determinado tema en estudio (Rodríguez, Moreno, Camacho y Gómez, 2017, p. 7).

Pulido (2017, p. 15), comenta que un instrumento es aquel recurso que se aplica directamente en la exploración de campo para el recojo de los datos más importantes sobre una o más variables en investigación.

En la consigna de llevar a cabo el primer objetivo específico, los investigadores utilizaron la técnica de la entrevista, bajo el instrumento guía de entrevista direccionada al empleador de la empresa (anexo 3). También se empleó la técnica de análisis documental y el instrumento ficha de registro de productividad para evaluar los índices de productividad inicial (anexo 4).

En el cumplimiento del segundo objetivo específico, se consideró adecuado emplear la técnica de la observación directa y el instrumento guía de observación de las 5s, con el propósito de analizar el cumplimiento de cada una de las "S" (anexo 5); se aplicó también la técnica de análisis documental y el instrumento ficha de registro de tiempos de la maquinaria (anexo 6) y la técnica de la observación directa, con el instrumento guía de observación de actividades para especificar el cumplimiento de las actividades del procesos productivo (anexo 7).

Y para el desarrollo del tercer objetivo, se empleó la técnica de análisis documental y el instrumento ficha de registro de la productividad post aplicación de Lean manufacturing (anexo 8).

La validez y confiabilidad de los instrumentos de recojo de datos estuvo a cargo de expertos en el área y con amplio conocimiento del tema, la cuales se muestran en el anexo 10.

### **3.5. Procedimiento**

Un procedimiento es la secuencia estandarizada de pasos que permite cumplir con un objetivo establecido por la parte interesada acerca de un fenómeno analizado (Hamodi, López y López, 2017 p. 19).

Cumpliendo con el primero objetivo específico de describir el proceso productivo de la empresa y determinar la productividad actual se realizó una reunión presencial, bajo las medidas de bioseguridad, con el empleador de la empresa; donde se aplicó la entrevista para conocer desde otra perspectiva la coyuntura actual del molino en temas de eficiencia y productividad. También se describió el proceso productivo por medio de un DOP, donde se detalló cada una de las operaciones llevadas a cabo en la cadena de valor de la entidad; y un DAP, en el cual se analizó cada una de las actividades de las operaciones del proceso para determinar el índice de actividades que agregan valor al trabajo (IAV) y adicional a ello, se registraron los datos relevantes del proceso para determinar la productividad inicial existente.

En esta etapa, y por medio de las herramientas de Ishikawa y Pareto, se determinaron las herramientas Lean a aplicar para subsanar las deficiencias de la empresa.

A continuación, llevando a cabo el segundo objetivo específico de seleccionar y aplicar las herramientas Lean, los investigadores seleccionaron, en base al análisis de Pareto, las herramientas Lean y su aplicación en el proceso productivo. Respecto a la primera herramienta (5S), se aplicó cada una de las S y se establecieron los estándares de organización y limpieza de las zonas de trabajo, además de

determinar cuánto es el cumplimiento de cada una de las S; en cuanto al TPM, se ejecutó esta herramienta, donde se seleccionaron a las máquinas críticas del proceso y se determinó la eficiencia global (OEE) de las mismas y, por último, en Kaizen se implantaron las medidas necesarias de mejora del trabajo y se evaluaron la eficacia del cumplimiento de las actividades programadas a llevarse a cabo.

Y, por último, cumpliendo el tercer objetivo específico de determinar la productividad después de la aplicación, se determinaron los nuevos indicadores de productividad y se hizo una comparación con respecto a los hallazgos del análisis actual.

### **3.6. Métodos de análisis de datos**

Un método de análisis de datos es la manera en cómo se estudia y demuestra un resultado producto de una investigación sobre un tema en sí (Corona, 2017).

En esta investigación, se realizó un análisis descriptivo, donde se reflejaron cuánto ha sido el efecto de Lean en la productividad, por medio de la data analizada en tablas y figuras.

También se realizó un análisis inferencial, donde se comprobó la hipótesis de este trabajo. Esto se realizó una vez se haya obtenido los registros de productividad del antes y después de la aplicación por medio de un examen de normalidad y en base a ello, se optó por la prueba Wilcoxon en la consigna de validar la hipótesis de investigación desde el punto estadístico.

### **3.7. Aspectos éticos**

Según Salazar, Icaza y Alejo (2018, p. 13), la ética en una investigación se relaciona con todo aquello que influye en el investigador, lo cual modifica su actuar, pensamiento, conducta, valores y tratamiento de información.

Los investigadores consideraron pertinente los siguientes factores éticos:

- Autenticidad: la investigación es original y se citará por la norma ISO 690-2.
- Consentimiento: el desarrollo de este trabajo está autorizado por la empresa.
- Confidencialidad: la indagación sólo tendrá fines de investigación.
- Veracidad: toda la data tratada en este trabajo es veraz.

## **IV. RESULTADOS**

### **OE1: Descripción del proceso productivo y cálculo de la productividad**

El equipo de investigación, bajo el instrumento de guía de entrevista recopiló información para la descripción del proceso productivo llevado a cabo en la empresa, además se emplearon herramientas de ingeniería como el DOP y el DAP para poder registrar y analizar el proceso productivo, el cual se presenta a continuación:

## Diagrama de Operaciones de Procesos (DOP)

**Asunto:** Proceso productivo del pilado de arroz

**Realizado por:** Nicole Quilcate y Juan Cruz

**Departamento:** PRODUCCIÓN

**Método:** Actual

**Aprobado por:** Ing. Julio Cáceres Ortiz

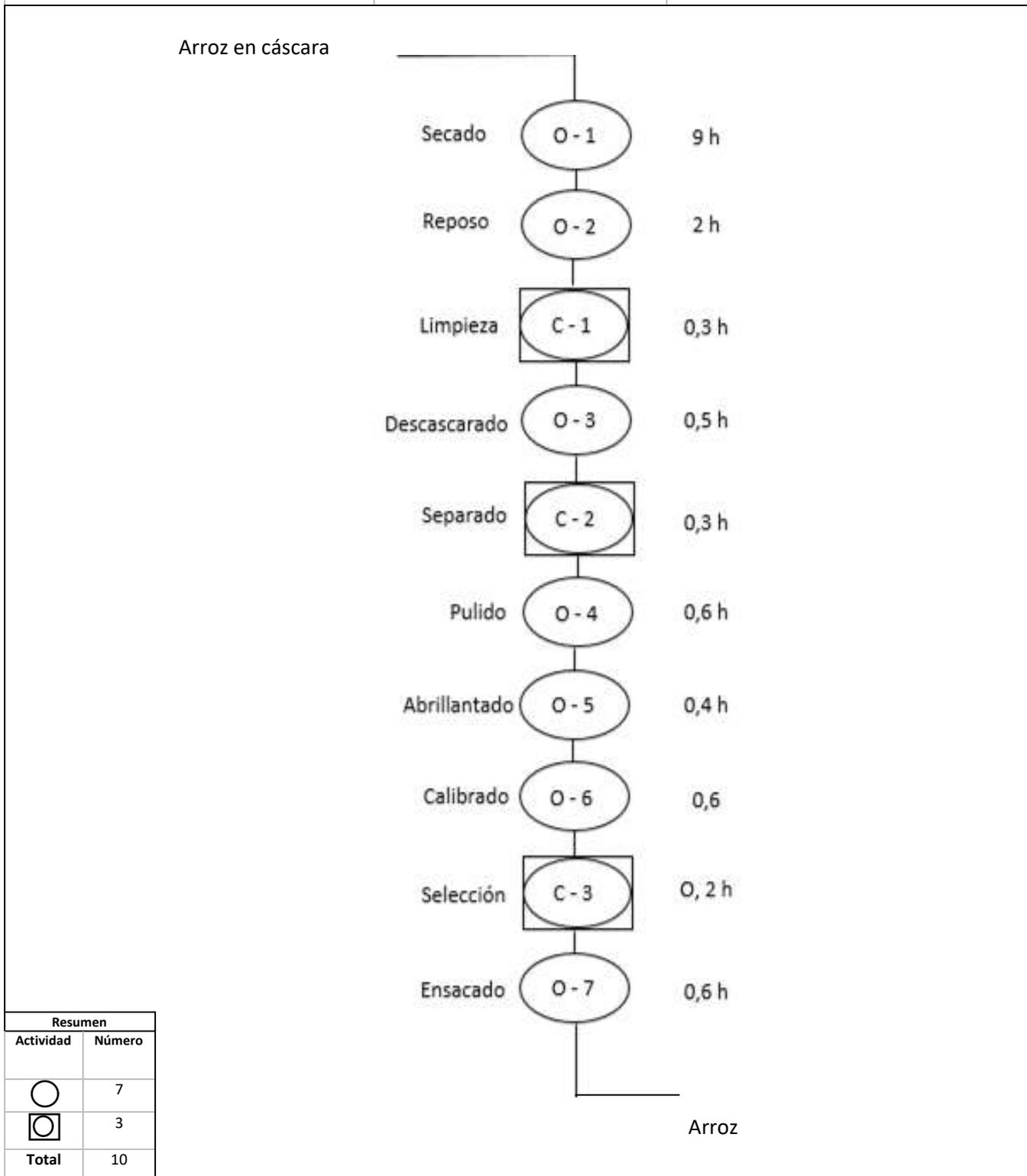


Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso

DIAGRAMA ANALÍTICO DE PROCESO				Operario		Material		Equipo									
Diagrama no.	1			Resumen													
				Actividad		Actual	Propuesto	Ahorro									
Producto: ARROZ PILADO				○		8											
				□		1											
Actividad: PILADO DE ARROZ				D		0											
				⇨		8											
Método: actual <span style="color: orange;">■</span> propuesto				▽		0											
				⊙		2											
Área de trabajo donde se realiza la actividad: Producción				Distancia (metros)													
				Tiempo (minutos)													
Operario (s): 12				Costo: S/													
Elaborado por: Nicole Quilcate y Juan Cruz		Fecha: 08/04/2022		Comentario													
Aprobado por: Ing. Julio Caceres Ortiz		Fecha: 11/04/2022		TOTAL		19											
DESCRIPCIÓN (actividad, método y N° de operarios)	Cantidad	Distancia	Tiempo (min)	Activ.	t	Activ.	t	Activ.	t	Activ.	t	Activ.	t	Act	t	OBSERVACIONES	
				○	□	D	⇨	▽	⊙								
control de calidad del producto entrante			20		20											determinar la humedad	
el arroz es transportado al área de secado			15				15									se usa un camión	
secado de arroz			180	180												durante la mañana	
el arroz es puesto en reposo			60	60													
se limpia el arroz secado			30										30			máquina limpiadora	
transporte del arroz a la maq. descascaradora		50	15				15									mediate fajas transportadoras	
se descascara el arroz			30	30												máquina descascaradora	
transporte del arroz o separado			20				20									elevadores	
separado del arroz			15										15			grano de arroz	
transporte del arroz hacia el pulido			20				20									por medio de elevadores	
pulido de arroz			30	30												máquina pulidora	
transporte del arroz hacia la abillantadora			10				10									elevadores	
abrillantado de arroz			30	30													
transporte del arroz al calibrado			5				5										
calibrado del arroz			30	30													
transporte del arroz ha seleccionado			5				5										
selecciona el arroz			30	30													
transporte del arroz al ensacado			5				5										
el arroz es ensacado			30	30													
TOTAL					50	580	8	420	1	20			8	95	2	45	

Figura 2. Diagrama de análisis del proceso

El análisis llevado a cabo denota que el proceso cuenta con 8 operaciones, una inspección, 8 transportes de MP y 2 operaciones combinadas. El proceso tiene un ciclo de tiempo de 580 minutos aproximadamente, traducido esto en 9.6 horas. Producto del DAP se afirma que el índice de actividades que añaden valor al trabajo es:

$$IAV = ((\Sigma TAV / \Sigma Tt) * 100$$

$$IAV = (485 / 580) * 100$$

$$IAV = 0.836 * 100$$

$$IAV = 83.6\%$$

Sólo el 83.6% de las operaciones crean valor al proceso productivo.

En la consigna de calcular la productividad inicial de la empresa, se aplicó el instrumento ficha de registro, el cual expone la coyuntura actual de la empresa.

Tabla 1. Productividad de mano de obra.

PERIODO 2021	Productividad de mano de obra		
SEMANA	unidades producidas	total horas hombre utilizadas	unidades producidas/total horas hombres utilizadas
Semana 1 - Jul	1960	70	28.00
Semana 2 - Jul	1960	70	28.00
Semana 3 - Jul	1960	70	28.00
Semana 4 - Jul	1960	70	28.00
Semana 5 - Ago	2030	75	27.07
Semana 6 - Ago	2030	75	27.07
Semana 7 - Ago	2030	75	27.07
Semana 8 - Ago	2030	75	27.07
Semana 9 - Sep	2030	75	27.07
Semana 10 - Sep	2030	75	27.07
Semana 11 - Sep	2030	75	27.07
Semana 12 - Sep	2030	75	27.07
Semana 13 - Oct	2030	75	27.07

Semana 14 - Oct	2030	75	27.07
Semana 15 - Oct	2030	75	27.07
Semana 16 - Oct	2030	75	27.07
			27.30

Fuente: elaboración propia.

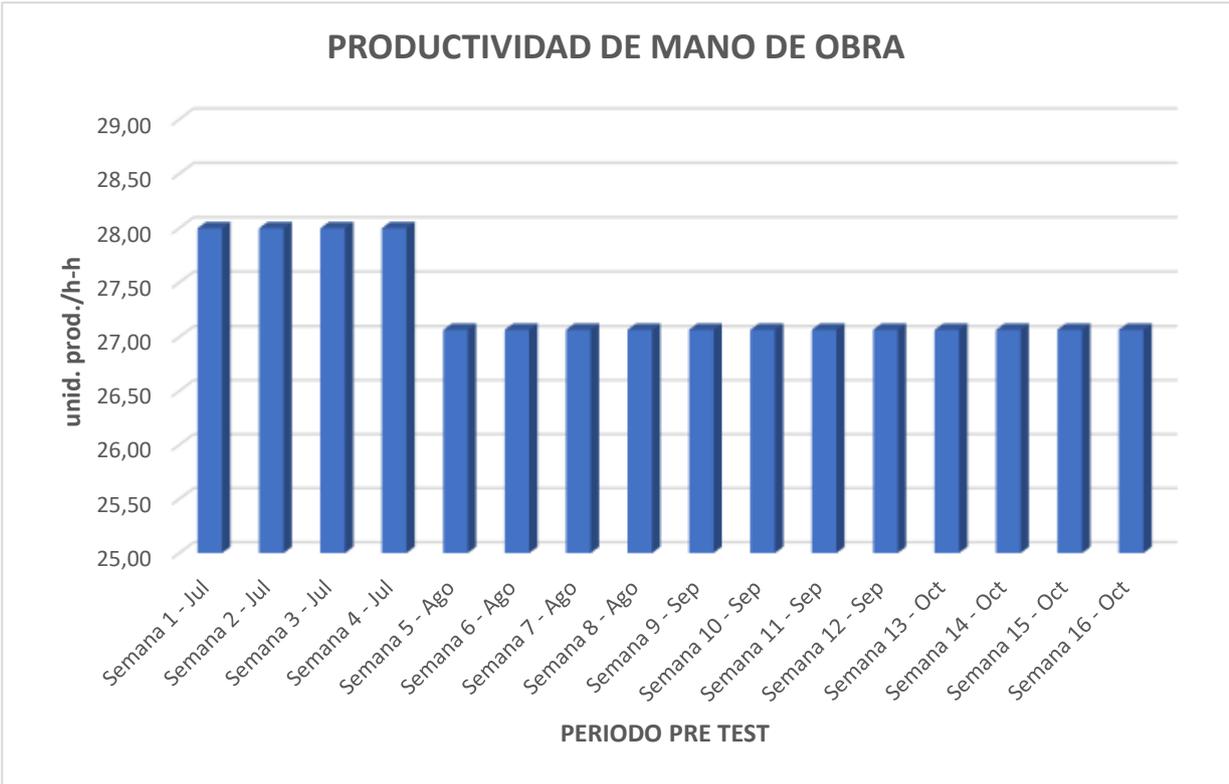


Figura 3. Productividad de mano de obra (pre test).

Tabla 2. Productividad de maquinaria.

PERIODO 2021	Productividad de maquinaria		
SEMANA	unidades producidas	total horas máq. empleadas	unidades producidas/total horas máq. empleadas
Semana 1 - Jul	1960	56	35.00
Semana 2 - Jul	1960	56	35.00
Semana 3 - Jul	1960	56	35.00
Semana 4 - Jul	1960	56	35.00
Semana 5 - Ago	2030	56	36.25
Semana 6 - Ago	2030	56	36.25
Semana 7 - Ago	2030	56	36.25
Semana 8 - Ago	2030	56	36.25
Semana 9 - Sep	2030	56	36.25
Semana 10 - Sep	2030	56	36.25
Semana 11 - Sep	2030	56	36.25
Semana 12 - Sep	2030	56	36.25
Semana 13 - Oct	2030	56	36.25
Semana 14 - Oct	2030	56	36.25
Semana 15 - Oct	2030	56	36.25
Semana 16 - Oct	2030	56	36.25
			35.94

Fuente: elaboración propia.

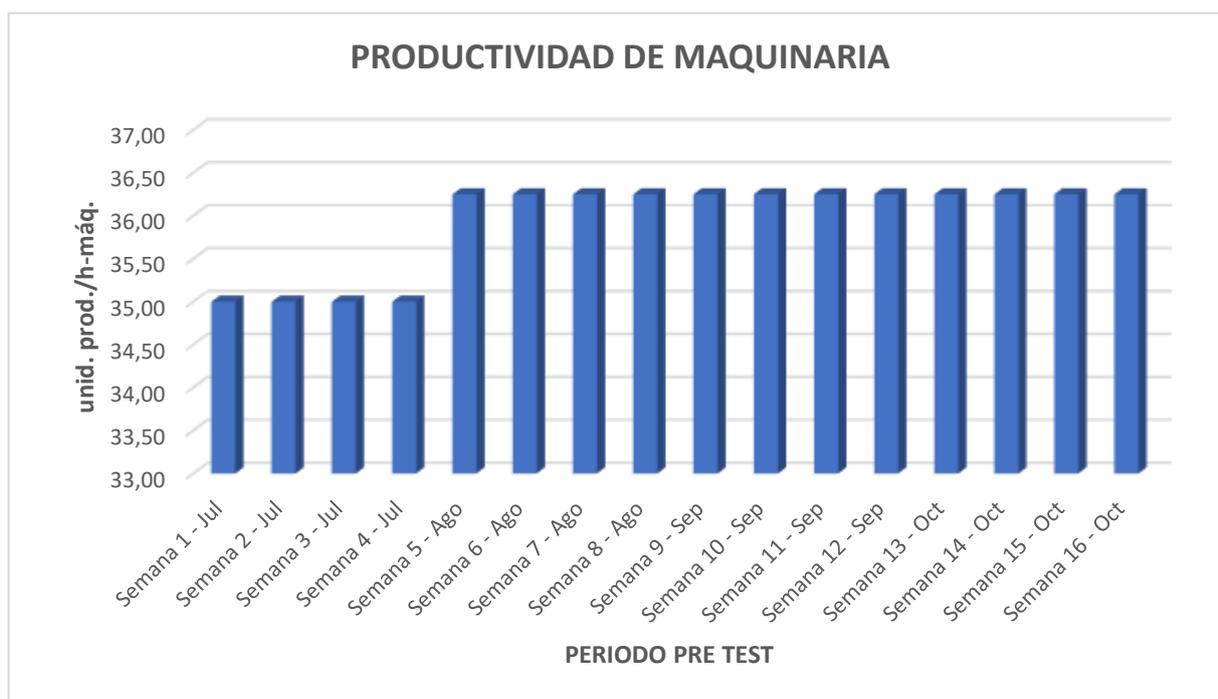


Figura 4. Productividad de maquinaria (pre test).

Tabla 3. Ingresos por ventas.

2021 - Semanas	Unidades producidas	Precio x unidad (servicio de pilado)	TOTAL
Semana 1 - Jul	1960	S/8.00	S/15,680.00
Semana 2 - Jul	1960	S/8.00	S/15,680.00
Semana 3 - Jul	1960	S/8.00	S/15,680.00
Semana 4 - Jul	1960	S/8.00	S/15,680.00
Semana 5 - Ago	2030	S/8.00	S/16,240.00
Semana 6 - Ago	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 7 - Ago	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 8 - Ago	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 9 - Sep	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 10 - Sep	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 11 - Sep	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 12 - Sep	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 13 - Oct	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 14 - Oct	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 15 - Oct	2030	S/9.00	S/18,270.00
Semana 16 - Oct	2030	S/9.00	S/18,270.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Costos de producción.

2021 - Semanas	Costos de mano de obra	Costo de materiales	CIF (Costos indirectos de fabricación)	TOTAL
Semana 1 - Jul	S/3,000.00	S/862.50	S/2,200.00	S/6,062.50
Semana 2 - Jul	S/3,000.00	S/900.00	S/2,150.00	S/6,050.00
Semana 3 - Jul	S/3,000.00	S/937.50	S/2,175.00	S/6,112.50
Semana 4 - Jul	S/3,000.00	S/912.50	S/2,225.00	S/6,137.50
Semana 5 - Ago	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 6 - Ago	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 7 - Ago	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 8 - Ago	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 9 - Sep	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 10 - Sep	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 11 - Sep	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 12 - Sep	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 13 - Oct	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00

Semana 14 - Oct	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 15 - Oct	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00
Semana 16 - Oct	S/3,000.00	S/975.00	S/2,300.00	S/6,275.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Productividad de capital.

PERIODO 2021 MES	Productividad de capital (producción)		
	total ingresos	total egresos	total ingresos/total egresos
Semana 1 - Jul	S/ 15,680.00	S/ 6,062.50	2.59
Semana 2 - Jul	S/ 15,680.00	S/ 6,050.00	2.59
Semana 3 - Jul	S/ 15,680.00	S/ 6,112.50	2.57
Semana 4 - Jul	S/ 15,680.00	S/ 6,137.50	2.55
Semana 5 - Ago	S/ 16,240.00	S/ 6,275.00	2.59
Semana 6 - Ago	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 7 - Ago	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 8 - Ago	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 9 - Sep	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 10 - Sep	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 11 - Sep	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 12 - Sep	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 13 - Oct	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 14 - Oct	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 15 - Oct	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
Semana 16 - Oct	S/ 18,270.00	S/ 6,275.00	2.91
			2.81

Fuente: elaboración propia.

En promedio, la productividad de capital es de 2.81, lo que hace referencia a que se obtiene de ganancia S/1.81 por cada S/1.00 invertido.



*Figura 5.* Productividad de capital (pre test).

Se creyó conveniente analizar la data de producción del último año (julio del 2020 a junio del 2021) para determinar la variación de los volúmenes producidos respecto a los periodos de evaluación de este trabajo.

Tabla 6. Data de producción del último año (julio 2020 – junio 2021).

Periodo	Producción del último año (sacos de arroz pilado)				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	TOTAL
Jul-20	1960	1960	1960	1855	7735
Ago-20	2030	1960	2030	1995	8015
Set-20	1995	1855	1995	2065	7910
Oct-20	1995	1855	1995	1995	7840
Nov-20	1974	1925	1974	1995	7868
Dic-20	2030	1785	2030	2065	7910
Ene-21	1995	1855	1995	1960	7805
Feb-21	1960	1995	1960	1960	7875
Mar-21	1960	2065	1960	1855	7840
Abr-21	1890	1995	1890	1855	7630
May-21	1820	1995	1820	1925	7560
Jun-21	1890	2065	1890	1785	7630

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar en la tabla 6 los volúmenes de producción del producto en el último año han mantenido un comportamiento variable, oscilando entre 1800 y 200 unidades semanales.

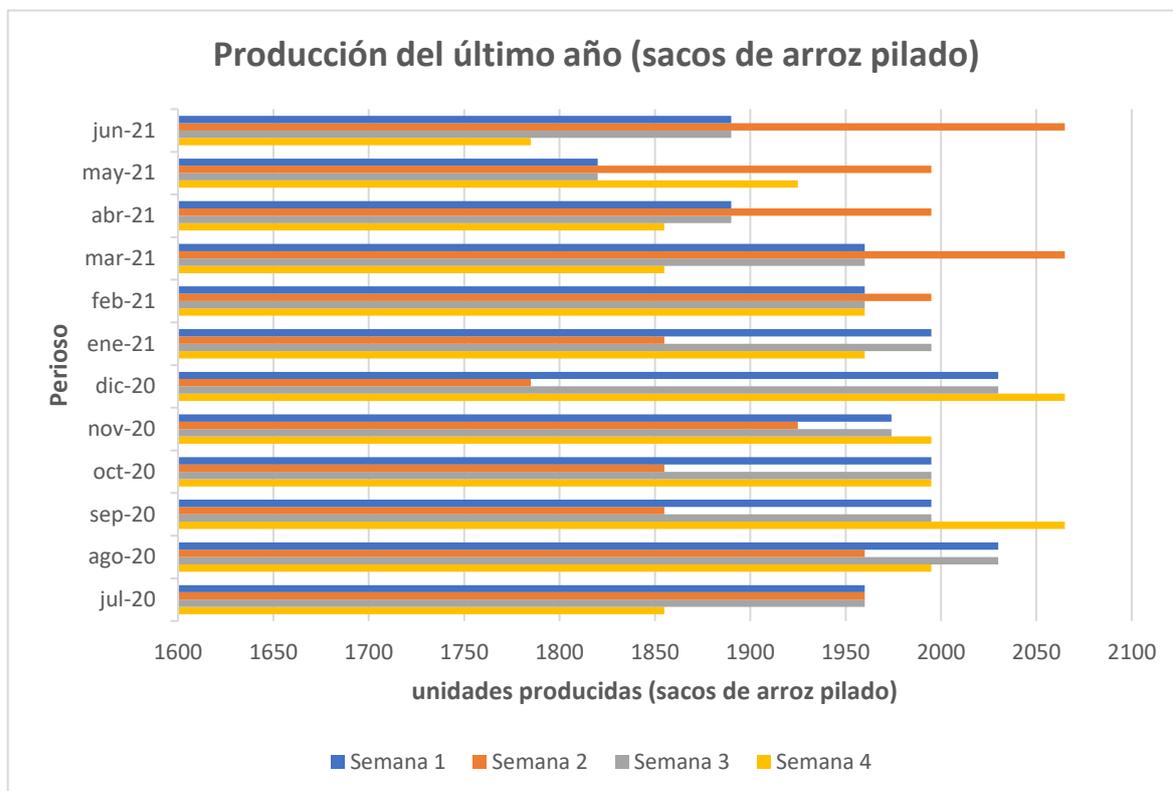


Figura 6. Producción de arroz pilado del último año.

De la figura 6 se puede determinar que, a comparación de la data del año 2021, la producción ha crecido en 100 unidades más, ya que la tasa de producción mínima en este nuevo periodo fue de entre 1900 y 2000 unidades/semana.

Por consiguiente, se realizó un análisis de las causas que impactan en la productividad de la empresa mediante las herramientas: Ishikawa y Pareto.

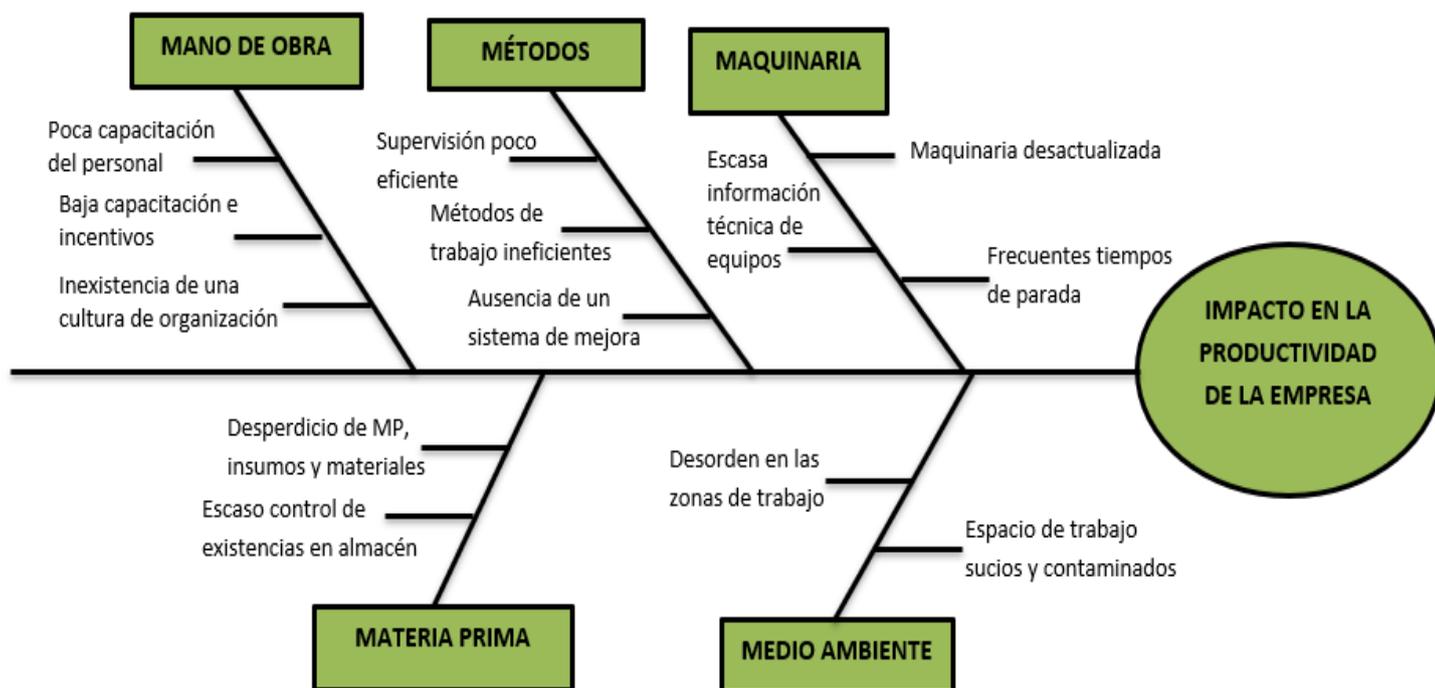


Figura 7. Diagrama de Ishikawa.

En el diagrama de Ishikawa de la figura 6 se determinan los factores o causas que originan la problemática de la empresa y que a su vez impactan en la productividad de la entidad.

Tabla 7. N° de ocurrencias de los factores durante el diagnóstico inicial.

CÓDIGO	Causa	PERIODO: 2021				TOTAL
		Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	
A	Frecuentes tiempos de para de la maquinaria	15	13	14	13	55
B	Ausencia de un sistema de mejora continua	10	10	10	10	40
C	Métodos de trabajo ineficientes	9	11	10	10	40
D	Desorden de las zonas de trabajo	10	10	10	8	38
E	Supervisión poco eficiente	9	11	10	5	35
F	Maquinaria desactualizada	8	9	7	6	30
G	Espacios sucios y contaminados	6	6	7	6	25
H	Poca capacitación del personal	6	5	7	5	23
I	Desperdicio de MP e insumos	5	4	4	5	18
J	Escasa información técnica de equipos	4	5	4	5	18

K	Baja capacitación e incentivos	3	3	4	3	13
L	Escaso control de existencia en almacén	4	3	3	1	11
M	Inexistencia de una cultura de organización	2	2	4	2	10

Fuente: elaboración propia.

En la tabla 7 se especifican el número de veces que el equipo de trabajo logró evidenciar la existencia y/persistencia de cada uno de los factores del problema durante la evolución inicial en los meses de julio a octubre del 2021.

Tabla 8. Tabla de frecuencias de los factores (causas).

Causas	Frecuencia	%	% Acumulado
A. Frecuentes tiempo de para de la maquinaria	55	15%	15%
B. Ausencia de un sistema de mejora continua	40	11%	27%
C. Métodos de trabajo ineficientes	40	11%	38%
D. Desorden de las zonas de trabajo	38	11%	49%
E. Supervisión poco eficiente	35	10%	58%
F. Maquinaria desactualizada	30	8%	67%
G. Espacios sucios y contaminados	25	7%	74%
H. Poca capacitación del personal	23	6%	80%
I. Desperdicio de MP e insumos	18	5%	85%
J. Escasa información técnica de equipos	18	5%	90%
K. Baja capacitación e incentivos	13	4%	94%
L. Escaso control de existencia en almacén	11	3%	97%
M. Inexistencia de una cultura de organización	10	3%	100%
TOTAL	356	100%	

Fuente: elaboración propia.

Se pudo determinar que las principales causas que más impactan en la productividad son los frecuentes tiempos de para de la maquinaria, desorden de las zonas de trabajo, supervisión poco eficiente, espacios sucios y contaminados, poca capacitación del personal y la ausencia de un sistema de mejora continua.

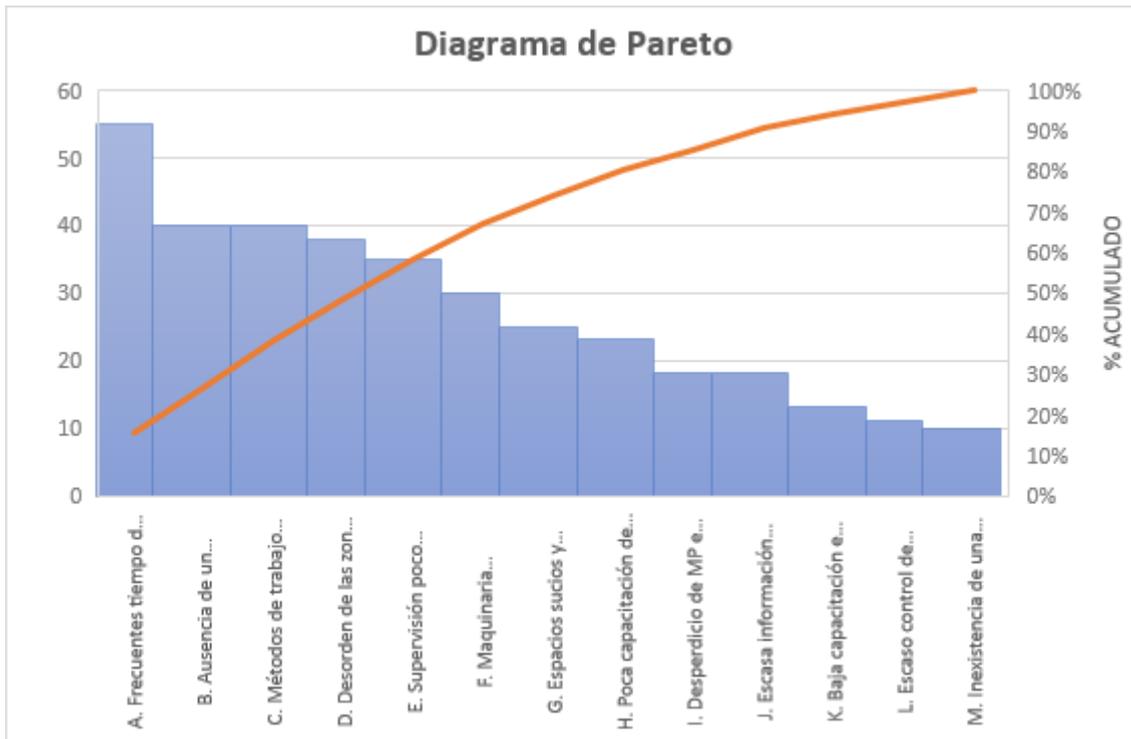


Figura 8. Diagrama de Pareto.

Tabla 9. Herramientas Lean como solución a los factores de la problemática.

Factores relevantes de la problemática	Herramienta Lean
Frecuentes tiempos de para de la maquinaria	TPM
Ausencia de un sistema de mejora continua	Kaisen
Desorden de las zonas de trabajo	5S
Supervisión poco eficiente	Kaisen
Espacios sucios y contaminados	5S
Escasa información técnica de equipos	TPM
Poca capacitación del personal	Kaisen
Inexistencia de una cultura de organización	Kaisen

Fuente: elaboración propia.

Se puede apreciar que las herramientas Lean especificadas en la tabla 8, según su enfoque y marco teórico, poseen la capacidad y factibilidad de solucionar o enmendar los factores de la problemática que impactan en la productividad.

## OE2: Selección y aplicación de las herramientas Lean

### Metodología Kaisen

Mediante el instrumento Guía de observación, el equipo de trabajo registró la información de las actividades realizadas en el proceso productivo de la empresa y se determinó el nivel actual del cumplimiento de las mismas.

Tabla 10. Actividades llevadas a cabo.

PROCESO:	Pilado de arroz			
ACTIVIDAD SEMANAL PRE TEST	DETALLE			
	Resultado obtenido	Resultado esperado	¿Se cumplió?	% de cumplimiento
Secado de arroz (unidades)	2100	2100	SI	100.00%
Ensayado de unidades (MP)	1600	2100	NO	76.19%
Gestionar las existencias en almacén (unidades)	6000	6500	NO	92.31%
Ensayado de unidades (PT)	4200	4200	SI	100.00%
Entrega de unidades de PT al cliente	3400	4200	NO	80.95%
Gestionar flujo de entradas de PT a almacén	3500	4200	NO	83.33%
Gestionar flujo de salida de PT de almacén	3500	3500	SI	100.00%

Fuente: elaboración propia.

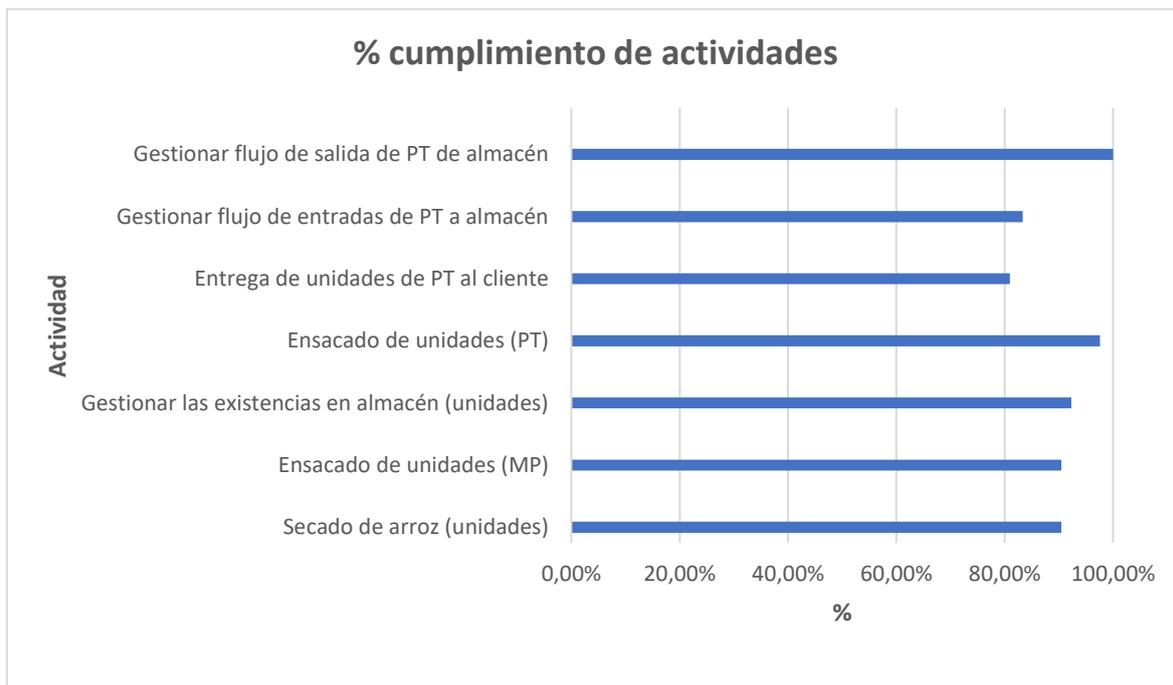


Figura 9. % cumplimiento de las actividades – pre test.

La aplicación de la metodología Kaisen se basó en la mejora continua de las actividades llevadas a cabo en el proceso productivo, para mejorar en primera instancia el nivel de cumplimiento, y para ello se realizó lo siguiente:

Tabla 11. Planeación de las tareas (Planificar).

ACTIVIDAD SEMANAL PLANIFICADA	OBJETIVO
1. Lograr el 100% de las unidades de MP secadas	2100 unidades
2. Lograr el 100% de las unidades ensacadas de MP	2100 unidades
3. Lograr alcanzar el 100% del registro de las existencias en almacén	6500 unidades
4. Lograr el 100% de las unidades ensacadas de PT	4200 unidades
5. Lograr el 100% de la entrega del pedido del cliente	4200 unidades
6. Lograr un 100% del registro de entrada de PT al almacén	4200 unidades

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12. Ejecución de las actividades (Hacer).

DETALLE
1.Se implementa un plan de mantenimiento para la maquinaria de la empresa.
2.Se implementa la metodología de las 5S.
3.Se capacita y entrena al personal en temas de eficiencia y eficacia

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Verificación del logro de resultados (Verificar).

PROCESO:	Pilado de arroz			
ACTIVIDAD SEMANAL POST TEST	DETALLE			
	Resultado obtenido	Resultado esperado	¿Se cumplió?	% de cumplimiento
Secado de arroz (unidades)	2100	2100	SI	100.00%
Ensacado de unidades (MP)	2050	2100	NO	97.62%
Gestionar las existencias en almacén (unidades)	6500	6500	SI	100.00%
Ensacado de unidades (PT)	4200	4200	SI	100.00%
Entrega de unidades de PT al cliente	4200	4200	SI	100.00%
Gestionar flujo de entradas de PT a almacén	4100	4200	NO	97.62%
Gestionar flujo de salida de PT de almacén	4100	4100	SI	100.00%

Fuente: elaboración propia.

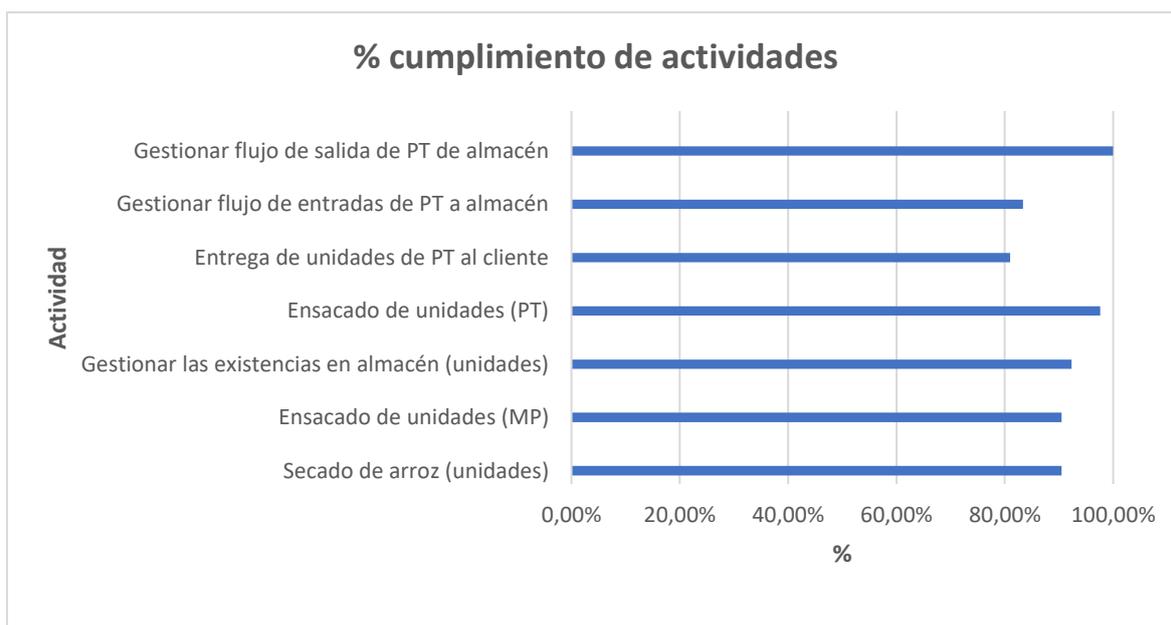


Figura 10. % cumplimiento de las actividades – post test.

Tabla 14. Medidas de mejora y control (Actuar).

MEDIDAS DE MEJORA Y CONTROL
1.Mejorar y estandarizar el método de trabajo
2.Determinar los tiempos estándares del proceso
3.Gestionar me manera eficiente las existencias de almacén
4.Programa de incentivos al personal en el cumplimiento de objetivos
5.Impartir nuevas capacitaciones al personal en temas de eficacia y eficiencia
6.Mejorar el entrenamiento del personal

Fuente: elaboración propia.

### Mantenimiento Productivo Total (TPM)

Los investigadores, por medio de la ficha de registro de los tiempos de operación de la maquinaria de la empresa molinera, determinaron el coeficiente actual de las máquinas y equipos de la empresa (OEE).

Tabla 15. Disponibilidad de maquinaria (D).

DISPONIBILIDAD (D)			
PERIODO 2021	tiempo operativo (h)	tiempo planificado (h)	D
Semana 1 - Jul	336	378	0.889
Semana 2 - Jul	336	378	0.889
Semana 3 - Jul	336	378	0.889
Semana 4 - Jul	336	378	0.889
Semana 5 - Ago	350	378	0.926
Semana 6 - Ago	350	378	0.926
Semana 7 - Ago	350	378	0.926
Semana 8 - Ago	350	378	0.926
Semana 9 - Sep	340	378	0.899
Semana 10 - Sep	340	378	0.899
Semana 11 - Sep	340	378	0.899
Semana 12 - Sep	340	378	0.899
Semana 13 - Oct	336	378	0.889
Semana 14 - Oct	336	378	0.889
Semana 15 - Oct	336	378	0.889
Semana 16 - Oct	336	378	0.889
			0.901

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16. Rendimiento de la maquinaria (R).

RENDIMIENTO (R)			
PERIODO 2021	producción real (unidades)	producción programada (unidades)	R
Semana 1 - Jul	1960	2100	0.933
Semana 2 - Jul	1960	2170	0.903
Semana 3 - Jul	1960	2170	0.903
Semana 4 - Jul	1960	2100	0.933
Semana 5 - Ago	2139	2170	0.986
Semana 6 - Ago	2139	2170	0.986
Semana 7 - Ago	2139	2170	0.986
Semana 8 - Ago	2139	2170	0.986
Semana 9 - Sep	1995	2100	0.950
Semana 10 - Sep	1995	2100	0.950
Semana 11 - Sep	1995	2100	0.950
Semana 12 - Sep	1995	2100	0.950

Semana 13 - Oct	1960	2100	0.933
Semana 14 - Oct	1960	2100	0.933
Semana 15 - Oct	1960	2100	0.933
Semana 16 - Oct	1960	2100	0.933
			0.947

Fuente: elaboración propia.

Tabla 17. Calidad de unidades producidas (C).

CALIDAD (C)			
PERIODO 2021	unidades conformes	total unidades producidas	C
Semana 1 - Jul	1730	1960	0.883
Semana 2 - Jul	1730	1960	0.883
Semana 3 - Jul	1730	1960	0.883
Semana 4 - Jul	1730	1960	0.883
Semana 5 - Ago	1909	2139	0.892
Semana 6 - Ago	1909	2139	0.892
Semana 7 - Ago	1909	2139	0.892
Semana 8 - Ago	1909	2139	0.892
Semana 9 - Sep	1765	1995	0.885
Semana 10 - Sep	1765	1995	0.885
Semana 11 - Sep	1765	1995	0.885
Semana 12 - Sep	1765	1995	0.885
Semana 13 - Oct	1730	1960	0.883
Semana 14 - Oct	1730	1960	0.883
Semana 15 - Oct	1730	1960	0.883
Semana 16 - Oct	1730	1960	0.883
			0.885

Fuente: elaboración propia.

Tabla 18. Eficiencia global (OEE).

EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE)				
PERIODO 2021	D	R	C	OEE
Semana 1 - Jul	0.889	0.933	0.883	0.73
Semana 2 - Jul	0.889	0.903	0.883	0.71
Semana 3 - Jul	0.889	0.903	0.883	0.71
Semana 4 - Jul	0.889	0.933	0.883	0.73
Semana 5 - Ago	0.926	0.986	0.892	0.81
Semana 6 - Ago	0.926	0.986	0.892	0.81
Semana 7 - Ago	0.926	0.986	0.892	0.81
Semana 8 - Ago	0.926	0.986	0.892	0.81
Semana 9 - Sep	0.899	0.950	0.885	0.76
Semana 10 - Sep	0.899	0.950	0.885	0.76
Semana 11 - Sep	0.899	0.950	0.885	0.76
Semana 12 - Sep	0.899	0.950	0.885	0.76
Semana 13 - Oct	0.889	0.933	0.883	0.73
Semana 14 - Oct	0.889	0.933	0.883	0.73
Semana 15 - Oct	0.889	0.933	0.883	0.73
Semana 16 - Oct	0.889	0.933	0.883	0.73
				0.76

Fuente: elaboración propia.

La eficiencia de la maquinaria de la empresa corresponde al 76% en promedio. Esto significa que las diferencias previamente determinadas están impactando negativamente, por lo que mediante el plan de mantenimiento propuesto se busca mejorar este resultado.

Tabla 19. Inventario de equipos y máquinas de la empresa.

AREA DE TRABAJO	EQUIPO	CODIGO	CANTIDAD
5	Elevador	A5 - ELEV - 1	1
5	Maquina pre limpia	A5 - MPL - 2	1
5	Faja transportadora	A5 - FTP - 3	1
5	Elevador	A5 - ELEV - 4	1
5	Elevador	A5 - ELEV - 5	1
5	Maquina Descascaradora	A5 - MDS - 6/ A5 - MDS - 7	2
5	Elevador	A5 - ELEV - 8	1
5	Circuito cerrado	A5 - CRC - 9/ A5 - CRC - 10	2
5	Elevador	A5 - ELEV - 11	1

5	Meza Paddy	A5 - MZP - 12/A5 - MZP - 13	2
5	Elevador	A5 - ELEV - 14	1
5	Maquina Pulidora	A5 - MAP - 15	1
5	Elevador	A5 - ELEV - 16	1
5	Maquina Clasificadora	A5 - MCS - 17	1
5	Elevador	A5 - ELEV - 18	1
5	Maquina Abrillantadora	A5 - MAT - 19 / A5 - MAT - 20	2
5	Elevador	A5 - ELEV - 21	1
5	Zaranda	A5 - ZRD - 22	1
5	Elevador	A5 - ELEV - 23	1
5	Maquina Clasificadora	A5 - MCF - 24	1
5	Elevador	A5 - ELEV - 25	1
5	Maquina selectora	A5 - MST - 26	1
5	Tolva de Llenado	A5 - TDLL - 27	1
9	Compresora	A9 - CMP - 28	1
9	Bomba de agua	A9 - BDA- 29	1

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Análisis de criticidad de maquinaria.

PERIODO: 4° TRIMESTRE 2021						
CÓDIGO	MÁQUINA/EQUIPO	N° DE FALLOS	TIEMPO DE REPARACIÓN (h)	TIEMPO TOTAL (h)	COSTO HORA (S/)	COSTO TOTAL
A5 - MPL - 2	Máquina pre limpia	5	1.3	6.5	S/40.00	S/260.00
A5 - MDS - 6	Descascaradora	3	1	3	S/40.00	S/120.00
A5 - MZP - 12	Mesas PADDY	2	0.5	1	S/40.00	S/40.00
A5 - MAP - 15	Pulidora	2	1.0	2	S/40.00	S/80.00
A5 - MCS - 17	Clasificadora	2	0.5	1	S/40.00	S/40.00
A5 - MAT - 19	Abrillantadora	2	1.0	2	S/40.00	S/80.00
A5 - MST - 26	Selectora	4	2	8	S/50.00	S/400.00
A9 - MCP - 28	Compresora	2	1.0	2	S/40.00	S/80.00
A5 - ZRD - 22	Zaranda	1	1	1	S/40.00	S/40.00
A9 - MCP - 28	Calibradora	1	1	1	S/40.00	S/40.00
		TOTAL	24		TOTAL	S/1,180.00

CÓDIGO	COSTO TOTAL	COSTO ACUMULADO	% ACUMULADO	N° DE FALLOS	FALLOS ACUMULADOS	% ACUMULADO
A5 - MST - 26	S/400.00	S/400.00	33.9%	4	4	16.7%
A5 - MPL - 2	S/260.00	S/660.00	55.9%	5	9	37.5%
A5 - MDS - 6	S/120.00	S/780.00	66.1%	3	12	50.0%
A5 - MAP - 15	S/80.00	S/860.00	72.9%	2	14	58.3%
A5 - MAT - 19	S/80.00	S/940.00	79.7%	2	16	66.7%
A9 - MCP - 28	S/80.00	S/1,020.00	86.4%	2	18	75.0%
A5 - MCS - 17	S/40.00	S/1,060.00	89.8%	2	20	83.3%
A5 - ZRD - 22	S/40.00	S/1,100.00	93.2%	2	22	91.7%
A9 - MCP - 28	S/40.00	S/1,140.00	96.6%	1	23	95.8%
A5 - MZP - 12	S/40.00	S/1,180.00	100%	1	24	100%
TOTAL	S/1,180.00		TOTAL	24		

Fuente: elaboración propia.

El análisis de criticidad indica que la máquina Selectora (A5 - MST – 26) y la máquina Pre limpia (A5 - MPL – 2) son los activos críticos de la empresa, por lo que el plan de mantenimiento se enfocó en ambas máquinas. Estos 2 activos representan más del 55% de los costos de mantenimiento.

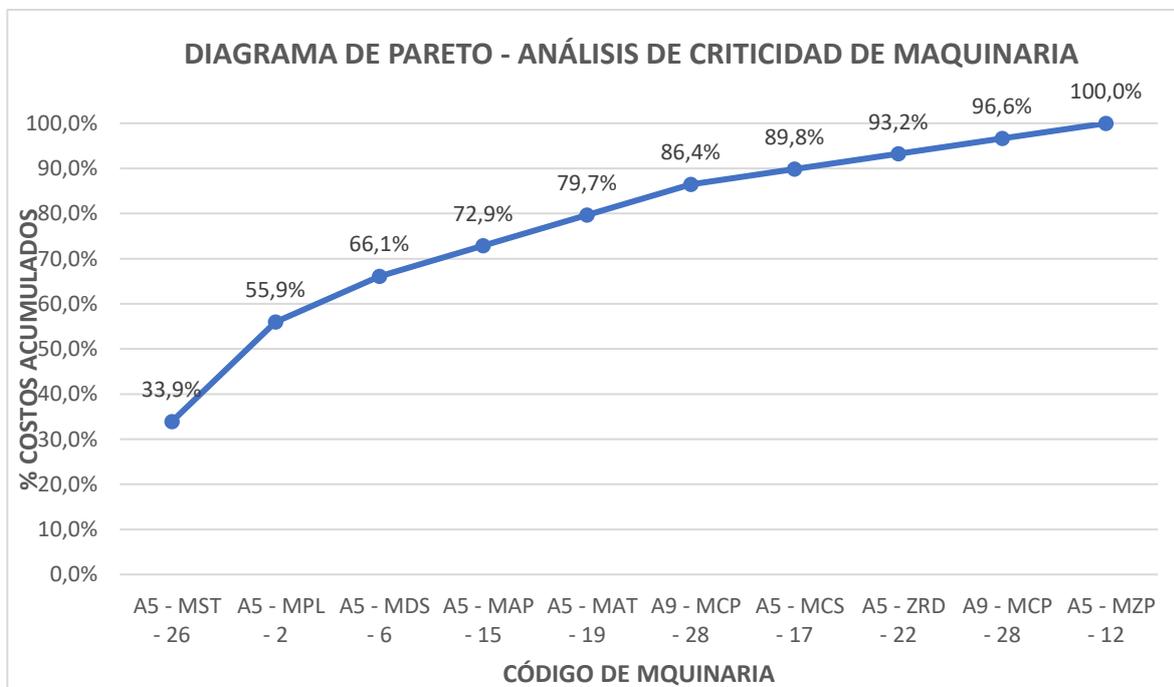


Figura 11. Análisis de criticidad de maquinaria.

Tabla 21. Codificación de las máquinas críticas.

MÁQUINA:	Selectora		
AREA DE TRABAJO	A5		
CÓDIGO	MST26		
POSICIÓN	1		
CODIGO GENERADO	A5	MST26	1
LECTURA	A5MST26-1		
MÁQUINA:	Pre limpia		
AREA DE TRABAJO	A5		
CÓDIGO	MPL2		
POSICIÓN	2		
CODIGO GENERADO	A5	MPL2	2
LECTURA	A5MPL2-2		

Fuente: elaboración propia.

PLAN DE MANTENIMIENTO			
FICHA TECNICA			
1. DATOS GENERALES			
EQUIPO : Maquina Selectora		CÓDIGO: A5 - MST - 26	
MARCA : Sortex	MODELO: S UltraVisión Tm	PESO: 1225,27 kg	
TIEMPOS DE OPERACIÓN: (X)			
JORNADA LABORAL ( 8hrs ):	INTERMITENTE: X		
HOJA DE VIDA N°: 2	CATALOGO: Si		FECHA DE INSTALACIÓN: Mayo 2012
2. DATOS DEL FABRICANTE Y / O REPRESENTANTE			
NOMBRE: Sortex S.A		TELEFONO: +34 91 692 91 00	DIRECCIÓN: C/ Río 8 Polígono Industrial Las Arenas
CIUDAD : Madrid, Spain		CORREO : Sortexsales@buhlergroup.com	OTROS DATOS :
3. SERVICIOS DE OPERACIÓN			
VOLTAJE: 220 - 240 V		AMPERAJE: 30- Am	POTENCIA: 7.4 kw - 8.8 KW
NEUMATICA:	HIDRAULICA:		OTROS:
PRESION DE TRABAJO: N/A	TIPO DE BOMBA: N/A	TIPO DE FLUIDO:	Compresor de aire de 10 hp
MOTOR ELECTRICO			
MARCA: Sullair	MODELO: N/A	TIPO: Z125M - 4	SERIE : N/A
HP: 10 hp	RPM: 1500 rp/min	TIPO DE FLUIDO: aire	AMP : 34 Am
OBSERVACIONES:			



Figura 12. Ficha técnica de máquina 1.

PLAN DE MANTENIMIENTO			
FICHA TECNICA			
1. DATOS GENERALES			
EQUIPO: Maquina pre limpia		CÓDIGO: A5 - MAQ - 2	
MARCA : MPLSX-60-ESP	MODELO: Mnml	PESO: 2340 kg	
TIEMPOS DE OPERACIÓN: (X)			
JORNADA LABORAL ( 8hrs ):	INTERMITENTE: X		
HOJA DE VIDA N°: 1	CATALOGO: Si		FECHA DE INSTALACIÓN: 10 de Mayo 2010
2. DATOS DEL FABRICANTE Y / O REPRESENTANTE			
NOMBRE: SILOMAX INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA		TELÉFONO: (43) 2101-0100	DIRECCIÓN: AV. Itamaraty Nº 710 - Rolândia - PR - BRASIL - CEP 86600-460 - Cx. Postal 149
CIUDAD : Brasil		CORREO : comercial@silomax.com.br	OTROS DATOS :
3. SERVICIOS DE OPERACIÓN			
VOLTAJE: 220 - 380 V	AMPERAJE: 17 - 3.4 Amp		POTENCIA: 3.7 kw - 2.22 kw y 0.74 kw
NEUMÁTICA:	HIDRAULICA:		OTROS:
PRESION DE TRABAJO: N/A	TIPO DE BOMBA: N/A	TIPO DE FLUIDO:	3 Motores de 5, 3 y 1cv
MOTORELECTRICO			
MARCA: Siemens	MODELO: N/A	TIPO: Y123M - 4	SERIE : N/A
HP : 5 - 3 Y 1 CV o HP	RPM : 3000 - 1800 Y 600	VOLTS: 220 V - 380 V	AMP : 17 - 10 y 3.4
OBSERVACIONES:			



Figura 13. Ficha técnica de máquina 2.

PLAN DE MANTENIMIENTO				
HOJA DE VIDA		Pag. 1		
HOJA DE VIDA N°	FICHA TECNICA	NOMBRE DE EQUIPO	CODIGO DE EQUIPO	
2	2	Selectora	A5 - MST - 26	
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
5	Sortex	S UltraVisión Tm	10 de mayo 2012	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCIÓN	REPARÓ	COSTO
05/24/2014	E08	Descalibrado de sensor por color	Operario	S/ 40.00
04/29/2016	M09	Fractura de manguera de aire a presión	Operario	S/ 20.00
07/05/218	E10	Descaibrado de pantalla touch	Operario	S/ 40.00
07/15/2020	E11	Mal enfoque de camara detectora de defectos	Operario	S/ 40.00
12/24/2021	E08	Descalibrado de sensor por color	Operario	S/ 140.00

Figura 14. Hoja de vida de máquina 1.

PLAN DE MANTENIMIENTO				
HOJA DE VIDA		Pag. 2		
HOJA DE VIDA N°	FICHA TECNICA	NOMBRE DE EQUIPO	CODIGO DE EQUIPO	
1	1	Pre limpia	A5 - MPL - 2	
UBICACIÓN	MARCA	MODELO	FECHA DE PUESTA EN MARCHA	
2	SILOMAX INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA	mnl	10 de mayo 2010	
HISTORIAL DE REPARACIONES				
FECHA	ORDEN DE TRABAJO N°	DESCRIPCIÓN	REPARÓ	COSTO
05/22/2011	M04	Desgaste de rodamiento	operario	S/ 18.00
02/15/2013	M05	Desgaste de fajas	operario	S/ 20.00
9/10/2015	M01	Robamiento de pernos	operario	S/ 15.00
3/07/2018	E01	Volado de fusible de caja de control	operario	S/ 10.00
6/08/2020	M01	Aflojado de tuercas ya arandelas	operario	S/ 50.00
9/11/2021	M03	Robamiento de pernos	operario	S/ 100.00

Figura 15. Hoja de vida de máquina 2.

Tabla 22. Actividades de mantenimiento.

ACTIVIDADES DE LUBRICACIÓN	
ACTIVIDAD	CÓDIGO
Cambio de aceite	L01
Revisión de niveles y fugas de aceite	L02
Revisión y lubricación de rodamientos	L03
Engrase y lubricación	L04

ACTIVIDADES ELECTRICAS	
ACTIVIDAD	CODIGO
Revisión, ajuste y/o cambio de conexiones eléctricas	E01
Revisión de voltaje y amperaje	E02
Revisión tarjeta electrónica	E03
Revisión de motores	E04
Revisión de motor eléctrico	E05
Revisión del estado de los cables y general	E06
calibrado de maquinaria	E07
Calibrado de sensor	E08
Revisión y cambio de sensor	E09

ACTIVIDADES MECANICAS	
ACTIVIDAD	CODIGO
Revisión de pernos, arandelas y verificación de engranes	M01
Ajustes y alineación de partes móviles	M02
Inspección, ajuste, cambio de bandas, correas y poleas	M03
Cambio de rodamientos	M04
Cambio de fajas	M05
Revisión y ajuste general de máquinas	M06
Revisión tuberías y mangueras del sistema neumático e hidráulico	M07
Revisión y/o cambio filtro de aire y mangueras de presión	M08
Limpieza superficial, áreas de trabajo	M09
Aseo	M10
Lavado general	M11
Limpieza general	M12
Pintura	M13
Engrase de rodamientos y engranajes	M14

Fuente: elaboración propia.

PLAN DE MANTENIMIENTO		
INSTRUCTIVO		Nº 1
FECHA EJECUCIÓN		HORA DE INICIO
HORA DE FINALIZACIÓN		
12/01/2022		10:00 a. m.
11:00 a. m.		
CODIGO DEL EQUIPO	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
A5 - MST - 26	E08	Revisión de sensores
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR	NOMBRE	
JEFE MTTO	Juan Sanchez Paredes	
OPERARIO	x	Jose Leon Paucar
CONTRATISTA		
EQUIPO Y MATRIAL NECESARIO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego de llaves</li> <li>- Jego de desarmadores</li> <li>- Plano de la maquinaria</li> <li>- Sensor a cambiar</li> <li>- Multitester</li> <li>- EPPS</li> <li>- Contendor de residuos</li> <li>- Alicate</li> </ul>		
PROCEDIMIENTO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurarse del uso de EPPS</li> <li>- Precionar el boton de para de la maquinaria</li> <li>- Desconectar el equipo de la red</li> <li>- Destapar protector de la maquina</li> <li>- revisar plano y posición de sensor</li> <li>- Revisar sensor en caso no sirva se cambia</li> <li>- Volver a poner el protector de la selectora</li> <li>- Conectar la maquina a la red de energia</li> <li>- Poner en funcionamiento la maquina asegurandose de que funcione correctamente</li> </ul>		
<b>TIEMPO ESTIMADO:</b> 1hora		
<b>OBSERVACIONES:</b>		

Figura 16. Instructivo de máquina 1.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		
INSTRUCTIVO		N° 2
		PAG: 2 de 2
FECHA EJECUCIÓN	HORA DE INICIO	HORA DE FINALIZACIÓN
14/01/2022	10:00 a. m.	11:00 a. m.
CODIGO DEL EQUIPO	CODIGO ACTIVIDAD	ACTIVIDAD
A5 - MPL - 2	M05	Engrase y lubricación
PERSONAL ENCARGADO DE LA ACTIVIDAD DE MANTENIMIENTO		
OPERADOR	NOMBRE	
JEFE MTTO	Juan Sanchez Paredes	
OPERARIO	x	Jose Leon Paucar
CONTRATISTA		
EQUIPO Y MTRIAL NECESARIO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Juego de llaves</li> <li>- Jego de desarmadores</li> <li>- Grasa</li> <li>- Faja a cambiar</li> <li>- Ganchos</li> <li>- Alicate</li> </ul>		
PROCEDIMIENTO		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asegurarse del uso de EPPS</li> <li>- Precionar el boton de para de la maquinaria</li> <li>- Desconectar el equipo de la red</li> <li>- Destapar protector del equipo</li> <li>- Reritar piezas a lubricar</li> <li>- Limpiar</li> <li>- Lubricar</li> <li>- Conectar la maquina a la red de energia</li> <li>- Poner en funcionamiento la maquina asegurandose de que funcione correctamente</li> </ul>		
TIEMPO ESTIMADO: 1hora		
OBSERVACIONES:		

Figura 17. Instructivo de máquina 2.

Tabla 23. Disponibilidad de maquinaria (D).

DISPONIBILIDAD (D)			
PERIODO 2022	tiempo operativo	tiempo planificado	D
Sem 1 - Feb	354	357	0.990
Sem 2 - Feb	354	357	0.990
Sem 3 - Feb	354	357	0.990
Sem 4 - Feb	354	357	0.990
Sem 5 - Mar	373	378	0.985
Sem 6 - Mar	373	378	0.985
Sem 7 - Mar	373	378	0.985
Sem 8 - Mar	373	378	0.985
Sem 9 - Abr	360	378	0.952
Sem 10 - Abr	360	378	0.952
Sem 11 - Abr	360	378	0.952
Sem 12 - Abr	360	378	0.952
Sem 13 - May	366	378	0.968
Sem 14 - May	366	378	0.968
Sem 15 - May	366	378	0.968
Sem 16 - May	366	378	0.968
			0.974

Fuente: elaboración propia.

Tabla 24. Rendimiento de la maquinaria (R).

RENDIMIENTO (R)			
PERIODO 2022	producción real	producción programada	R
Sem 1 - Feb	2460	2520	0.976
Sem 2 - Feb	2460	2520	0.976
Sem 3 - Feb	2460	2520	0.976
Sem 4 - Feb	2460	2520	0.976
Sem 5 - Mar	2639	2660	0.992
Sem 6 - Mar	2639	2660	0.992
Sem 7 - Mar	2639	2660	0.992
Sem 8 - Mar	2639	2660	0.992
Sem 9 - Abr	2495	2520	0.990
Sem 10 - Abr	2495	2520	0.990
Sem 11 - Abr	2495	2520	0.990
Sem 12 - Abr	2495	2520	0.990

Sem 13 - May	2460	2520	0.976
Sem 14 - May	2460	2520	0.976
Sem 15 - May	2460	2520	0.976
Sem 16 - May	2460	2520	0.976
			0.979

Fuente: elaboración propia.

Tabla 25 Calidad de unidades producidas (D).

CALIDAD (C)			
PERIODO 2022	unidades conformes	total unidades producidas	C
Sem 1 - Feb	2410	2460	0.980
Sem 2 - Feb	2410	2460	0.980
Sem 3 - Feb	2410	2460	0.980
Sem 4 - Feb	2410	2460	0.980
Sem 5 - Mar	2589	2639	0.981
Sem 6 - Mar	2589	2639	0.981
Sem 7 - Mar	2589	2639	0.981
Sem 8 - Mar	2589	2639	0.981
Sem 9 - Abr	2445	2495	0.980
Sem 10 - Abr	2445	2495	0.980
Sem 11 - Abr	2445	2495	0.980
Sem 12 - Abr	2445	2495	0.980
Sem 13 - May	2410	2460	0.980
Sem 14 - May	2410	2460	0.980
Sem 15 - May	2410	2460	0.980
Sem 16 - May	2410	2460	0.980
			0.980

Fuente: elaboración propia.

Tabla 26. Eficiencia global (OEE).

EFICIENCIA GLOBAL DE LOS EQUIPOS (OEE)				
PERIODO 2022	D	R	C	OEE
Sem 1 - Feb	0.990	0.976	0.980	0.95
Sem 2 - Feb	0.990	0.976	0.980	0.95
Sem 3 - Feb	0.990	0.976	0.980	0.95
Sem 4 - Feb	0.990	0.976	0.980	0.95
Sem 5 - Mar	0.985	0.992	0.981	0.96
Sem 6 - Mar	0.985	0.992	0.981	0.96
Sem 7 - Mar	0.985	0.992	0.981	0.96
Sem 8 - Mar	0.985	0.992	0.981	0.96
Sem 9 - Abr	0.952	0.990	0.980	0.92
Sem 10 - Abr	0.952	0.990	0.980	0.92
Sem 11 - Abr	0.952	0.990	0.980	0.92
Sem 12 - Abr	0.952	0.990	0.980	0.92
Sem 13 - May	0.968	0.976	0.980	0.93
Sem 14 - May	0.968	0.976	0.980	0.93
Sem 15 - May	0.968	0.976	0.980	0.93
Sem 16 - May	0.968	0.976	0.980	0.93
				0.95

Fuente: elaboración propia.

La eficiencia de la maquinaria de la empresa es de 95%.

### **Metodología de las 5S**

El equipo de trabajo empleó la ficha de observación de las 5S para determinar, mediante una lista de chequeo, el nivel actual de cumplimiento de estas.

Tabla 27. Lista de chequeo inicial de las 5S.

5S		CLASIFICACIÓN					
		0:nulo	1:escaso	2:poco	3:regular	4:mucho	
CLASIFICAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existen materiales necesarios en el lugar de trabajo				X		3
2	El trabajo no es afectado por la presencia de objetos innecesarios				X		3
3	Existen equipos que son utilizados sólo en el área				X		3
4	Hay facilidad para encontrar materiales y equipos				X		3
Total							12
ORDENAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe una señalización adecuada				X		3
2	Los espacios están claramente identificados				X		3
3	Existe un correcto registro del inventario			X			2
4	Están definidos los espacios de trabajo			X			2
Total							10
LIMPIEZA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe supervisión de la limpieza de los espacios de trabajo			X			2
2	Existen espacios libres de suciedad y contaminación			X			2
3	Se inspeccionan periódicamente los espacios de trabajo			X			2
4	El trabajador promueve la limpieza de su zona de trabajo				X		3
Total							9
ESTANDARIZAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se ha implementado ideas de mejora				X		3
2	Se emplean procedimientos, guías u otra documentación				X		3
3	Existe planes de mejora a corto o largo plazo				X		3
4	Se aplican evaluaciones constantemente			X			2
Total							11
DISCIPLINA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Los trabajadores conocen la metodología de las 5S		X				1
2	Los trabajadores asisten puntualmente a la empresa				X		3
3	Los trabajadores se sienten motivados por el empleador			X			2
4	Se hace uso eficiente de los recursos disponibles			X			2
Total							8

Fuente: elaboración propia.

Tabla 28. Nivel de cumplimiento de las 5S.

PERIODO	5S	CALIFICACIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	% CUMPLIMIENTO
ANTES	CLASIFICAR	12	16	75.00%
	ORDENAR	10	16	62.50%
	LIMPIEZA	9	16	56.25%
	ESTANDARIZACIÓN	11	16	68.75%
	DISCIPLINA	8	16	50.00%
				62.50%

Fuente: elaboración propia.

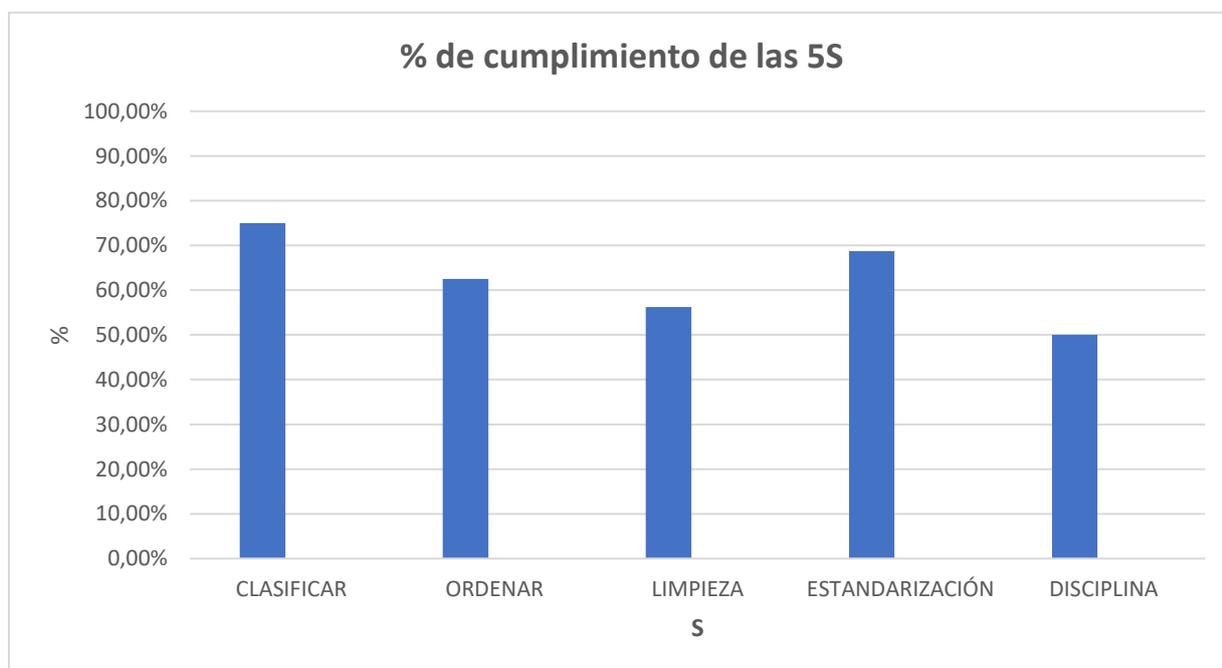


Figura 18. % de cumplimiento de las 5S.

Una vez determinado el estado actual del cumplimiento de las 5S, se inicia la aplicación de la metodología, donde se realizó lo siguiente:

**1° S - Clasificar:** lo que se pretende es promover que los materiales, equipos y herramientas estén bajo un criterio de priorización según su uso para su fácil acceso y manipulación a lo largo del desarrollo de las actividades.

Tabla 29. Implementación de la primera S (Clasificar).

ACTIVIDADES EJECUTADAS
1. Elaboración de un listado de los artículos, equipos, herramientas y materiales necesarios para las actividades operativas.
2. Clasificar todos los elementos imprescindibles para llevar a cabo las tareas.
3. Tener al alcance y a la mano todos los materiales previstos para su uso.
4. Clasificar los elementos según su uso, naturaleza o propósito.
5. Prescindir o desechar todo aquello no sea de utilidad para las labores.

Fuente: elaboración propia.

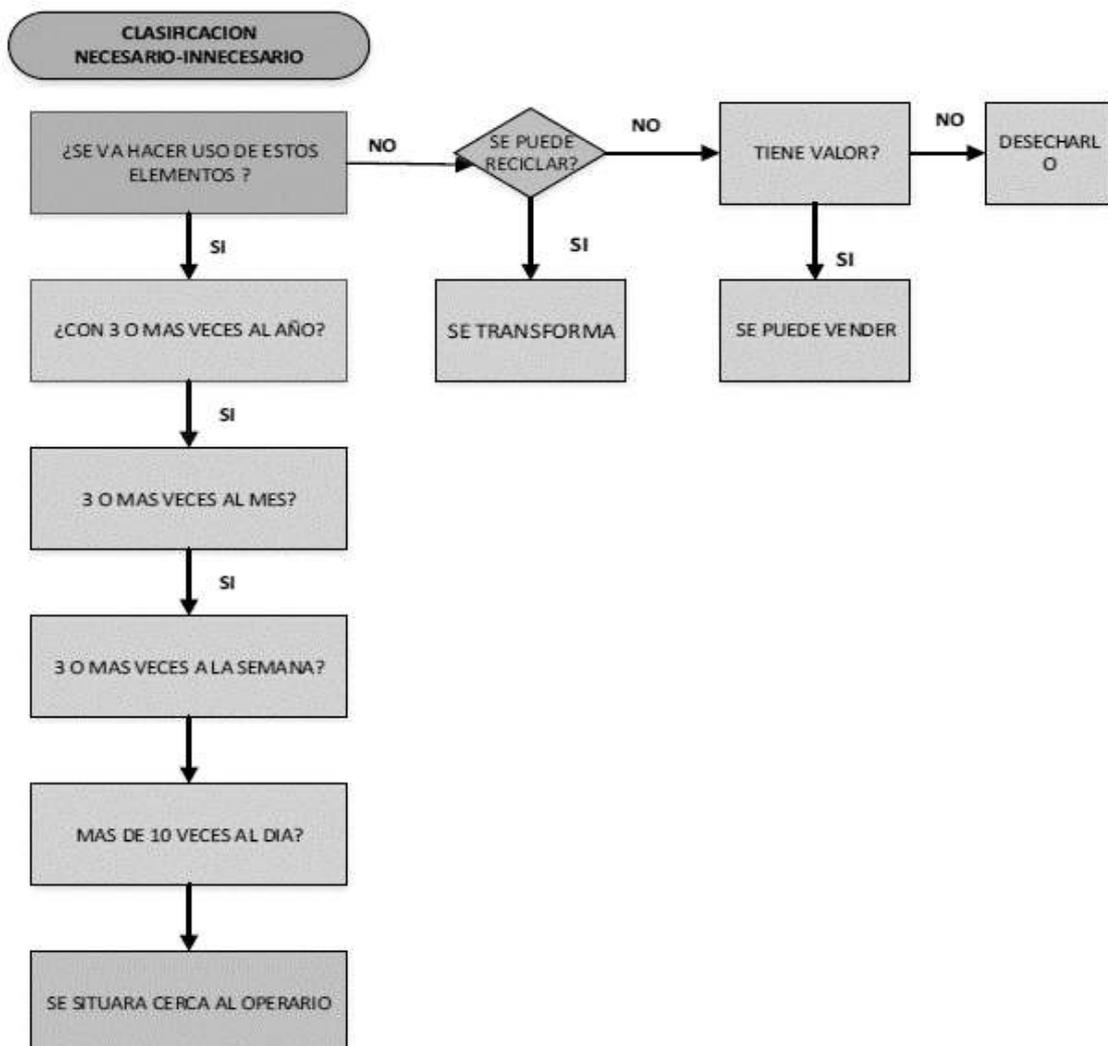


Figura 19. Clasificación de los elementos, materiales y/o equipos.

También se hizo uso de las denominadas “tarjetas rojas”, la cuales sirven como guía o referencia visual para que el trabajador identifique rápidamente los materiales, herramientas o artículos que deberá de usar para una tarea en específica.

Tabla 30. Contenido de la tarjeta roja.

<b>TARJETA ROJA</b>	
Nombre del artículo:	
Tipo de artículo	Materia prima
	Herramienta
	Máquina
	Equipo
	Utensilio
	Producto terminado
Ubicación:	
Cantidad:	
Motivo/razón	Inservible
	No es necesario
	Se desconoce su uso
	Material contaminante
	Revisar artículo
	Desechar/eliminar
	Transferir a otra área
Responsable:	Jefe de producción

Fuente: elaboración propia.

**2° S - Ordenar:** lo que se pretende es promover el orden de las áreas de trabajo, para de este modo los materiales, equipos y herramientas estén bajo un criterio de orden para su fácil acceso y manipulación.

Tabla 31. Implementación de la segunda S (Ordenar).

ACTIVIDADES EJECUTADAS	
1.	Se determinan las zonas o áreas de trabajo donde se ubicarán los materiales para el proceso.
2.	Se establece y delimita los espacios o áreas de trabajo para el paso continuo tanto de trabajadores como de los elementos.
3.	Alcance a los colaboradores de los cambios realizados sobre la delimitación de los espacios de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

COLOR		AREA
AMARILLO		Celdas de trabajo, pasillos y carriles de tránsito
BLANCO		Material y aparatos (estaciones de trabajo, carros, estantes, anuncio de piso, etc.) que no estén en otro código de color
AZUL, VERDE Y/O NEGRO	  	Materiales y componentes, incluyendo materia prima, trabajos en proceso y productos terminados
ANARANJADO		Materiales o productos detenidos para inspección
ROJO		Defectos, desechos, reproceso y áreas de los elementos con tarjeta roja
ROJO Y BLANCO		Áreas que se deben mantener libres por motivos de seguridad/normativa (áreas enfrente de paneles eléctricos, equipo contra incendios y equipo de seguridad como estaciones de lavado de ojos, regaderas de emergencia y estaciones de primeros auxilios).
NEGRO Y BLANCO		Áreas que se deben mantener libres por propósitos de operaciones (no relacionados con la seguridad y normativa)

Figura 20. Determinación de las áreas de trabajo.

**3° S - Limpieza:** se busca garantizar espacios y zonas de trabajo limpias, desinfectadas y libre de agentes o elementos que puedan obstaculizar las actividades.

Tabla 32. Implementación de la tercera S (Limpieza).

ACTIVIDADES EJECUTADAS
1. Se identifican aquellos agentes que representen un factor de contaminación para el área de trabajo.
2. Se incita a la limpieza como una actividad más del trabajo llevado a cabo.
3. La limpieza se realiza antes, durante y al finalizar las actividades de rutina.

Fuente: elaboración propia.

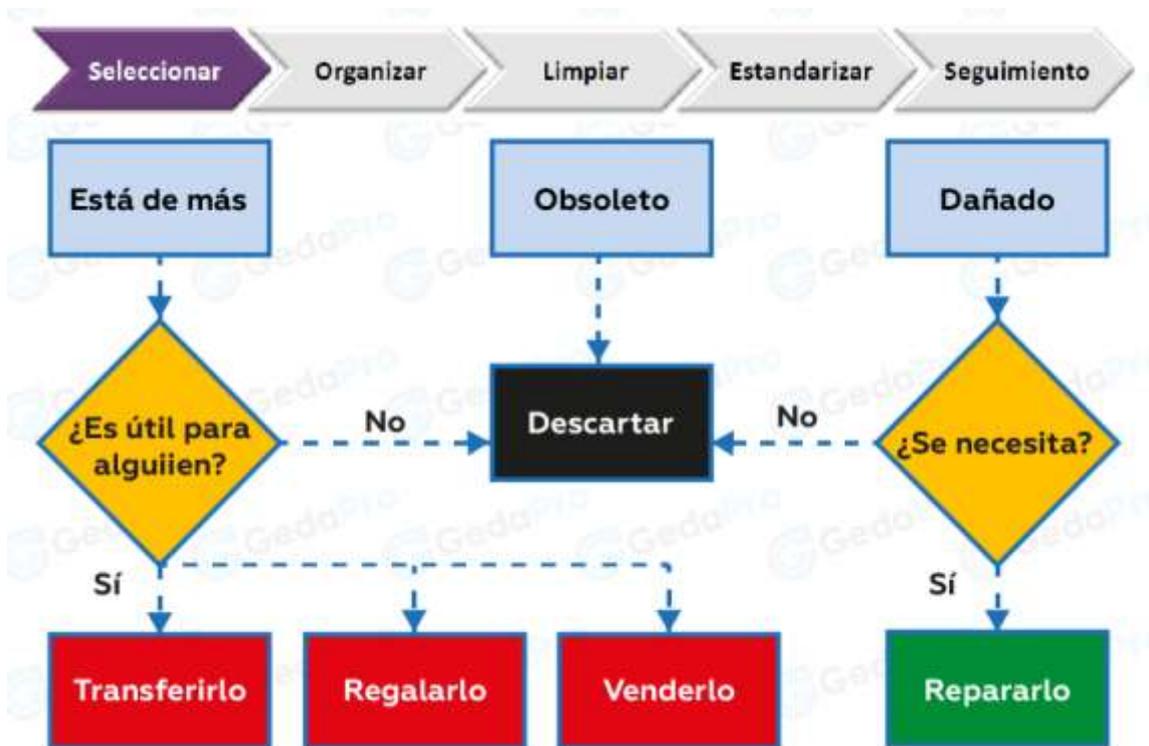


Figura 21. Procedimiento para el orden y limpieza.

**4° S - Estandarización:** se implantan una serie de normas y protocolos de alcance horizontal para su cumplimiento durante las tareas, con la finalidad de mantener el orden, limpieza y clasificación.

Tabla 33. Implementación de la cuarta S (Estandarización).

ESTÁNDARES	
1.	Antes de cada jornada laboral, el personal debe de identificar todos aquellos elementos que no serán necesarios para el desarrollo de sus actividades.
2.	Obedecer las indicaciones de las “tarjetas rojas” para asegurar la disponibilidad y acceso a materiales, equipos y otros.
3.	Cada periodo semanal, se debe de impartir una capacitación al personal sobre la metodología 5S.
4.	Se establece la asignación de tareas de limpieza al final de cada jornada de trabajo.

Fuente: elaboración propia.

**5° S - Disciplina:** el investigador verifica cada una de las etapas anteriormente implantada, velando por su cumplimiento e incitando a los colaboradores a la mejora continua del trabajo desarrollado en la empresa.

Tabla 34. Cronograma de actividades de la implantación de las 5S.

CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES					
N°	ACTIVIDAD	Ene-22			
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
1	Diagnóstico inicial	x			
2	Elaborar el listado de los activos	x			
3	Identificar todos los elementos necesarios	x			
4	Diseño de las tarjetas rojas		x		
5	Ubicar los artículos según el área de trabajo			x	
6	Delimitar las áreas de trabajo			x	
7	Jornada de limpieza de los espacios de trabajo			x	
8	Presentación de las normas y protocolos a seguir				x

9	Evaluación del cumplimiento de normas y protocolos					x
---	--	--	--	--	--	---

Fuente: elaboración propia.

Tabla 35. Lista de chequeo posterior de las 5S.

5S		CLASIFICACIÓN					
		0:nulo	1:escaso	2:poco	3:regular	4:mucho	
CLASIFICAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existen materiales necesarios en el lugar de trabajo					X	4
2	El trabajo no es afectado por la presencia de objetos innecesarios					X	4
3	Existen equipos que son utilizados sólo en el área				X		3
4	Hay facilidad para encontrar materiales y equipos					X	4
Total							15
ORDENAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe una señalización adecuada					X	4
2	Los espacios están claramente identificados					X	4
3	Existe un correcto registro del inventario				X		3
4	Están definidos los espacios de trabajo				X		3
Total							14
LIMPIEZA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe supervisión de la limpieza de los espacios de trabajo				X		3
2	Existen espacios libres de suciedad y contaminación					X	4
3	Se inspeccionan periódicamente los espacios de trabajo					X	4
4	El trabajador promueve la limpieza de su zona de trabajo				X		3
Total							14
ESTANDARIZAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se ha implementado ideas de mejora					X	4
2	Se emplean procedimientos, guías u otra documentación					X	4
3	Existe planes de mejora a corto o largo plazo				X		3
4	Se aplican evaluaciones constantemente				X		3
Total							14
DISCIPLINA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Los trabajadores conocen la metodología de las 5S					X	4
2	Los trabajadores asisten puntualmente a la empresa					X	4
3	Los trabajadores se sienten motivados por el empleador				X		3
4	Se hace uso eficiente de los recursos disponibles				X		3

Total	14
-------	----

Fuente: elaboración propia.

Tabla 36. Nivel de cumplimiento de las 5S.

PERIODO	5S	CALIFICACIÓN	PUNTAJE MÁXIMO	% CUMPLIMIENTO
DESPUÉS	CLASIFICAR	15	16	93.75%
	ORDENAR	14	16	87.50%
	LIMPIEZA	14	16	87.50%
	ESTANDARIZACIÓN	14	16	87.50%
	DISCIPLINA	14	16	87.50%
				88.75%

Fuente: elaboración propia.



Figura 22. % de cumplimiento de las 5S.

### OE3: Medición de la productividad luego de la aplicación

Tabla 37. Productividad de mano de obra.

PERIODO 2022	Productividad de mano de obra		
SEMANA	unidades producidas	total horas hombre utilizadas	unidades producidas/total horas hombres utilizadas
Sem 1 - Feb	2520	70	36.00
Sem 2 - Feb	2520	70	36.00
Sem 3 - Feb	2520	70	36.00
Sem 4 - Feb	2520	70	36.00
Sem 5 - Mar	2538	75	33.83
Sem 6 - Mar	2538	75	33.83
Sem 7 - Mar	2538	75	33.83
Sem 8 - Mar	2538	75	33.83
Sem 9 - Abr	2610	75	34.80
Sem 10 - Abr	2610	75	34.80
Sem 11 - Abr	2610	75	34.80
Sem 12 - Abr	2610	75	34.80
Sem 13 - May	2646	75	35.28
Sem 14 - May	2646	75	35.28
Sem 15 - May	2646	75	35.28
Sem 16 - May	2646	75	35.28
			34.98

Fuente: elaboración propia.

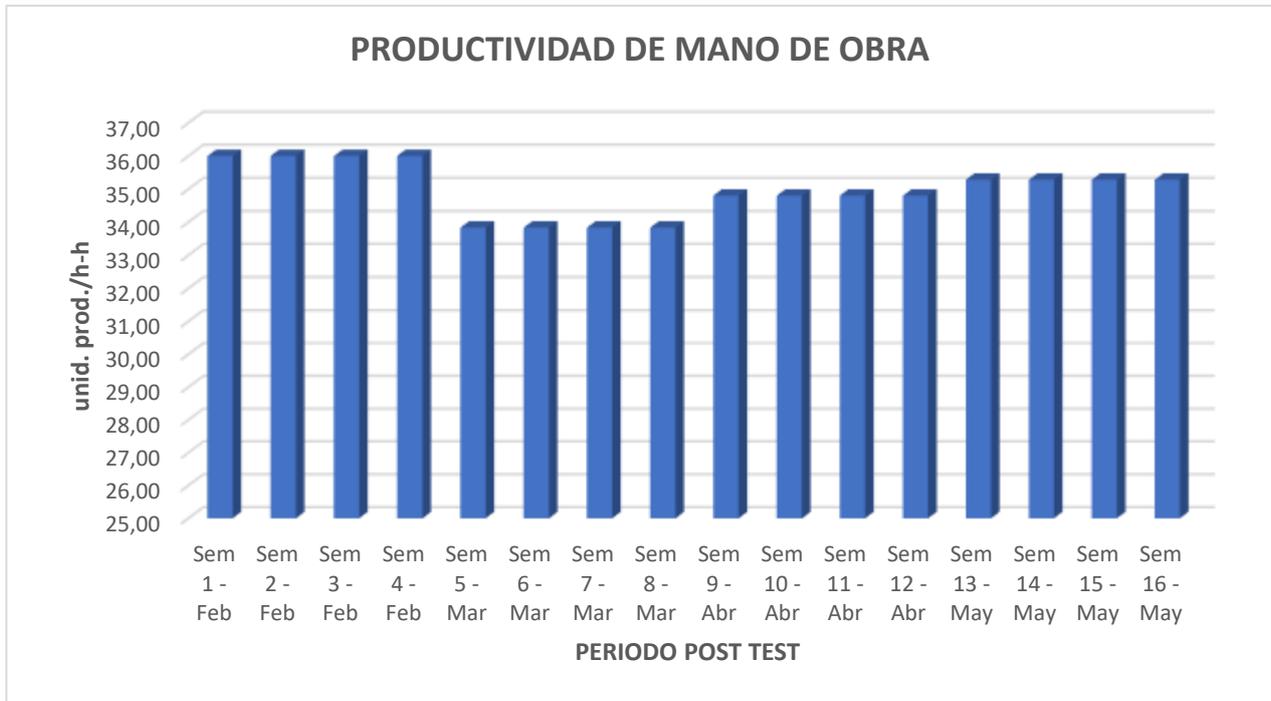


Figura 23. Productividad de mano de obra (post test).

Tabla 38. Productividad de maquinaria.

PERIODO 2022 SEMANA	Productividad de maquinaria		
	unidades producidas	total horas máq. empleadas	unidades producidas/total horas máq. empleadas
Sem 1 - Feb	2520	63	40.00
Sem 2 - Feb	2520	63	40.00
Sem 3 - Feb	2520	63	40.00
Sem 4 - Feb	2520	63	40.00
Sem 5 - Mar	2538	63	40.28
Sem 6 - Mar	2538	63	40.28
Sem 7 - Mar	2538	63	40.28
Sem 8 - Mar	2538	63	40.28
Sem 9 - Abr	2610	63	41.43
Sem 10 - Abr	2610	63	41.43
Sem 11 - Abr	2610	63	41.43

Sem 12 - Abr	2610	63	41.43
Sem 13 - May	2646	63	42.00
Sem 14 - May	2646	63	42.00
Sem 15 - May	2646	63	42.00
Sem 16 - May	2646	63	42.00
			40.93

Fuente: elaboración propia.

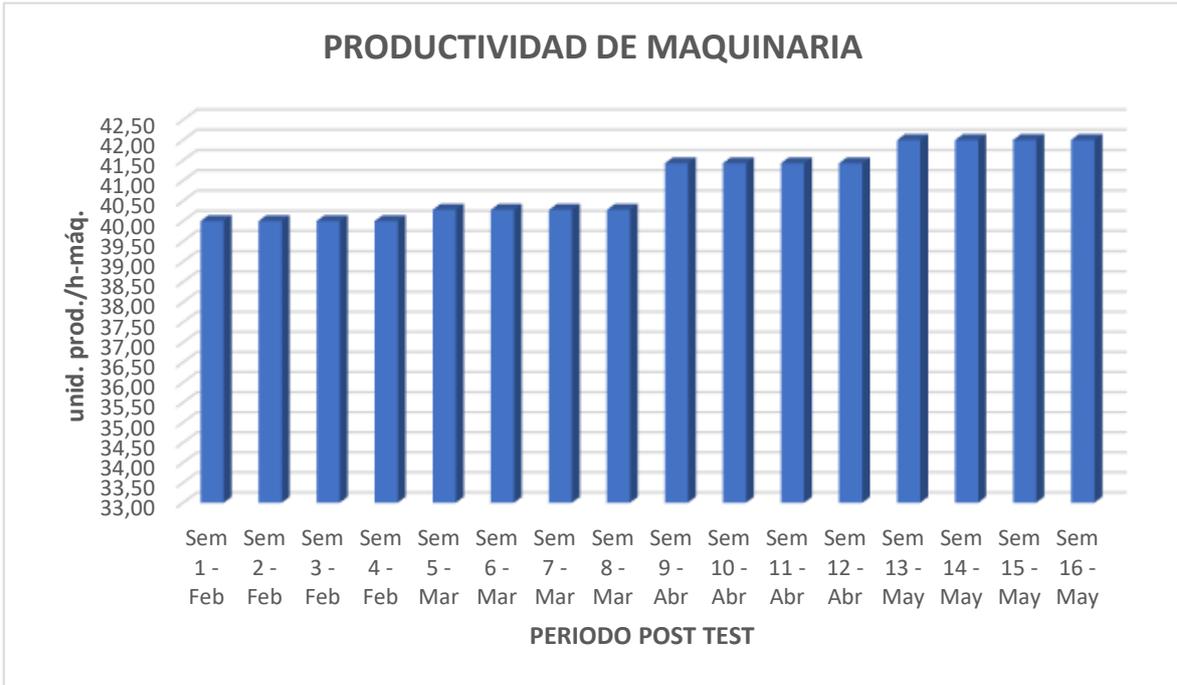


Figura 24. Productividad de maquinaria (post test).

Tabla 39. Ingresos por ventas.

2022 - Semanas	Unidades producidas	Precio x unidad (servicio de pilado)	TOTAL
Sem 1 - Feb	2520	S/9.00	S/22,680.00
Sem 2 - Feb	2520	S/9.00	S/22,680.00
Sem 3 - Feb	2520	S/9.00	S/22,680.00
Sem 4 - Feb	2520	S/9.00	S/22,680.00
Sem 5 - Mar	2538	S/9.00	S/22,837.50
Sem 6 - Mar	2538	S/9.00	S/22,837.50
Sem 7 - Mar	2538	S/9.00	S/22,837.50
Sem 8 - Mar	2538	S/9.00	S/22,837.50
Sem 9 - Abr	2610	S/9.00	S/23,490.00
Sem 10 - Abr	2610	S/9.00	S/23,490.00
Sem 11 - Abr	2610	S/9.00	S/23,490.00
Sem 12 - Abr	2610	S/9.00	S/23,490.00
Sem 13 - May	2646	S/9.00	S/23,816.25

Sem 14 - May	2646	S/9.00	S/23,816.25
Sem 15 - May	2646	S/9.00	S/23,816.25
Sem 16 - May	2646	S/9.00	S/23,816.25

Fuente: elaboración propia.

Tabla 40. Costos de producción.

2022 - Semanas	Costos de mano de obra	Costo de materiales	CIF (Costos indirectos de fabricación)	TOTAL
Sem 1 - Feb	S/3,000.00	S/1,862.50	S/2,700.00	S/7,562.50
Sem 2 - Feb	S/3,000.00	S/1,900.00	S/2,650.00	S/7,550.00
Sem 3 - Feb	S/3,000.00	S/1,937.50	S/2,675.00	S/7,612.50
Sem 4 - Feb	S/3,000.00	S/1,912.50	S/2,725.00	S/7,637.50
Sem 5 - Mar	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 6 - Mar	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 7 - Mar	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 8 - Mar	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 9 - Abr	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 10 - Abr	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 11 - Abr	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 12 - Abr	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 13 - May	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 14 - May	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 15 - May	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00
Sem 16 - May	S/3,000.00	S/1,975.00	S/2,800.00	S/7,775.00

Fuente: elaboración propia.

Tabla 41. Productividad de capital.

PERIODO 2022	Productividad de capital (producción)		
	total ingresos	total egresos	total ingresos/total egresos
Sem 1 - Feb	S/ 22,680.00	S/ 7,562.50	3.00
Sem 2 - Feb	S/ 22,680.00	S/ 7,550.00	3.00
Sem 3 - Feb	S/ 22,680.00	S/ 7,612.50	2.98
Sem 4 - Feb	S/ 22,680.00	S/ 7,637.50	2.97
Sem 5 - Mar	S/ 22,837.50	S/ 7,775.00	2.94
Sem 6 - Mar	S/ 22,837.50	S/ 7,775.00	2.94
Sem 7 - Mar	S/ 22,837.50	S/ 7,775.00	2.94
Sem 8 - Mar	S/ 22,837.50	S/ 7,775.00	2.94
Sem 9 - Abr	S/ 23,490.00	S/ 7,775.00	3.02

Sem 10 - Abr	S/ 23,490.00	S/ 7,775.00	3.02
Sem 11 - Abr	S/ 23,490.00	S/ 7,775.00	3.02
Sem 12 - Abr	S/ 23,490.00	S/ 7,775.00	3.02
Sem 13 - May	S/ 23,816.25	S/ 7,775.00	3.06
Sem 14 - May	S/ 23,816.25	S/ 7,775.00	3.06
Sem 15 - May	S/ 23,816.25	S/ 7,775.00	3.06
			3.00

Fuente: elaboración propia.

En promedio, la productividad de capital es de 3.00, lo que hace referencia a que se obtiene de ganancia S/2.00 por cada S/1.00 invertido.

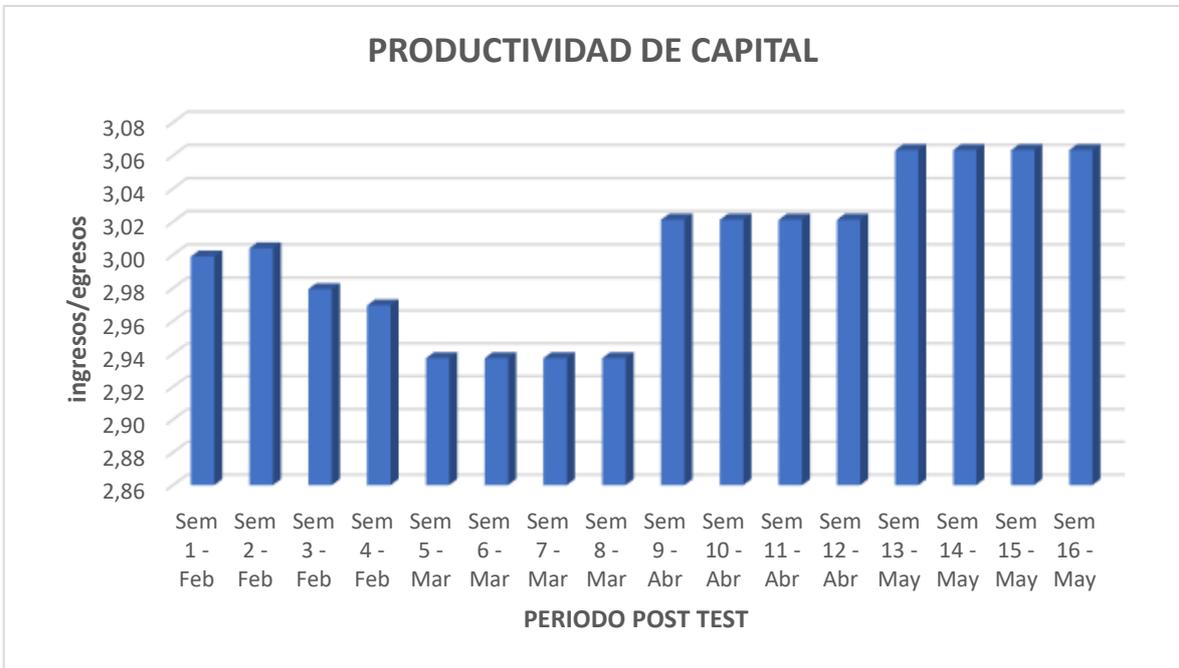


Figura 25. Productividad de capital (post test).

Tabla 42. Cuadro comparativo de productividad.

PERIODO	MO	MÁQ.	Productividad
pre test	27.30	35.94	2.81
post test	34.98	40.93	3.00

Fuente: elaboración propia.

La productividad inicial fue de 2.81, mientras que la productividad final fue de 3.00.

Esto representa un aumento del 6.7% de la productividad de la empresa.

## Prueba de hipótesis

Para poder determinar si se empleará una prueba paramétrica o no paramétrica (T-Student o Wilcoxon), fue necesario realizar una prueba de normalidad mediante Shapiro-Wilk, ya que la data fue mejor que 35.

Prueba de normalidad (Shapiro-Wilk)

Hipótesis

H<sub>1</sub>: Los datos de productividad tienen una distribución normal.

H<sub>2</sub>: Los datos de productividad no tienen una distribución normal.

Si  $P < 0.050$ , se aprueba H<sub>2</sub>.

Si  $P > 0.050$ , se aprueba H<sub>1</sub>.

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia	,307	16	,000	,801	16	,003

a. Corrección de significación de Lilliefors

Figura 26. Prueba de normalidad, Shapiro-Wilk.

Fuente: SPSS

El nivel de significancia es de 0.003, el cual es menor que  $P < 0.050$ . En ese sentido se concuerda que los datos no tienen una distribución normal.

Producto de este resultado, se aplicó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para contrastar la hipótesis de este trabajo.

Hipótesis:

H<sub>0</sub>: Las herramientas Lean Manufacturing mejoran la productividad de la empresa.  
H<sub>1</sub>: Las herramientas Lean Manufacturing no mejoran la productividad de la empresa.

Si  $P > 0.050$ , se acepta H<sub>1</sub>.

Si  $P < 0.050$ , se acepta H<sub>0</sub>.

### Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

		Rangos		
		N	Rango promedio	Suma de rangos
post_test - pre_test	Rangos negativos	0 <sup>a</sup>	,00	,00
	Rangos positivos	16 <sup>b</sup>	8,50	136,00
	Empates	0 <sup>c</sup>		
	Total	16		

a. post\_test < pre\_test

b. post\_test > pre\_test

c. post\_test = pre\_test

### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

	post_test - pre_test
Z	-3,533 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	,000

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos negativos.

Figura 27. Prueba Wilcoxon.

Fuente: SPSS

El nivel de significancia de la prueba de Wilcoxon corresponde a 0.000, el cual es menor que  $P < 0.050$ . Por lo tanto, se acepta la hipótesis de esta investigación. De esta manera se afirma que las herramientas Lean Manufacturing mejoran la productividad de la empresa.

## V. DISCUSIÓN

En la investigación de Angulo (2019), en el diagnóstico actual, pudo obtener resultados similares a este trabajo en una empresa metalmeccánica, donde analizó el proceso productivo por media de una DAP, obteniendo un IAV de 78.6%, y logró determinar una productividad de mano de obra de 19.2 unidades/h-h y una productividad de maquinaria de 24.8 unidades/h-máq., y pudo establecer que la productividad fue de 1.87.

En esta investigación, en el análisis actual, el equipo de investigación pudo describir el proceso productivo de la empresa, lo cual tuvo lugar a un diagrama de operaciones de procesos (DOP), en el cual se identificaron los procesos intervinientes en el pilado de arroz; así como el diagrama de análisis de operaciones (DAP), el cual analizó a detalle cada una de las actividades del proceso de pilado de arroz, donde se determinó que el IAV fue de 87.5%. Producto de ello, se determinaron los indicadores de productividad del proceso productivo, obteniendo una productividad de mano de obra de 27.30 unidades/hora hombre trabajada, la productividad de maquinaria correspondió a 35.94 unidades/hora máquina empleada y la productividad de capital fue de 2.81.

También, en el trabajo de Borges, Freitas y Sousa (2017), se realizó un estudio en empresas de producción de bebidas, llevaron a cabo un DOP y un DAP del proceso de elaboración de los productos, donde determinaron que la productividad de mano de obra y de maquinaria fue de 23.6 unidades/h-h y 32.7 unidades/h-máq. respectivamente, y donde la productividad multifactorial fue de 1.89.

Como se pudo apreciar, lo mostrado, tanto de esta investigación, como en lo de otros autores, son semejantes tanto en su desarrollo como en sus resultados mostrados.

La aplicación de Lean Manufacturing desarrollada por los trabajos de otros autores, como Cuervo, Martínez, Canales y Díaz (2018), son semejantes a este trabajo, la cual se llevó a cabo en una empresa molinera, y donde se logró aplicar las herramientas Lean de TPM, 5S y SMED, mejorando la productividad en un 19%.

En este trabajo, los autores llevaron a cabo la aplicación de Lean Manufacturing mediante las herramientas de Mantenimiento Productivo Total (TPM), 5S y Kaisen;

estas herramientas Lean se destinaron a la mejora de los diversos problemas que se pudieron encontrar en el diagnóstico actual. Y producto de estas herramientas se logró mejorar la productividad de la empresa en un 6.7%.

Del mismo modo, Carreño, Amaya y Ruiz (2018), en su investigación en una empresa de manufactura, lograron aplicar con las herramientas TPM y 5S, logrando acrecentar la productividad de la organización en un 24%.

Si bien no se aplicaron las mismas herramientas, se puede afirmar que la metodología y el procedimiento forma parte del enfoque Lean en la búsqueda de las mejoras tanto del proceso como de la productividad.

Los enfoques de las diversas teorías que avalan y respaldan los resultados determinados tanto por los investigadores de este trabajo como los de los analizados en este estudio, lo presentan autores como Ibarra y Ballesteros (2017), quienes hacen referencia que Lean Manufacturing se define como un proceso sistemático que organiza eficientemente el trabajo llevado a cabo en los procesos productivos, enfocándose en la mejora de la producción y productividad.

De la misma manera, Pérez, Marmolejo, Mejía y Caro (2017), definen a Lean Manufacturing como una filosofía de trabajo que tiene como objetivo eliminar los desperdicios y todos los factores que no generan valor al sistema como los reprocesos, demoras y tiempos improductivos.

Esta investigación tuvo su desarrollo en la empresa Molino Don Sergio S.A. cuyo objetivo fue aplicar las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad de la empresa molinera. A lo largo de este proceso, y a pesar de la coyuntura actual producto de la Covid-19 y las limitaciones aún presentes como el acceso continuo a la entidad para el recojo de la información, el aforo máximo y los protocolos de bioseguridad, se pudo culminar de manera satisfactoria, cumpliendo con los protocolos de bioseguridad al momento de las visitas a la empresa para la recolección de datos e implementación de las mejoras.

En trabajos revisados, como el de Cruz y Mendoza (2018), en la aplicación de la metodología Lean Manufacturing que se llevó a cabo en una empresa molinera, en el TPM lograron obtener un OEE del 98%; en las 5S alcanzaron un nivel del cumplimiento del 99% y en SMED obtuvieron una minimización del 24% de los

tiempos operativos del proceso de pilado.

En esta investigación, la aplicación de la metodología Lean Manufacturing se efectuó por medio de la selección de 3 herramientas: Mantenimiento Productivo Total (TPM), 5S y Kaisen. Estas herramientas contribuyeron a la mejora de la productividad de la empresa y a la optimización tanto de recursos como de los procesos para subsanar los diferentes problemas descritos en la etapa de diagnóstico. En la herramienta Kaisen, se aplicó el ciclo PDHA (mejora continua), logrando así un nivel de cumplimiento de objetivos del 99.32%. Con respecto al TPM, se tuvo que evaluar el índice inicial del OEE, el cual fue de 76%, se efectuó un análisis de criticidad para determinar los equipos críticos de la empresa y sobre los cuales se enfocó el plan de mantenimiento, y producto de ello se obtuvo un nuevo OEE de 98%. Y en las 5S, el equipo de trabajo evaluó inicialmente el cumplimiento de estas, obteniendo como resultado el 62.5% de cumplimiento. Se designaron una serie de actividades para cada una de las S, las cuales posteriormente fueron ejecutadas, y producto de ello se logró obtener un nivel de cumplimiento del 88.75%.

Del mismo modo, en el trabajo de Castañeda (2019), en una empresa molinera, logró aplicar las 5S, TPM y Kaisen. Donde con la primera herramienta logró un nivel de cumplimiento del 95%, con la segunda herramienta obtuvo un indicador de OEE del 94% y con respecto a Kaisen, pudo alcanzar un 97% del cumplimiento de las actividades del proceso de pilado.

Las bases de la teoría que refuerzan estos hallazgos y la aplicación son las analizadas por Carrillo, Alvis, Mendoza y Cohen (2019), quienes comentan que las 5S son metodología ágil y capaz de gestionar adecuadamente los espacios y zonas de trabajo de una empresa, logrando el orden, limpieza y la organización.

Así mismo, Martínez (2017) agrega que el TPM trata de un método que busca mejorar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos y máquinas intervinientes en los procesos productivos.

Y, Hernández y Visán (2017), definen el Kaisen como un método de trabajo basado en la mejora de la eficacia de las actividades del proceso y la consigna del cambio y la obtención de mejores resultados productivos.

Luego de aplicar el enfoque de las herramientas Lean, al igual que en este trabajo, en el desarrollado por Cuervo, Martínez, Canales y Díaz (2018), mediante su investigación en una empresa molinera, lograron una productividad final de 1.89, lo que represento una mejora del 35% de este indicador.

Y en este trabajo, el equipo de investigación desarrolló el cálculo de los indicadores de productividad del post test. Se obtuvo una productividad de mano de obra de 34.98 unidades/hora hombre trabajada, una productividad de maquinaria de 40.93 unidades/hora máquina empleada en el proceso; y por último el indicador final de productividad de capital fue de 3.00, evidenciando una mejora crucial para las finanzas de la empresa molinera. Haciendo una comparación de los resultados, la productividad de capital tuvo un incremento porcentual de 6.7%.

También, Carreño, Amaya y Ruiz (2018) lograron obtener una productividad de 1.99, lo que representó un crecimiento del 24%.

Y finalmente, Angulo (2019), quien luego de la aplicación obtuvo una productividad de 0.59, esto incurrió en una mejora del 13%.

Si bien la productividad alcanzada no fue la misma, tanto en este trabajo como en los de los autores mencionados, si se puede concluir que en todas se pudo evidenciar mejoras positivas, y es aquí donde el trabajo toma su grado de importancia tanto para la empresa en estudio como para la ciencia y la comprobación de la hipótesis.

Se pudo apreciar la mejora notable de la productividad luego de la aplicación Lean, por lo que los análisis realizados por diversos autores a cerca de la productividad y la metodología Lean toman más peso, como lo mencionado por Mohedano, (2017). quien enfatiza la productividad como la relación de lo que se produce y los recursos necesitados para la obtención de lo obtenido.

Así también, Galindo y Viridiana (2017), quienes mencionan que la productividad se mide en base a la mano de obra interviniente, la maquinaria utilizada y el capital requerido para la producción.

## **VI.CONCLUSIONES**

1. Se realizó la descripción del proceso productivo de la compañía molinera, donde

el equipo de investigación registró, mediante un DOP las operaciones del proceso de pilado de arroz, y a través de un DAP se analizaron cada una de estas operaciones, obteniendo un índice IAV de 83.6%. También se realizaron un estudio de Ishikawa para establecer gráficamente las causas del problema y un análisis de Pareto para determinar cuáles eran las causas más críticas y de mayor peso en la productividad de la entidad; de este análisis se decidieron las herramientas Lean para su aplicación: 5S, TPM y Kaisen. Y luego de la descripción del proceso y el análisis de la problemática, se determinó una productividad inicial de capital de 2.81.

2. La aplicación de las herramientas Lean se llevaron a cabo de la siguiente manera: primero se implantó Kaisen para mejorar el % de cumplimiento de las actividades de producción, de lo cual se consiguió una mejora del 9.4%. Segundo, se aplicó el TPM con el objeto de mejorar la eficiencia de los equipos (OEE), donde se determinaron los dos activos críticos: máquina selectora y pre limpia, el cual se logró incrementar un 24.6%. Y tercero, se aplicó las 5S para poder garantizar espacios limpios, ordenados y productivos, donde se logró mejorar el nivel de cumplimiento de cada una de las S en un 42%.
3. Y luego de la aplicación del enfoque Lean mediante sus herramientas, el equipo de investigación calculó en segunda instancia los resultados de la propuesta de mejora, la cual arrojó una productividad posterior de capital de 3.00. Este hallazgo significó una mejora del 6.7% de la productividad de la compañía, en relación al resultado obtenido en el diagnóstico inicial.
4. La aplicación de las herramientas Lean logró mejorar la productividad de la empresa molinera en un 6.7%, en la medida en que se obtuvo previamente un resultado de 2.81 ante de la aplicación y luego, la productividad acrecentó hasta alcanzar un indicador de 3.00. De este modo se logró validar y aceptar la hipótesis de esta investigación con un nivel de significancia de 0.000 ( $P < 0.050$ ), gracias a la prueba estadística no paramétrica Wilcoxon.

## **VII. RECOMENDACIONES**

Se recomienda al equipo de trabajo de la entidad molinera que busque nuevas herramientas del enfoque Lean que pueda mejorar los resultados obtenidos en esta investigación y optimizar de igual o mayor relevancia los procesos, porque si bien las herramientas 5S, TPM y Kaisen tuvieron un impacto favorable para la empresa y la solución de la problemática diagnosticada, por medio de otras alternativas se podrían tener mejores resultados.

Se sugiere que la organización continúe la aplicación de esta propuesta de mejora bajo la metodología Lean Manufacturing, de esta manera el proceso productivo continúe mejorando y alcanzando la calidad y excelencia que se vea reflejada en la productividad de la empresa.

También, se sugiere buscar otras herramientas de ingeniería indiferentes a Lean Manufacturing como un plan de producción, estudio de tiempos, estandarización del proceso, mejora continua enfocada en el ciclo Deming, etc. que puedan tener un impacto más productivo para la entidad.

Se sugiere estudiar otras posibles fuentes de problemas que puedan acontecer en el proceso y a partir de ello, la empresa desarrolle mejoras para otros eventuales problemas que la empresa pudiese presentar en el futuro; siempre enfocándose en la optimización de todos los recursos, la mejora continua y la obtención de una buena productividad.

## REFERENCIAS

1. Actis di Pasquale, Eugenio, Balsa, Javier La técnica de escalamiento lineal por intervalos: una propuesta de estandarización aplicada a la medición de niveles de bienestar social. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa [en línea]. 2017, 23( ), 164-196[fecha de Consulta 9 de mayo de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233151826008>
2. Andina. La Libertad: declaran al distrito de Guadalupe como “Capital del Arroz” [en línea]. Perú: 2017. [fecha de consulta: 20 de septiembre de 2021]. Disponible en <https://andina.pe/agencia/noticia-la-libertad-declaran-al-distritoguadalupe-como-capital-del-arroz-615711.aspx>
3. Acevedo, Adolfo; Linares, Carolina; Cachay, Orestes. Investigación en la acción. Un ejemplo de estudio experimental en el mercadeo de servicios. Industrial Data [en línea]. 2018, 16(2), 79-85[fecha de Consulta 2 de octubre de 2021]. ISSN: 1560-9146. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81632390010>
4. Álvarez Newman, Diego La Mejora Continua de la Calidad como doctrina empresarial para la formación de la implicación de los trabajadores.. Revista Electrónica Gestión de las Personas y Tecnología [en línea]. 2017, 8(24), 5-16[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=477847102001>
5. Angulo, Juan y Rodríguez, Deisy. Aplicación de lean manufacturing para mejorar la productividad de la empresa metalmecánica Promet E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Trujillo: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2019. Disponible en <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/47968>

6. ARIAS, Fidas. El Proyecto de Investigación: Introducción a la metodología científica. 6.a ed. Venezuela: Editorial Episteme, C.A., 2016. [Fecha de Consulta: 03 de mayo de 2022]. ISBN: 9800785299
7. Arias-Gómez, Jesús, Villasís-Keever, Miguel Ángel, Miranda Novales, María Guadalupe El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México [en línea]. 2016, 63(2), 201-206[fecha de Consulta 20 de mayo de 2022]. ISSN: 0002-5151. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
8. BORGES, Rui; FREITAS, Filipa y SOUSA, Inês. Application of Lean Manufacturing Tools in the Food and Beverage Industries. Journal of Technology Management & Innovation [online]. 2017, vol.10, n.3 [citado 2021-11-20], pp.120-130. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-27242015000300013&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242015000300013&lng=es&nrm=iso). ISSN 0718-2724.
9. CADENA-INIGUEZ, Pedro et al. Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. Rev. Mex. Cienc. Agríc [online]. 2017, vol.8, n.7 [citado 2022-06-10], pp.1603-1617. Disponible en: <[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000701603&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000701603&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 2007-0934.
10. Capdevilla, Manuel. Universidad e investigación aplicada. Educación Social [en línea]. 2018, N° 58. [fecha de consulta: 2 de junio de 2022]. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7056846>
11. Carreño Dueñas, Diego Andrés, Amaya González, Luis Felipe, Ruiz Orjuela, Erika Tatiana Lean Manufacturing tools in the industries of Tundama. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias [en línea]. 2018, VI(21), 49-62[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215058535004>

12. Carrillo-Landazábal, Martha Sofía, Alvis-Ruiz, Carmen Giarma, Mendoza-Álvarez, Yaniris Yaneth, Cohen-Padilla, Harold Enrique Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmecánica en Cartagena, Colombia. SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión [en línea]. 2019, 11(1), 71-86[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 2145-1389. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=560465980005>
13. Castañeda, Carlos. Implementación de lean manufacturing para incrementar la productividad en el área de producción en una empresa. Trabajo de investigación (Ingeniero Industrial). Chepén: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2019. Disponible en [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54826/B\\_Casta %c3%b1eda MCA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/54826/B_Casta%C3%B1eda_MCA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
14. Corona Lisboa, José Apuntes sobre métodos de investigación. MediSur [en línea]. 2016, 14(1), 87-88[fecha de Consulta 10 de Junio de 2022]. ISSN: . Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180044014017>
15. Cruz, Juan y Mendoza, Max. Aplicación de la metodología Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa Molino Don Sergio E.I.R.L. Tesis (Ingeniero Industrial). Chepén: Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Industrial, 2018. Disponible en <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/2942594>
16. Cuervo, Andrés y Martínez, Lady. Aplicación de una metodología Lean Manufacturing para aumentar la productividad en una empresa que elabora productos cárnicos procesados. Tesis (Ingeniero Industrial). Bogotá: Universidad Javeriana, Facultad de Ingeniería, 2018. Disponible en <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/44886>

17. Elias, Jhony. La Libertad ocupa cuarto lugar en producción de arroz [en línea]. La República. PE. 28 de mayo de 2019. [fecha de consulta: 30 de noviembre de 2021] Disponible en: <https://larepublica.pe/economia/1136850-la-libertad-ocupa-cuarto-lugar-en-produccion-de-arroz/>
18. FAVELA-HERRERA, Marie Karen Issamar; ESCOBEDO-PORTILLO, María Teresa; ROMERO-LOPEZ, Roberto and HERNANDEZ-GOMEZ, Jesús Andrés. Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto. Rev. Lasallista Investig. [online]. 2019, vol.16, n.1 [cited 2021-11-20], pp.115-133. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1794-44492019000100115&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1794-44492019000100115&lng=en&nrm=iso). ISSN 1794-4449.
19. Fernández, Álvaro y Gómez, Paola. FACTORES CLAVES DE ÉXITO Y LA COMPETITIVIDAD DE LAS EMPRESAS EN EL VALLE DEL CAUCA. Tesis (Administrador de Empresas). Santiago de Cali: Universidad ICESI, Facultad de Ciencias Económicas, 2017. Disponible en [https://repository.icesi.edu.co/biblioteca\\_digital/bitstream/10906/77873/1/TG00814.pdf](https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/77873/1/TG00814.pdf)
20. Galindo, Mariana y Viridiana Ríos. Productividad. Serie de Estudios Económicos [en línea]. 2017, Vol. 1. México DF: México ¿cómo vamos? Disponible en [https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508\\_mexicoproductivity.pdf](https://scholar.harvard.edu/files/vrios/files/201508_mexicoproductivity.pdf)
21. González Gaitán, Henry Helí, Marulanda Grisales, Natalia, Echeverry Correa, Francisco Javier Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. Revista Escuela de Administración de Negocios [en línea]. 2018, (85), 199-218 [fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 0120-8160. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=20658110012>

22. Gutiérrez-Gonzales, Víctor Técnica de exposición-discusión y formación científica en estudiantes de pregrado. Investigación Valdizana [en línea]. 2019, 13(3), 165-173[fecha de Consulta 10 de Junio de 2022]. ISSN: 1994-1420. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=586062185006>
23. Hamodi, Carolina, López Pastor, Victor Manuel, López Pastor, Ana Teresa Medios, técnicas e instrumentos de evaluación formativa y compartida del aprendizaje en educación superior. Perfiles Educativos [en línea]. 2017, XXXVII(147), 146-161[fecha de Consulta 1 de Diciembre de 2021]. ISSN: 0185-2698. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=13233749009>
24. Hernández, Juan y Vizán, Antonio. Lean Manufacturing: Conceptos, técnicas e implantación. 1.a ed. España: Fundación EOI, 2017. [Fecha de Consulta: 03 de octubre de 2021]. ISBN: 978-84-15061-40-3
25. Hernández Gómez, Andrés, Escobar Toledo, Carlos, Larios Prado, Juan M., Noriega Morales, Salvador Factores críticos de éxito para el despliegue del mantenimiento productivo total en plantas de la industria maquiladora para la exportación en Ciudad Juárez: una solución factorial. Contaduría y Administración [en línea]. 2017, 60(1), 82-106[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 0186-1042. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39543182005>
26. Ibarra-Balderas, Víctor Manuel, Ballesteros-Medina, Laura Lorena Manufactura Esbelta. Conciencia Tecnológica [en línea]. 2017, (53), [fecha de Consulta 1 de Diciembre de 2021]. ISSN: 1405-5597. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=94453640004>
27. LOPEZ FERNANDEZ, Raúl et al. Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. Rev Cub Med Mil [online]. 2019, vol.48, suppl.1 [citado 2022-06-10], e390. Disponible en: <[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0138-65572019000500011&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011&lng=es&nrm=iso)>. Epub 01-Dic-2019. ISSN 0138-6557.

28. MANTEROLA, Carlos et al. Confiabilidad, precisión o reproducibilidad de las mediciones. Métodos de valoración, utilidad y aplicaciones en la práctica clínica. Rev. chil. infectol. [online]. 2018, vol.35, n.6 [citado 2022-06-10], pp.680-688. Disponible en: <[http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0716-10182018000600680&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0716-10182018000600680&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 0716-1018. <http://dx.doi.org/10.4067/S0716-10182018000600680>.
29. Martínez, Rafael. Propuesta y validación de un modelo integrador de implantación del Mantenimiento Productivo Total (TPM). Tesis (Ingeniero Industrial). Valencia: Universitat Politècnica de València.2017. Disponible, en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=115625>
30. Mohedano, José. Productividad. Bit [en línea]. 2017, 198(7), [fecha de Consulta 2 de octubre de 2021]. ISSN: 0210-3923. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4871523>
31. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Nota de Análisis Sectorial, Agricultura y Desarrollo Rural [en línea]. Perú: 2019. [fecha de consulta: 20 de noviembre de 2021]. Disponible en <https://www.fao.org/3/ak169s/ak169s.pdf>
32. Pérez-Almonacid, Ricardo Unidad de análisis, experimentación y explicación: respuesta al comentario o pensar como comportamiento humano complejo, de Tourinho. Acta Comportamental: Revista Latina de Análisis de Comportamiento [en línea]. 2012, 20( ), 88-95[fecha de Consulta 10 de Junio de 2022]. ISSN: 0188-8145. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=274525194003>
33. Pérez-Vergara, Ileana Gloria, Marmolejo, Natalia, Mejía, Ana Milena, Caro, Mauricio, Rojas, José A. Mejoramiento mediante herramientas de la manufactura esbelta, en una Empresa de Confecciones. Ingeniería Industrial [en línea]. 2016, XXXVII(1), 24-35[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 0258-5960. Disponible en:

<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=360443665003>

34. Piñero, Edgar Alexander, Vivas Vivas, Fe Esperanza, Flores de Valga, Lilian Kaviria Programa 5S's para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias [en línea]. 2018, VI(20), 99-110[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003009>
35. Pulido Polo, Marta Ceremonial y protocolo: métodos y técnicas de investigación científica. Opción [en línea]. 2017, 31(1), 1137-1156[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 1012-1587. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005061>
36. Rodriguez, Viviana, Moreno, Socorro, Camacho, Jhon, Gómez-Restrepo, Carlos, de Santacruz. Diseño e implementación de los instrumentos de recolección de la Encuesta Nacional de Salud Mental Colombia 2017. Revista Colombiana de Psiquiatría [en línea]. 2017, 45(1), 9-18[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 0034-7450. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=80650839003>
37. SALAZAR RAYMOND, María Belén; ICAZA GUEVARA, María de Fátima y ALEJO MACHADO, Oscar José. La importancia de la ética en la investigación. Universidad y Sociedad [online]. 2018, vol.10, n.1 [citado 2021-11-20], pp.305-311. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202018000100305&lng=es&nrm=iso). ISSN 2218-3620.
38. Trujillo Holguín, J. A. (2019). Investigación científica, acceso abierto y democratización del conocimiento. IE Revista De Investigación Educativa De La REDIECH, 10(19), 5 - 10. [https://doi.org/10.33010/ie\\_rie\\_rediech.v10i19.770](https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v10i19.770)

39. Vargas-Hernández, José G., Muratalla-Bautista, Gabriela, Jiménez-Castillo, María Lean M anufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción?. Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias [en línea]. 2017, V(17), 153-174[fecha de Consulta 20 de Noviembre de 2021]. ISSN: 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215049679011>
40. VENTURA-LEON, José Luis. ¿Población o muestra?: Una diferencia necesaria. Rev Cubana Salud Pública [online]. 2017, vol.43, n.4 [citado 2021-12-01]. Disponible en: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662017000400014&lng=es&nrm=iso](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662017000400014&lng=es&nrm=iso). ISSN 0864-3466.

## ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Herramientas Lean Manufacturing	Lean manufacturing se define como un proceso sistemático que organiza eficientemente el trabajo llevado a cabo en los procesos productivos, enfocándose en la mejora de la producción y productividad (Vargas, Muratalla y Jiménez, 2017, p.9).	González, Marulanda y Echeverry, 2018, p. 11), señalan la Lean manufacturing se miden en base las 3 de las herramientas más relevantes de la industria: 5S, el Mantenimiento Productivo Total (TMP) y Kaisen.	Mantenimiento Productivo Total (TPM)	$OEE = \text{Disponibilidad}(D) \times \text{Rendimiento}(R) \times \text{Calidad}(C)$ $D = \frac{\text{tiempo operativo}}{\text{tiempo planificado de producción}}$ $R = \frac{\text{producción real}}{\text{producción programada}}$ $C = \frac{\text{unidades conformes}}{\text{total de unidades producidas}}$	Razón
			5S	% de cumplimiento de cada "S"	
			Kaisen	$\text{Efiacia de cumplimiento de las actividades} = \frac{\text{actividades ejecutadas}}{\text{total actividades programadas}}$	
Productividad	Se trata de la relación de lo que se produce y los recursos necesitados para la obtención de lo obtenido (Mohedano, 2017, p. 14).	(Galindo y Viridiana, 2017) mencionan que la productividad se mide en base a la mano de obra interviniente, la maquinaria utilizada y el capital requerido para la producción.	Productividad de mano de obra	$P_{mo} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de horas hombre utilizadas}}$	Razón
			Productividad de maquinaria	$P_{maq.} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total horas máquina empleadas}}$	
			Productividad de capital	$P_{cap.} = \frac{\text{total ingresos de producción}}{\text{total egresos de producción}}$	

Anexo 2. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Objetivos específicos	Fuente de Información	Técnica	Instrumento	Análisis de la Información	Resultado Esperado
Describir del proceso productivo determinando la productividad inicial.	Administración de la empresa	Entrevista	Guía de entrevista	Análisis de Datos	Conocer la coyuntura actual del proceso productivo de la empresa
	Etapas del proceso	Análisis documental	Ficha de registro de productividad		
Seleccionar y aplicar las herramientas Lean Manufacturing.	Etapas del proceso	Observación	Guía de observación 5S	Análisis de Datos	Impartir las mejoras en el proceso de la empresa
		Análisis documental	Ficha de registro de tiempos		
		Observación	Guía de observación cumplimiento de actividades		
Determinar la productividad después de la aplicación.	Etapas del proceso	Análisis documental	Ficha de registro de productividad	Análisis de Datos	Determinar la productividad del proceso productivo de la empresa

Anexo 3. Guía de entrevista.

---

**INSTRUMENTO: GUÍA DE ENTREVISTA**

---

<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.
<b>RESPONSABLE</b>	Ing. Augusto Salazar Pérez

1. **¿Qué tipo de productos produce y comercializa la empresa?**
  
  2. **¿Cómo se ha comportado la demanda de los productos durante estos 2 años de pandemia?**
  
  3. **¿Los niveles de producción de los últimos meses ha sido capaz de cubrir gran parte de la demanda del mercado?**
  
  4. **¿La productividad de la empresa en los últimos meses ha sido la esperada por la gerencia?**
  
  5. **¿Cuáles cree usted que son las deficiencias del proceso productivo de la empresa?**
  
  6. **¿Qué le parece la idea de proponer mejoras en los procesos bajo el enfoque Lean Manufacturing?**
-

Anexo 4. Ficha de registro de productividad (i).

<b>INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD</b>			
<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.		
<b>PERIODO 2021</b>	<b>Productividad de mano de obra</b>		
<b>MES</b>	<b>unidades producidas</b>	<b>total horas hombre utilizadas</b>	unidades producidas/total horas hombres utilizadas
Julio			
Agosto			
Setiembre			
Octubre			
Noviembre			

<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.		
<b>PERIODO 2021</b>	<b>Productividad de maquinaria</b>		
<b>MES</b>	<b>unidades producidas</b>	<b>total horas máq. empleadas</b>	unidades producidas/total horas máq. empleadas
Julio			
Agosto			
Setiembre			
Octubre			
Noviembre			

<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.		
<b>PERIODO 2021</b>	<b>Productividad de capital (producción)</b>		
<b>MES</b>	<b>total ingresos</b>	<b>total egresos</b>	total ingresos/total egresos
Julio			
Agosto			
Setiembre			
Octubre			
Noviembre			

Anexo 5. Guía de observación del cumplimiento de las 5S.

INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN							
EMPRESA		Molino Don Sergio S.A.					
5S		CLASIFICACIÓN					
		0: nulo 1: escaso 2: poco 3: regular 4: mucho					
CLASIFICAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existen materiales innecesarios en el lugar de trabajo						
2	Existen objetos que pueden afectar el desarrollo del trabajo						
3	Existen equipos que no son utilizados						
4	Hay dificultad para encontrar materiales y equipos						
<b>Total</b>							
ORDENAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe una señalización adecuada						
2	Los espacios están claramente identificados						
3	Existe un correcto registro del inventario						
4	Están definidos los espacios de trabajo						
<b>Total</b>							
LIMPIEZA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Existe supervisión de la limpieza de los espacios de trabajo						
2	Existen espacios libres de suciedad y contaminación						
3	Se inspeccionan periódicamente los espacios de trabajo						
4	El trabajador promueve la limpieza de su zona de trabajo						
<b>Total</b>							
ESTANDARIZAR		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Se ha implementado ideas de mejora						
2	Se emplean procedimientos, guías u otra documentación						
3	Existe planes de mejora a corto o largo plazo						
4	Se aplican evaluaciones constantemente						
<b>Total</b>							
DISCIPLINA		0	1	2	3	4	TOTAL
1	Los trabajadores conocen la metodología de las 5S						
2	Existen tardanzas de los trabajadores al trabajo						
3	Los trabajadores se sienten motivados por el empleador						
4	Se hace uso eficiente de los recursos disponibles						
<b>Total</b>							

Anexo 6. Ficha de registro de los tiempos de operación de la maquinaria.

INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO						
EMPRESA	Molino Don Sergio S.A.					
MAQUINARIA	Tiempo de operación (horas)					
	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Sub total
MÁQ. 1						
MÁQ. 2						
MÁQ. 3						
MÁQ. 4						
MÁQ. 5						
MÁQ. 6						
<b>Total</b>						

Anexo 7. Guía de observación (cumplimiento de actividades de Kaisen).

INSTRUMENTO: GUÍA DE OBSERVACIÓN DE LAS ACTIVIDADES				
EMPRESA	Molino Don Sergio S.A.			
PROCESO	Pilado de arroz			
ACTIVIDAD	DETALLE			
	Resultado obtenido	Resultado esperado	¿Se cumplió?	% de cumplimiento
Secado de arroz (horas)				
Ensacado de unidades				
Gestionar las existencias en almacén (unidades)				
Ensacado de unidades				
Cumplimiento de entrega de unidades				
Actividad 6				
Actividad 7				
Actividad 8				

Anexo 8. Ficha de registro de productividad (ii).

<b>INSTRUMENTO: FICHA DE REGISTRO DE PRODUCTIVIDAD</b>			
<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.		
<b>PERIODO 2022</b>	<b>Productividad de mano de obra</b>		
<b>MES</b>	<b>unidades producidas</b>	<b>total horas hombre utilizadas</b>	unidades producidas/total horas hombres utilizadas
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			

<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.		
<b>PERIODO 2022</b>	<b>Productividad de maquinaria</b>		
<b>MES</b>	<b>unidades producidas</b>	<b>total horas máq. empleadas</b>	unidades producidas/total horas máq. empleadas
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			

<b>EMPRESA</b>	Molino Don Sergio S.A.		
<b>PERIODO 2022</b>	<b>Productividad de capital (producción)</b>		
<b>MES</b>	<b>total ingresos</b>	<b>total egresos</b>	total ingresos/total egresos
Febrero			
Marzo			
Abril			
Mayo			
Junio			

Anexo 9. Cartas de presentación para validación de instrumentos.

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor (a): ING. CARLOS ENRIQUE MENDOZA OCAÑA

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante Nicole Antonella Quilcate Castillo y Juan Anthony Cruz Poemape, de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción *2022-1*, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es "*Aplicación de Las Herramientas Lean Manufacturing para incrementar Productividad En Empresa Molinera Don Sergio S.A., 2021*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Señor (a): ING. LUIS EDGARDO CRUZ SALINAS

Presente

Asunto: VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante Nicole Antonella Quilcate Castillo y Juan Anthony Cruz Poemape, de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de *Chepén*, promoción 2022-1, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es "*Aplicación de Las Herramientas Lean Manufacturing para incrementar Productividad En Empresa Molinera Don Sergio S.A., 2021*" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

## CARTA DE PRESENTACION

SR: ING VICTOR ARMAS CARRERA

Presente

Asunto: VALIDACION DE INSTRUMENTOS A TRAVES DE JUICIO DE EXPERTO.

Nos es muy grato comunicarnos con usted para expresarle nuestros saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo estudiante Nicole Antonella Quilcate Castillo y Juan Anthony Cruz Poemape, de la EP de Ingeniería Industrial de la UCV, en la sede de Chepen, promoción 2022-1, requerimos validar los instrumentos con los cuales recogeremos la información necesaria para poder desarrollar nuestra investigación y con la cual optaremos el grado de Ingeniero.

El título nombre de nuestro proyecto de investigación es "Aplicación de las Herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en Empresa Molinera Don Sergio S.A, 2021" y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos de mención, hemos considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas educativos y/o investigación educativa.

El expediente de validación, que le hacemos llegar contiene:

- Carta de presentación.
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole nuestros sentimientos de respeto y consideración nos despedimos de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.

Anexo 10. Certificados de validez de instrumentos.

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y LA PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Herramientas Lean Manufacturing</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Productivo Total (TPM)	X		X		X		
1	$\frac{\text{tiempo de mantenimiento preventivo}}{\text{tiempo total de mantenimiento}} \times 100$ (00) $\frac{\text{tiempo de mantenimiento correctivo}}{\text{tiempo total de mantenimiento}} \times 100$ (00) $\frac{\text{tiempo de mantenimiento predictivo}}{\text{tiempo total de mantenimiento}} \times 100$ (00)	Si	No	Si	No	Si	No	
2	DIMENSION 2: 5S % $\frac{\text{tiempo de cumplimiento de las actividades}}{\text{tiempo total de actividades programadas}} \times 100$	X		X		X		
3	DIMENSION 3: Kaizen Efiada de cumplimiento de las actividades = $\frac{\text{tiempo de cumplimiento de las actividades}}{\text{tiempo total de actividades programadas}}$	Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
	DIMENSIÓN 1: Productividad de mano de obra	X		X		X		
5	$\frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de h - hombre empleadas}}$							
	DIMENSIÓN 2: Productividad de materia prima	Si	No	Si	No	Si	No	
6	$\text{Pmp} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total materia prima requerida}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: Productividad de capital	Si	No	Si	No	Si	No	
7	$\text{Pcap} = \frac{\text{total ingresos de producción}}{\text{total egresos de producción}}$	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia  
15 de DICIEMBRE del 2021

**Opinión de aplicabilidad:**  Aplicable  Aplicable después de corregir   
 No aplicable

**Apellidos y nombres del juez validador:** CARLOS ENRIQUE MENDOZA OCAÑA  
**DNI:** 17806063  
**Especialidad del validador:** INGENIERIA INDUSTRIAL

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.  
**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica.  
**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y claro.

**Nota:** Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para representar el concepto.



Carlos Mendoza Ocaña  
ING. INDUSTRIAL  
R. G.P. 47807

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y LA PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Herramientas Lean Manufacturing</b>							
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Productivo Total (TPM)	X		X		X		
1	$\text{TPM} = \frac{\text{tiempo de mantenimiento preventivo}}{\text{tiempo disponible}} \times 100$							
	DIMENSION 2: 5S	Si	No	Si	No	Si	No	
2	% $\frac{\text{cantidad de 5S}}{\text{cantidad total de 5S}} \times 100$	X		X		X		
	DIMENSION 3: Kaisen	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Eficiencia de cumplimiento de las actividades = $\frac{\text{tiempo de actividades realizadas}}{\text{total actividades programadas}}$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Productividad de mano de obra	X		X		X		
5	$\text{PMO} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de h - hombre empleadas}}$							
	DIMENSIÓN 2: Productividad de materia prima	Si	No	Si	No	Si	No	
6	$\text{Pmp.} = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total materia prima requerida}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: Productividad de capital	Si	No	Si	No	Si	No	
7	$\text{Pcap.} = \frac{\text{valor agregado}}{\text{total egresos de producción}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Hay suficiencia

15 de DICIEMBRE del 2021

Opinión de aplicabilidad:   Aplicable [X]   Aplicable después de corregir [ ]   No aplicable [ ]

Apellidos y nombres del juez validador: **LUIS EDGARDO CRUZ SALINAS**

DNI: 19223300

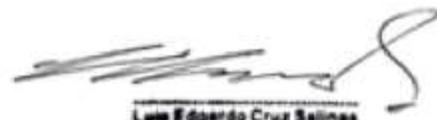
Especialidad del validador: INGENIERIA INDUSTRIAL

<sup>1</sup>Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

<sup>2</sup>Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

<sup>3</sup>Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión



Luis Edgardo Cruz Salinas  
ING. INDUSTRIAL  
R. C.I.P. N° 224494

**Firma del Experto Informante**

**CERTIFICADO DE VALIDEZ DE CONTENIDO DEL INSTRUMENTO QUE MIDE LEAN MANUFACTURING Y LA PRODUCTIVIDAD**

N°	VARIABLES – DIMENSION - INDICADORES	Pertinencia <sup>1</sup>		Relevancia <sup>2</sup>		Claridad <sup>3</sup>		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
1	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE: Herramientas Lean Manufacturing</b>							
	DIMENSIÓN 1: Mantenimiento Productivo Total (TPM)	X		X		X		
	$OEE = Disponibilidad (D) \times Rendimiento (R) \times Calidad (C)$							
	DIMENSION 2: 5S	Si	No	Si	No	Si	No	
2	$\% \text{ de cumplimiento de cada } S$	X		X		X		
	DIMENSION 3: Kaizen	Si	No	Si	No	Si	No	
3	Eficiencia de cumplimiento de las actividades = $\frac{\text{actividades ejecutadas}}{\text{total actividades programadas}}$	X		X		X		
	<b>VARIABLE DEPENDIENTE: Productividad</b>	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Productividad de mano de obra	X		X		X		
5	$Pmo = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total de h - hombre empleadas}}$							
	DIMENSIÓN 2: Productividad de materia prima	Si	No	Si	No	Si	No	
6	$Pmp. = \frac{\text{unidades producidas}}{\text{total materia prima requerida}}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: Productividad de capital	Si	No	Si	No	Si	No	
7	$Pcap. = \frac{\text{total ingresos de producción}}{\text{total egresos de producción}}$	X		X		X		

**Observaciones (precisar si hay suficiencia):** Hay suficiencia

**Opinión de aplicabilidad:**  Aplicable  Aplicable después de corregir  No aplicable

**Apellidos y nombres del juez validador:** VICTOR ARMAS CARRERA

**DNI:** 72104416

**Especialidad del validador:** INGENIERIA INDUSTRIAL

**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado

**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

**Claridad:** Se entiende sin dificultad alguna el anuncio del ítem, es conciso, exacto y directo.

**Nota:** suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión.



VICTOR JONATHAN  
ARMAS CARRERA  
Ingeniero Industrial  
CIP N° 252847

**Molino**



**"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA NACIONAL"**

Universidad Cesar Vallejo – Filial Chepén

Escuela de Ingeniería

Yo, Ing. Pablo William Chavarry Pajares, identificado con DNI N° 26696534, Gerente de la empresa Agroindustria Don Sergio E.I.R.L., con RUC N° 20482506021, me dirijo a ustedes para autorizar a Nicole Antonella Quilcate Castillo con DNI N° 71698801 y Juan Anthony Cruz Poemape con DNI N° 75137744, Estudiantes de la facultad de Ingeniería Industrial de la Universidad Cesar Vallejo, a utilizar información de la empresa para el proyecto de investigación denominado ""Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad en la empresa Molinera Don Sergio S.A., 2022", estos mismos asumen toda la información, análisis, investigación y el resultado del proyecto serán de uso totalmente académico.

Atentamente,

San José, 20 de mayo del 2022



Molino Don Sergio E.I.R.L.  
Ing. William Chavarry Pajares  
Gerente General

ING. WILLIAM CHAVARRY PAJARES  
GERENTE



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

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

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, FLORES SÁNCHEZ CARLA MERCY, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - CHEPEN, asesor de Tesis titulada: "APLICACIÓN DE LAS HERRAMIENTAS LEAN MANUFACTURING PARA INCREMENTAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA MOLINERA DON SERGIO S.A., 2021", cuyos autores son CRUZ POEMAPE JUAN ANTHONY JOSUE, QUILCATE CASTILLO NICOLE ANTONELLA, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 28.00%, 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.

CHEPÉN, 08 de Julio del 2022

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
FLORES SÁNCHEZ CARLA MERCY <b>DNI:</b> 43388897 <b>ORCID:</b> 0000-0003-2331-3571	Firmado electrónicamente por: CFLORESSA01 el 10-07-2022 23:37:58

Código documento Trilce: TRI - 0327831