



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA INDUSTRIAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para Incrementar
los Niveles de Productividad en una Planta de Quinua.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Industrial

AUTORES:

Laiza Sandoval, Guisela Yamileth (orcid.org/0000-0003-1701-4743)
Lopez Medina, Misael Americo (orcid.org/0000-0001-7881-1645)

ASESORES:

Dr. Aranda Gonzalez, Jorge Roger (orcid.org/0000-0002-0307-5900)
Dr. Linares Lujan, Guillermo Alberto (orcid.org/0000-0003-3889-4831)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Gestión Empresarial y Productiva

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo económico, empleo y emprendimiento

TRUJILLO — PERÚ
2023

DEDICATORIA

A Dios: Por darme la vida y estar siempre conmigo, guiando mi camino. A mis Padres: Por ser los principales promotores de mis metas, gracias por cada día confiar y creer en mí y en mi perseverancia. A mis Hermanos: Por darme todo el apoyo y el amor para alcanzar esta meta. A mi Madrina: Porque me inculco a seguir adelante, gracias a su apoyo, a sus consejos y paciencia pude concluir esta meta de manera satisfactoria.

Misael Americo Lopez Medina.

Dedico primeramente a Dios por darme la vida, la salud y por acompañarme durante el desarrollo de esta tesis. A mis padres, por su apoyo, consejos y amor incondicional, me ha permitido llegar a cumplir esta meta. A mis hermanos, por su cariño y motivación durante este proceso de formación académica.

Guisela Yamileth Laiza Sandoval.

AGRADECIMIENTO

A nuestro Dios: Por estar con nosotros en cada momento de nuestras vidas.

A la Universidad Cesar Vallejo, por despertar nuestro interés por la investigación y brindarnos una nueva y renovada visión profesional.

A nuestros profesores, por la dedicación y enseñanzas que nos dieron en cada clase, en especial a nuestro asesor Dr. Guillermo Alberto Linares Lujan, por ser de guía en el desarrollo de esta tesis.

A los compañeros y amigos que colaboraron desinteresadamente en la elaboración del presente trabajo de investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad de los Asesores

Nosotros, ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER, LINARES LUJAN GUILLERMO ALBERTO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesores de Tesis titulada: "Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para Incrementar los Niveles de Productividad en una Planta de Quinoa.", cuyos autores son LOPEZ MEDINA MISAEL AMERICO, LAIZA SANDOVAL GUISELA YAMILETH, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 16.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

Hemos 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, asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 09 de Julio del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
ARANDA GONZALEZ JORGE ROGER DNI: 18072194 ORCID: 0000-0002-0307-5900	Firmado electrónicamente por: JARANDA el 24-07- 2023 22:08:31
LINARES LUJAN GUILLERMO ALBERTO DNI: 40026086 ORCID: 0000-0003-3889-4831	Firmado electrónicamente por: GLINARES el 14-07- 2023 18:46:29

Código documento Trilce: TRI - 0581947



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, LAIZA SANDOVAL GUISELA YAMILETH, LOPEZ MEDINA MISAEL AMERICO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA INDUSTRIAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Aplicación de Herramientas Lean Manufacturing para Incrementar los Niveles de Productividad en una Planta de Quinoa.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
LOPEZ MEDINA MISAEL AMERICO DNI: 71237329 ORCID: 0000-0001-7881-1645	Firmado electrónicamente por: LOMEDINAMI el 24-07-2023 22:07:19
LAIZA SANDOVAL GUISELA YAMILETH DNI: 71626428 ORCID: 0000-0003-1701-4743	Firmado electrónicamente por: LSANDOVALGUI el 24-07-2023 22:10:50

Código documento Trilce: INV - 1330023

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE FIGURAS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables	13
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis	14
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	14
3.5. Procedimientos	15
3.6. Método de análisis de datos	15
3.7. Aspectos éticos.....	16
IV. RESULTADOS	17
V. DISCUSIÓN	104
VI. CONCLUSIONES.....	110
VII. RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS.....	113
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Diseño de la investigación.....	13
Tabla 2. Principales productos de la empresa.....	20
Tabla 3. Resumen de la Auditoría Inicial 5s.....	27
Tabla 4. Diagnóstico de eficiencia por meses.....	28
Tabla 5. Diagnóstico de eficiencia de procesos por meses.....	30
Tabla 6. Diagnóstico de Eficacia por meses.....	33
Tabla 7. Diagnóstico del nivel de productividad por meses.....	34
Tabla 8. Diagnóstico de la productividad de materia prima por meses.....	36
Tabla 9. Correlación de importancia entre causas.....	39
Tabla 10. Ocurrencia e importancia de las causas raíces.....	41
Tabla 11. Procesos para metodología 5s y Kaizen.....	43
Tabla 12. Propuestas de mejora Kaizen.....	44
Tabla 13. Herramienta de mejoramiento 5W-2H.....	45
Tabla 14. Criterios de selección para clasificación.....	51
Tabla 15. Lista de materiales necesarios.....	52
Tabla 16. Lista de materiales innecesarios.....	53
Tabla 17. Distribución de materiales necesarios.....	54
Tabla 18. Colores para la demarcación de los puntos.....	55
Tabla 19. Porcentaje de cumplimiento de limpieza.....	57
Tabla 20. Resumen de la Auditoría Final 5s.....	58
Tabla 21. Diagrama de análisis de proceso actual de recepción y pesado.....	60
Tabla 22. Diagrama de análisis de proceso propuesto de recepción y pesado ...	63
Tabla 23. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto.....	65
Tabla 24. Diagrama de análisis de proceso actual de selección.....	67
Tabla 25. Diagrama de análisis de proceso propuesto de selección.....	70

Tabla 26. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto	71
Tabla 27. Diagrama de análisis de proceso actual de etiquetado y encajado	73
Tabla 28. Diagrama de análisis de proceso propuesto de etiquetado y encajado	75
Tabla 29. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto	76
Tabla 30. Diagrama de análisis de proceso actual de pesado de producto terminado	78
Tabla 31. Diagrama de análisis de proceso propuesto de pesado de producto terminado	80
Tabla 32. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto	81
Tabla 33. Diagrama de análisis de proceso actual de despacho	83
Tabla 34. Diagrama de análisis de proceso propuesto de despacho	85
Tabla 35. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto	86
Tabla 36. Comparativa del VSM actual y el VSM propuesto	88
Tabla 37. Resultados de eficiencia por meses	89
Tabla 38. Eficiencia antes y después	90
Tabla 39. Resultados de eficiencia por procesos	91
Tabla 40. Eficiencia por procesos antes y después	93
Tabla 41. Resultados de eficacia por meses	94
Tabla 42. Eficacia antes y después	95
Tabla 43. Resultados de productividad por meses	95
Tabla 44. Productividad antes y después	96
Tabla 45. Resultados de productividad de materia prima por meses	97
Tabla 46. Productividad de materia prima antes y después	98
Tabla 47. Tabla resumen Pre test y Post test	98
Tabla 48. Análisis estadístico de los datos	99
Tabla 49. Costos de implementación de la metodología 5S y Kaizen	100

Tabla 50. Costos de capacitación	101
Tabla 51. Costos de verificación anual de la implementación	101
Tabla 52. Costos totales.....	101
Tabla 53. Beneficios totales	102
Tabla 54. Análisis Beneficio/Costo	103
Tabla 55. Análisis de varianza: Eficiencia	141
Tabla 56. Análisis de varianza: Eficacia	142
Tabla 57. Análisis de varianza: Productividad	142
Tabla 58. Análisis de varianza: Productividad de materia prima	143

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Técnicas y herramientas Lean	8
Gráfico 2. Diagrama de análisis del proceso productivo en planta	22
Gráfico 3. Diagrama de flujo del proceso productivo en planta procesadora de quinua	24
Gráfico 4. VSM del procesamiento de quinua	26
Gráfico 5. Diagrama Pareto de las causas raíces del problema.....	42
Gráfico 6. Actividades preliminares	47
Gráfico 7. Conformación del comité 5S.....	49
Gráfico 8. VSM del procesamiento de quinua después de la mejora	87

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la planta procesadora de quinua	19
Figura 2. Diagrama de Ishikawa.....	38
Figura 3. Cronograma de implementación: metodología 5S	50
Figura 4. Orden y limpieza antes y después	57

RESUMEN

El objetivo principal de este estudio es evaluar el impacto de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing en la productividad de una planta procesadora de quinua. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo una investigación de tipo aplicada, donde se implementaron cambios en la empresa objeto de estudio, empleando un diseño pre experimental.

La técnica utilizada fue la observación y se recolectó información a través de tres fichas: registro de tiempos del proceso de producción, registro de producción y ficha de cumplimiento de las 5S. Los resultados obtenidos revelaron que los porcentajes de eficiencia oscilaron entre el 91.4% y el 92.3%, mientras que los porcentajes de eficacia variaron desde el 97.8% hasta el 98.5%. Asimismo, se observó que el nivel de productividad general se situó entre el 89.7% y el 90.8%.

Estos resultados se tradujeron en un incremento de la eficiencia en un 6.1%, de la eficacia en un 3.8% y de la productividad en un 8.4% en comparación con el diagnóstico inicial. En conclusión, se puede afirmar que la implementación de las herramientas Lean Manufacturing tuvo un impacto significativo en la planta procesadora de quinua, siendo rentable en el primer año con una relación Beneficio/Costo estimada en 2.05.

Palabras clave: Herramientas lean manufacturing, eficacia, eficiencia, productividad.

ABSTRACT

The main objective of this study is to evaluate the impact of the application of Lean Manufacturing tools on the productivity of a quinoa processing plant. To achieve this objective, applied research was carried out, where changes were implemented in the company under study, using a pre-experimental design.

The technique used was observation and information was collected through three cards: production process time record, production record and 5S compliance card. The results obtained revealed that the efficiency percentages ranged from 91.4% to 92.3%, while the effectiveness percentages ranged from 97.8% to 98.5%. It was also observed that the overall productivity level was between 89.7% and 90.8%.

These results translated into a 6.1% increase in efficiency, a 3.8% increase in effectiveness and an 8.4% increase in productivity compared to the initial diagnosis. In conclusion, it can be affirmed that the implementation of Lean Manufacturing tools had a significant impact on the quinoa processing plant, being profitable in the first year with an estimated Benefit/Cost ratio of 2.05.

Key words: Lean Manufacturing tools, effectiveness, efficiency, productivity.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, el progreso tecnológico y la creciente globalización han impulsado la configuración de un mercado cada vez más competitivo; el cual exige que las empresas diseñen e implementen innovadoras metodologías que garanticen la mejora continua de sus operaciones, el uso eficiente de sus recursos y la reducción de sus costos; de tal manera que fortalezca su productividad y crecimiento sostenible.

A nivel internacional, la implementación de estas herramientas han permitido mejoras significativas en las operaciones productivas, así lo corrobora Hinojosa y Cabrera (2022), quien describió el impacto de la filosofía Lean en los niveles de productividad de las mypes agroindustriales de Guayaquil, este sector económico experimentó la optimización de sus procesos productivos a causa de diferentes escenarios generados con la metodología Lean a) reducción significativa de los costos de producción y lead time b) eliminación de los desperdicios o áreas no productivas c) fortalecimiento del recurso humano, flexibilidad, productividad y calidad. Con ello, se han mermado las pérdidas económicas obteniendo mayores utilidades.

A nivel nacional, existe evidencia que las empresas peruanas buscan imperiosamente su posicionamiento estratégico dentro del mercado, por ello, constantemente se enfocan en la aplicación de diversas técnicas o metodologías que certifiquen la eficiencia operativa y la innovación de sus actividades, estos métodos de gestión han manifestado su efectividad exitosa en el incremento de la productividad de diferentes sectores industriales. En este contexto, Bellido et al., (2018) demuestra la eficiencia de las herramientas Lean (5S, LM y mantenimiento preventivo) en las mypes textiles de Lima, reduciendo el lead time de 4.29 a 1.47 días, incrementando la productividad en un 35% y eliminando los desperdicios de los procesos en 60%. Ello permitió la reducción significativa de los costos logrando la competitividad deseada y el crecimiento empresarial.

A pesar que en los últimos años los niveles de productividad han ido mejorando, ascendiendo a S/29.671, esta solo representa la quinta parte del mismo indicador en los Estados Unidos. Por lo que, la baja productividad en algunos sectores de la economía peruana sigue siendo un problema latente, donde muchas empresas

omiten la práctica de mejoras tecnológicas y la optimización de los procesos productivos COMEXPERU (2020).

Bajo esta perspectiva, la planta procesadora de quinua no se encuentra ajena a esta realidad. La empresa se dedica a procesar la materia prima para ser utilizada para la elaboración de otros productos como postres y complementos vitamínicos. Los productos que ha ofrecido desde su fundación (año 2016) son quinua empacada y harina de quinua, siendo sus principales clientes las industrias extranjeras que se dedican a la manufactura y comercio de productos hechos a base de quinua. A pesar que en los últimos años la organización empleó los recursos necesarios para lograr una ventaja competitiva en el mercado; esta continúa presentando problemas en su cadena productiva. Se puede observar que los líderes empresariales no implementan estrategias dentro la gestión de sus operaciones que aseguren la optimización de los recursos de la empresa, generando ineficiencia en sus procesos y pérdidas innecesarias de insumos, energía, capital, entre otros. De este modo, la carencia de procesos estandarizados dentro del área productiva genera actividades que no añaden ningún valor al producto final, creando bastantes desperdicios, retrocesos, tiempos muertos, falta de organización y limpieza en las instalaciones de la organización. Sumado a esto, se identificó la falta de planificación productiva, lo que genera un desbalance entre la demanda real y la producción en cada periodo de tiempo, traduciéndose a mayores costos que no se verán retribuidos.

Evaluando esta problemática, se evidencia que actualmente la empresa no está enfocada en el desarrollo de nuevas herramientas o técnicas de mejora continua que permitan mejorar sus niveles de productividad, aminorar costos, lograr eficiencia operativa y mejorar la calidad del producto. En consecuencia, surge la necesidad de aplicar la filosofía Lean Manufacturing área de producción de la empresa que permitan incrementar sus niveles de productividad; para ello, se realizará un diagnóstico de la situación inicial de la empresa con la finalidad de poder obtener parámetros de referencia que permitan visualizar un antes y un después de la aplicación de cada uno de los componentes de esta metodología, y finalmente evaluar los beneficios alcanzados por la empresa.

En este sentido, se formula la siguiente interrogante de investigación: ¿En qué medida la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de una planta procesadora de quinua?, de igual forma, se plantean las preguntas específicas del estudio: (a) ¿Cómo es la situación actual de la planta de procesadora de quinua? (b) ¿Cuáles son los niveles de productividad, eficiencia y eficacia de la planta procesadora de quinua antes de implementar la propuesta? (c) ¿Cómo aplicar las herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la planta procesadora de quinua? (d) ¿Cuáles son los niveles de productividad, eficiencia y eficacia de la planta procesadora después de implementar las herramientas Lean Manufacturing? (e) ¿Cuál es el costo/beneficio de aplicar la propuesta de mejora en la planta procesadora de quinua?

El desarrollo del presente estudio se justifica de tres formas. A nivel teórico, se pretende utilizar la teoría y evidencia empírica sobre las herramientas lean y la productividad para desarrollar una propuesta de mejora a un caso práctico como el de una planta procesadora de quinua; de este modo, la información resultante servirá de contraste para investigaciones anteriores y futuras.

A nivel práctico, el estudio es relevante porque se propondrá el uso de las herramientas lean para generar una propuesta enfocada en la reducción de los desperdicios y toda clase de deficiencias que obstaculizan la productividad de la línea de una planta procesadora de quinua. Es así que la empresa se verá beneficiada mediante la aceleración de sus procesos, el incremento de la cuota de producción y la creación de valor.

A nivel económico, el estudio cobra importancia considerando que con la reducción de desperdicios (actividades y recursos que no generan valor para la empresa), los costos de producción también disminuirán mientras que el margen de utilidades se ampliará. Esto se traduce en un mayor beneficio económico para la empresa, representando una propuesta atractiva para los directivos y socios.

Se define como objetivo general: Determinar la medida en que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de una planta procesadora de quinua. Asimismo, se trazan los siguientes objetivos específicos: (a) Elaborar un diagnóstico de la situación actual de la planta procesadora de quinua. (b) Identificar los niveles de productividad, eficiencia y eficacia de la planta

procesadora de quinua antes de implementar la propuesta. (c) Aplicar las herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la planta procesadora de quinua. (d) Determinar los niveles de productividad, eficiencia y eficacia de la planta procesadora después de implementar las herramientas Lean Manufacturing. (e) Estimar el costo/beneficio de la propuesta de mejora en la planta procesadora de quinua.

II. MARCO TEÓRICO

Ocaña (2022) tuvo el propósito de desarrollar un plan de mejoramiento empleando las herramientas lean para incrementar la productividad en el empaqueo y almacenamiento de una empresa ecuatoriana dedicada al empaquetado de granos y harinas. Se utilizó un estudio aplicado de enfoque mixto, teniendo como muestra al equipo que se encarga del proceso mencionado y empleando técnicas de observación directa y revisión bibliográfica. Implementando las herramientas 5S, SMED y TPM, se consiguió elevar la capacidad de producción de 16 a 17.94 sacos/hora y la producción de 3.08 a 3.15. De este modo, se aumentaron los ingresos a 5,370 dólares por semana.

Rojas (2017) tuvo el propósito de analizar la herramienta Lean Manufacturing como medio para mejorar la productividad. Mediante la aplicación de un estudio de revisión bibliográfica, se identificó la relevancia del Lean Manufacturing para las empresas que deseen mejorar sus niveles de productividad y eficiencia. Esto quiere decir que la productividad ayuda a reducir el tiempo de fabricación y costes, poniendo en evidencia un potencial beneficio para la empresa.

Gazoli y Rocha (2019) tuvieron el propósito de mejorar la productividad de una empresa de muebles mediante la implementación de Lean Manufacturing. Utilizando un estudio descriptivo experimental y evaluando un caso de estudio, obtuvieron como resultados el incremento de la productividad en un 27% y la disminución del movimiento en un 33%. Esto llevó a un ahorro de 15,800 reales brasileños por año.

Mulugeta (2020) tuvo el propósito de elevar la productividad mediante el uso de herramientas lean y eliminación de desperdicios en una industria de manufactura de ropa. Mediante un estudio de tiempos y observacional, se aplicó una de las medidas vinculadas a la filosofía lean. Después de implementar las técnicas y herramientas, se obtuvo un nivel de eficiencia de 97.61%, un ciclo de tiempo de 3 minutos y un takt time de 3 min/unid.

Nallusamy y Majumdar (2017) tuvieron el propósito de conocer la productividad general utilizando el TPM como herramienta lean en una empresa manufacturera. Se aplicó un estudio descriptivo y de carácter observacional para concretar el uso del TPM como herramienta lean. Con ello, se determinó que el tiempo de

mantenimiento incrementó en 75%, el tiempo de las acciones preventivas se redujeron de 150 a 36 minutos, así como también el lead time que ahorró en 13.5%. De este modo, las actividades innecesarias fueron eliminadas, lo que redujo el periodo de reelaboración de 36 a 28.11 horas, traduciéndose a 29% del tiempo.

Escudero (2020) tuvo el propósito de implementar la filosofía Lean Manufacturing a modo de optimizar los niveles de lead time y productividad para el proceso de elaboración de pizzas. Se aplicó un estudio descriptivo, observacional y aplicado, empleando la técnica de la observación. Se utilizaron las herramientas VSM, 5S y manufactura celular, logrando ahorrar 99.4% del lead time, 99.7% del tiempo de valor no agregado, 98.5% de inventario en proceso y 47% horas-hombre. Asimismo, se elevó la productividad en 17% y 20% para dos tipos de pizza.

Bellido et al. (2018) tuvieron el propósito de optimizar los desperdicios mediante las herramientas lean para mejorar la productividad en una pyme textil. Aplicaron un estudio descriptivo no experimental y emplearon una revisión bibliográfica. Se aplicó herramientas como 5S y mantenimiento preventivo, logrando la reducción de diversos aspectos: de 100 a 50 docenas en los lotes de producción, de 4.29 a 1.47 días en el lead time, de 102.72 a 40.98 minutos en el tiempo de ciclo. En consecuencia, el nivel de productividad se incrementó en 35% y los desperdicios disminuyeron en 60%, reflejando la idoneidad de la propuesta.

Ortiz et al. (2022) tuvieron el propósito de contribuir con un modelo de gestión basado en herramientas lean para elevar la productividad de una empresa textil limeña. Aplicaron un estudio explicativo pre-experimental, la muestra estuvo constituida por 180 camisas antinflama producidas en un periodo mensual y la técnica utilizada fue la revisión bibliográfica. Como resultado, las herramientas lean (5S e instructivos de capacitación) pudieron cambiar la producción de 0.10 unid/hora-hombre a 0.12 unid/hora-hombre, traduciéndose al incremento del 20% y 6 o 7 unidades por día. El lead time se redujo en 6.4% y los reprocesos disminuyeron de 16 a 10. La propuesta demostró una mejora en la productividad de la empresa analizada.

Vargas y Camero (2021) tuvieron el propósito de implementar herramientas lean para incrementar la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos. Desarrollando un estudio descriptivo pre experimental, se aplicaron herramientas

como 5S y Kaizen, logrando implementar la primera herramienta con éxito de acuerdo a los resultados de la auditoría. Adicionalmente, con las estrategias se consiguió reducir el tiempo de fabricación en 3 horas y 6 minutos.

Jara y Julca (2019) tuvieron el propósito de optimizar la productividad de una línea de producción utilizando la filosofía Lean Manufacturing. Emplearon un estudio pre experimental explicativo, teniendo como muestra las áreas de producción de fresa y mango y como técnicas la entrevista, observación y análisis estadístico. Las herramientas lean escogidas fueron 5S, Jidoka y Poka Yoke, con ello, se aumentó la producción diaria de 47% a 54% en mango y de 65% a 70% en fresa. Asimismo, la propuesta tendría un VAN de 42.2 mil soles a un costo de oportunidad de 19.55%.

Para desarrollar las bases teóricas, se reconoce que los ejes de la presente investigación son las dos variables. La variable independiente "Herramientas Lean Manufacturing" encuentran diversas definiciones; empezando principalmente con la filosofía Lean Manufacturing (en español, manufactura esbelta) se enfoca en un trabajo de mejora continua, combinando técnicas, estrategias, aplicaciones, elementos y otras mejoras para el desarrollo del proceso Anggela Pamela, y otros, (2017). Se basa en la identificación y eliminación del desperdicio, el cual es entendido como aquel recurso o actividad que no genera valor al producto final y el cliente no va a pagar por ello León et al., (2017). Buer et al. (2018) agregan que esta filosofía permite ahorrar costos de producción, elevar la calidad de los productos y mejorar la capacidad para reducir los tiempos de entrega.

Existen diversas herramientas y técnicas de Lean Manufacturing (Grafico 1), las cuales se diferencian en el enfoque del problema a resolver. Si bien todas respetan la filosofía de eliminar desperdicio, cada una lo realiza a un distinto nivel y con distintas formas.

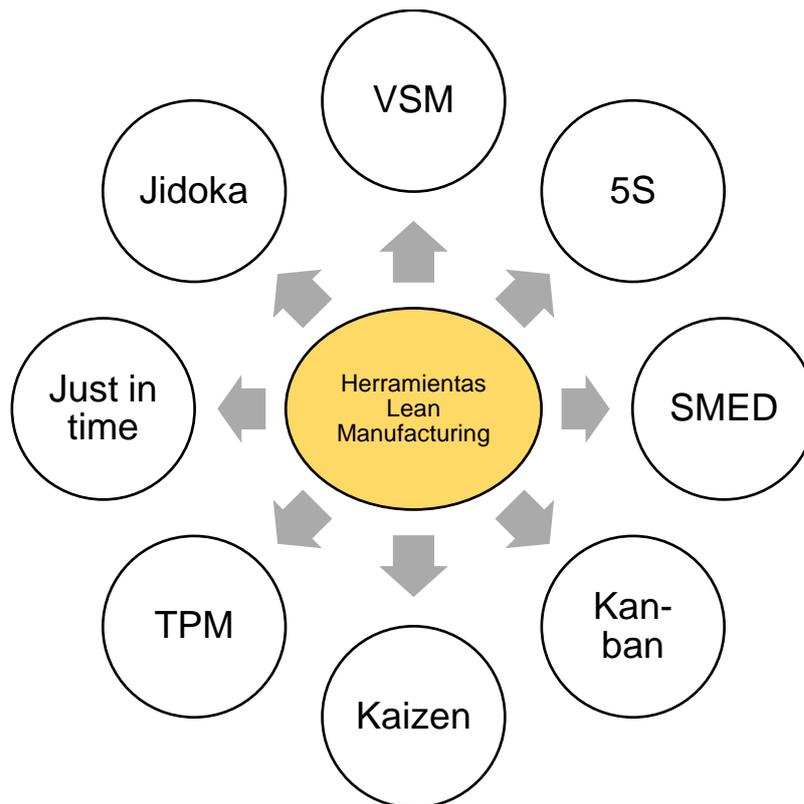


Gráfico 1. Técnicas y herramientas Lean

Fuente: Escuela de Organización Industrial (2021)

Dentro de las técnicas y herramientas lean, se identifica potenciales:

- VSM: Involucra el reconocimiento de las acciones necesarias para cubrir el odio hacia dónde está dirigido. Es un organizador visual que permite reducir/eliminar el desperdicio, los tiempos de entrega y los costos; asimismo, ayuda a estimular la calidad de la productividad Luana , y otros, (2020). Una de las bondades de esta herramienta es la identificación del lead time, el cual indica el tiempo de demora desde la generación de una orden al proveedor hasta la entrega del producto terminado al cliente.
- 5S: Optimiza las condiciones del puesto de trabajo realizando actividades de orden y limpieza y eliminando los elementos que el trabajador no requiere para evitar la pérdida de tiempo (Altamirano et al., 2021). Las 5S hace referencia a cinco términos japoneses: 1S – Clasificación, 2S – Orden, 3S – Limpieza, 4S – Estandarización, 5S – Disciplina.

- Kanban: Esta filosofía permite que los procesos se desarrollen de forma fluida y continua. Esto se ve reflejado en la secuencia de los pedidos y los recursos empleados para la planta de producción Luana , y otros, (2020).
- Kaizen: Se refiere a la mejora continua, siendo una forma de pensar que impulsa la identificación del lugar y manera en que se realizan los cambios en beneficio de la organización Chiarini et al., (2018). Para evaluar la aplicabilidad de esta técnica, se recurre a medir el cumplimiento de los objetivos de la organización, entre los planificados y los logrados.

$$\text{índice de cumplimiento de objetivos} = \frac{\text{Obj. logrados}}{\text{Obj. planificados}} \times 100\%$$

- TPM: Esta mejora se enfoca en el mantenimiento a modo de prevenir las paradas de las máquinas causadas por averías. Esta técnica trata de eliminar por completo las posibles averías y accidentes Altamirano et al., (2021).
- JIT: Se basa en la producción de lo esencial en un momento determinado. En comparación con el proceso de producción tradicional, el JIT involucra el procesamiento de materiales para el instante sin generar existencias de seguridad Luana , y otros, (2020).
- Jidoka: Es un sistema que identifica la capacidad de las máquinas y operarios para detectar automáticamente el momento en que ocurre una situación desfavorable, prevenir una falla y manejarla antes de detener la producción. Su enfoque es incrementar la eficiencia de los equipos Tekin et al., (2019).

Las herramientas Lean Manufacturing no solo se encargan de reducir los desperdicios o mudas de la organización, sino que también durante este proceso, no debe afectar negativamente la calidad. Dentro de los objetivos de la filosofía lean se enfocan en la reducción de los costos, un lead time menor y un mayor nivel de calidad. La **calidad** es definida como el resultado de un esfuerzo por generar un producto que se ajuste a las especificaciones y estándares prometidos al cliente Morales, (2018). Dentro del sector alimentario, la calidad no es un factor negociable puesto que implica el cumplimiento del aspecto higiénico y sanitario, el cual está vinculado a la seguridad alimentaria. Sin embargo, cuando se trata de los atributos del producto, la calidad depende de la perspectiva del consumidor influenciada por

su locación, grupo social, estatus económico, religión, etc. Gallego, (2017). En concordancia, Armendáriz (2019) indica que la calidad define la superioridad de un producto o servicio frente a otro puesto que está vinculado a la satisfacción del cliente en función de sus expectativas, por ello, para mantener y/o elevar la calidad, es recomendable la búsqueda constante de defectos por parte de los miembros de la organización (tanto del nivel directivo como del operativo).

Armendáriz (2019) establece los tipos de calidad acorde al cliente:

- Calidad subjetiva: Se vincula estrechamente al instinto de la persona, quien se deja guiar por él y el deseo de tener el producto o disfrutarlo.
- Calidad a partir de la información recibida: Implica qué tanto se encuentra informado el consumidor antes de optar por un producto. Mientras que para un grupo no resulta atractivo consumir productos exóticos, otros prefieren tener nuevas experiencias.
- Calidad a partir de valores, entorno y cultura: Implica el cumplimiento de aspectos arraigados en el pensamiento del consumidor por parte de la organización; por ejemplo, la fabricación de alimentos vegetarianos, sin pruebas en animales, etc.
- Calidad a partir del precio: El precio puede tener distintos significados. Por un lado, si este es elevado hace referencia a un producto de superior o exclusivo. Por otro lado, al ser menor mejora la rentabilidad de la inversión.

Las bases teóricas de la variable dependiente Productividad se despliegan a continuación. La productividad hace referencia al uso eficiente de recursos de la organización como, por ejemplo, el trabajo, inversión, energía, materia prima, información Mónica G., (2017). Establece la relación entre el volumen de producción y los recursos que se manejan, en otras palabras, indica la razón entre entradas y salidas Fontalvo, y otros, (2018). Cuanto menos sean los recursos invertidos para generar una similar o mayor cuota de producción, más elevado será el nivel de eficiencia Juez, (2020). De este modo, se podrá estimar la capacidad de la organización para incrementar su crecimiento económico, otorgando mayor competitividad y bienestar de los consumidores García, y otros, (2018).

De acuerdo a Ortiz y Hamburger (2019), para alcanzar un buen nivel de productividad se debe estimular dos factores:

- (A) Las condiciones del entorno: Hace referencia a los elementos que tienen un vínculo con el ambiente de la organización, caracterizándose por ser inestables y escasamente controlables como, por ejemplo, el marco legal, problemas socio-culturales, tendencias tecnológicas, entre otros.
- (B) Las condiciones del trabajo: Hace referencia a los aspectos que pueden ser controlados por la organización como incorporar a personal capacitado, impulsar la destreza del trabajador, valorar y retroalimentar la capacidad del trabajador, entre otros.

La productividad se mide con la siguiente fórmula:

$$P = \frac{\text{Productos (monto total de bienes y servicios)}}{\text{Insumos (monto total de recursos utilizados)}} = \frac{\text{Prod real (unid)}}{\text{Materia prima (kg)}}$$

La productividad también puede estimarse a través de la eficiencia y eficacia, cuya ecuación se presenta a continuación.

$$P = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$$

La eficiencia evalúa los resultados alcanzados y los recursos necesarios para realizarlos Fontalvo et al., (2018). Es percibida como la capacidad para concretar los objetivos a través de recursos limitados en condiciones adversas o difíciles Calvo et al., (2018). Desde el aspecto empresarial, un proceso eficiente ayuda al desarrollo de un bien o servicio mediante un uso mejorado de los recursos, especialmente el tiempo planificado. No significa cambiar los recursos, sino mejorar su rendimiento Martínez, (2020).

La eficiencia es estimada con una ecuación que relaciona el tiempo planificado y el tiempo real para la producción. A continuación, se presenta la fórmula.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$$

La eficacia se estima a través del alcance de los objetivos, diferenciándose de la eficiencia en que las circunstancias son favorables para la consecución George et al., (2017). Se enfoca principalmente en los resultados del trabajo después de haber

cumplido con la cantidad esperada de producción Castillo et al., (2019). La eficacia está vinculada a la productividad puesto que dirige el uso de los recursos y la innovación para añadirle un valor agregado a los productos, reflejando el grado de utilidad de los elementos a la disposición de la organización García, y otros, (2018). La eficacia se estima a través de la relación entre la producción real y la producción planificada que se necesitó para la manufactura.

$$Eficacia = \frac{Producción\ real}{Produccion\ planificada} \times 100\%$$

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

El tipo de investigación es aplicado ya que se realizaron cambios en la empresa mencionada para mejorar la productividad, que de hecho es una variable de la investigación.

El diseño es pre experimental, ya que como indica Hernández et al. (2014) estas investigaciones realizan un cambio sobre una de las variables para ver el comportamiento de la otra variable. El esquema de este diseño se muestra a continuación.

Tabla 1. Diseño de la investigación

Pretest	Tratamiento	Posttest
O1	V1	O2
Medición pretest	Herramientas lean Manufacturing	Medición posttest

3.2. Variables

3.2.1. Variable independiente: Herramientas Lean Manufacturing

Definición conceptual: De acuerdo a León et al. (2017), las herramientas Lean Manufacturing se basan en la identificación y eliminación del desperdicio, siendo este último entendido como aquel recurso o actividad que no genera valor al producto final y por el que el cliente no está dispuesto a pagar.

Definición operacional: Entre las principales herramientas de Lean Manufacturing se encuentran la técnica 5S, el Mapa de Flujo de valor (VSM) y la filosofía Kaizen.

Cada dimensión se compone de una serie de indicadores:

- a) VSM: Actividades que agregan valor al producto final, actividades que no agregan valor y lead time.
- b) 5S: Niveles de cumplimiento de 1S (Clasificación), 2S (Orden), 3S (Limpieza), 4S (Estandarización) y 5S (Disciplina).

- c) Kaizen: Evaluación de la cantidad de objetivos logrados frente a la cantidad de objetivos planificados como parte de propuesta de aplicación de herramientas lean.

3.2.2. Variable dependiente: Productividad

Definición conceptual: De acuerdo a Sladogna (2017), hace referencia al uso eficiente de recursos de la organización como, por ejemplo, el trabajo, inversión, energía, materia prima, información, etc.

Definición operacional: La productividad evalúa el grado de eficacia y eficiencia que permite el alcance de las metas planificadas.

- a) Grado de eficacia: Para su cálculo, se requiere conocer la producción real y el tiempo real que se tomó para desarrollar dicha producción.
- b) Grado de eficiencia: Para su cálculo, se requiere conocer la relación entre el tiempo real y el tiempo planificado con el propósito de determinar
- c) Grado de productividad: Para su cálculo, se identifica el producto entre los niveles de eficiencia y eficacia. Asimismo, se precisa la relación entre la cantidad producida y la cantidad de materia prima empleada.

Las variables se operacionalizan en el Anexo 1.

3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

La población estuvo constituida por los registros de tiempos y producción de los meses de enero y febrero para el pretest y de los meses de marzo y abril para el postest. En cuanto a la muestra, esta estuvo constituida por los registros de los cuatro meses antes mencionados relacionados con el proceso productivo de quinua cocida y en cuanto al muestreo, este fue censal puesto que se utilizaron los registros de los 4 meses sin excluir ningún registro, la unidad de análisis se consideró a todo el proceso de la elaboración de quinua, específicamente el estudio de tiempos, la productividad, la eficiencia y eficacia durante los 4 meses del estudio.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica es la observación y por defecto los instrumentos de recolección de información son tres fichas de observación (Anexo 2), la cual registraron las mediciones numéricas de:

- Ficha 1: Registro de tiempos del proceso de producción
- Ficha 2: Registro de producción
- Ficha 3: Auditoría 5S.

Las fichas han sido debidamente validadas por un grupo de expertos. (Anexo 14)

3.5.Procedimientos

Para mejorar la productividad de la empresa, se siguió una metodología Lean que permitió identificar y eliminar los procesos ineficientes o que no agregan valor. El proceso constó de tres etapas principales:

1. Diagnóstico: En esta etapa, se realizó una evaluación de la empresa para identificar los procesos y actividades que están causando desperdicio, retrabajo o demoras. También se midió la productividad actual para tener una línea de base sobre la cual comparar los resultados después de aplicar las medidas Lean. Para realizar este diagnóstico, se utilizó herramientas como el Registro de tiempo del proceso de producción, el mapeo de flujo de valor y la observación directa del trabajo.
2. Diseño e implementación de medidas Lean: Una vez identificados los procesos y actividades que deben mejorarse, se diseñaron e implementaron las medidas Lean correspondientes. Esto implica la eliminación de actividades que no agregan valor, la simplificación de procesos, la reducción de tiempos de espera y la mejora de la calidad del producto. Para lograr esto, se aplicaron técnicas como el Kaizen, el 5S y VSM.
3. Medición y mejora continua: Finalmente, se midió nuevamente la productividad para compararla con los resultados iniciales y evaluar el éxito de las medidas Lean implementadas. Esta medición también sirve para identificar nuevos problemas y áreas de mejora, lo que permitirá continuar el proceso de mejora continua.

3.6.Método de análisis de datos

Se realizó un análisis descriptivo con tablas de frecuencia ya que permitirá de manera útil resumir y visualizar los datos de productividad antes y después de la implementación de medidas Lean. Así mismo, se recurrió a un análisis de varianza

simple que permitió corroborar estadísticamente la existencia de un cambio significativo en la productividad.

3.7.Aspectos éticos

El desarrollo del presente estudio cumple con los lineamientos de la guía de investigación de la Universidad César Vallejo. Se respeta la autoría de cada una de las investigaciones citadas empleando el estilo de citación ISO 690.

De igual forma, el estudio se ciñe a los principios de la ética:

- Respeto por las personas: Se respeta la opinión de cada una de las personas que fueron entrevistadas con el propósito de comprender la situación actual de la planta procesadora de quinua.
- Beneficencia: La información recopilada es utilizada para formular una propuesta idónea que estimule el incremento de la productividad a modo de proveer la mayor cantidad de beneficios posibles en la planta de producción.
- No maleficencia: La información personal de las personas que proporcionaron su opinión para la comprensión de la situación no será divulgada. Asimismo, los niveles de productividad que se registraron son verídicos.
- Justicia: La información a recopilar sirve para mejorar el modo de trabajo de los trabajadores involucrados en el proceso de producción, ofreciendo un sentido de justicia a cambio de la opinión provista al presente estudio.

IV. RESULTADOS

4.1.Descripción de la empresa

Es una empresa peruana dedicada a la producción y exportación de frutas y hortalizas finas de alta calidad desde 1994. La empresa se ha enfocado en ser reconocida por su competitividad, integridad, trato justo y equitativo a sus trabajadores, y por elevar la calidad de vida de sus empleados, sus familias y sus comunidades.

Han expandido sus operaciones a los Estados Unidos con la exportación de hortalizas en conserva. La empresa se integró verticalmente al campo con la adquisición de fundos, ubicado estratégicamente en el valle de Moche, donde se siembra, cultiva, cosecha, procesa, empaca y exporta super granos, frutas y hortalizas finas a los 5 continentes.

En 2007, iniciaron sus operaciones en Arequipa para consolidar su expansión descentralizada por el norte, centro y sur del país. En 2009, construyó su planta de procesamiento de congelados, y en 2011 incorporó un complejo agrícola e industrial ubicado en el valle de Chepén.

En 2014, la empresa obtuvo la certificación más importante en la gestión sostenible del agua. En 2015, construyó su planta de procesamiento de comidas listas, y en el mismo año incorporó su más reciente fundo, donde producen las mejores frutas del norte peruano. También recibió una certificación importante relacionada a la promoción de la equidad de género en el ambiente laboral. En 2017, inició una iniciativa privada para la preservación y conservación de los recursos hídricos en la región de Lima y Callao.

En el año 2018, llevó a cabo la construcción de una moderna planta de procesamiento. Además, en ese mismo año, obtuvieron una certificación que asegura la protección de los derechos humanos y laborales en el entorno agrícola.

Un año después, en 2019, la empresa se adhirió a una norma que promueve el comercio justo y apoya a pequeños productores agrícolas. Esto permitió la asociación de dichos productores y facilitó su acceso a la norma social y de comercio justo.

En el año 2020, lograron la migración de la norma OHSAS 18001 a la norma ISO 45001, lo que demuestra el compromiso de la empresa en el cumplimiento de las normas de seguridad y salud ocupacional.

Finalmente, en el año 2021, la empresa se convirtió en la primera agroexportadora de La Libertad en enviar productos al mercado de la India, lo que representó una importante apertura de mercado para la exportación peruana.

4.1.1. Misión

Proveer a la humanidad alimentos nutritivos, saludables e innovadores, producidos con altos estándares de calidad, eficiencia y sostenibilidad, generando valor compartido.

4.1.2. Visión

Nutrir al mundo con soluciones alimenticias saludables y sostenibles.

4.1.3. Valores

- Integridad
- Cuidado y respeto
- Compromiso con la excelencia
- Agilidad para responder desafíos
- Liderazgo

4.1.4. Organigrama

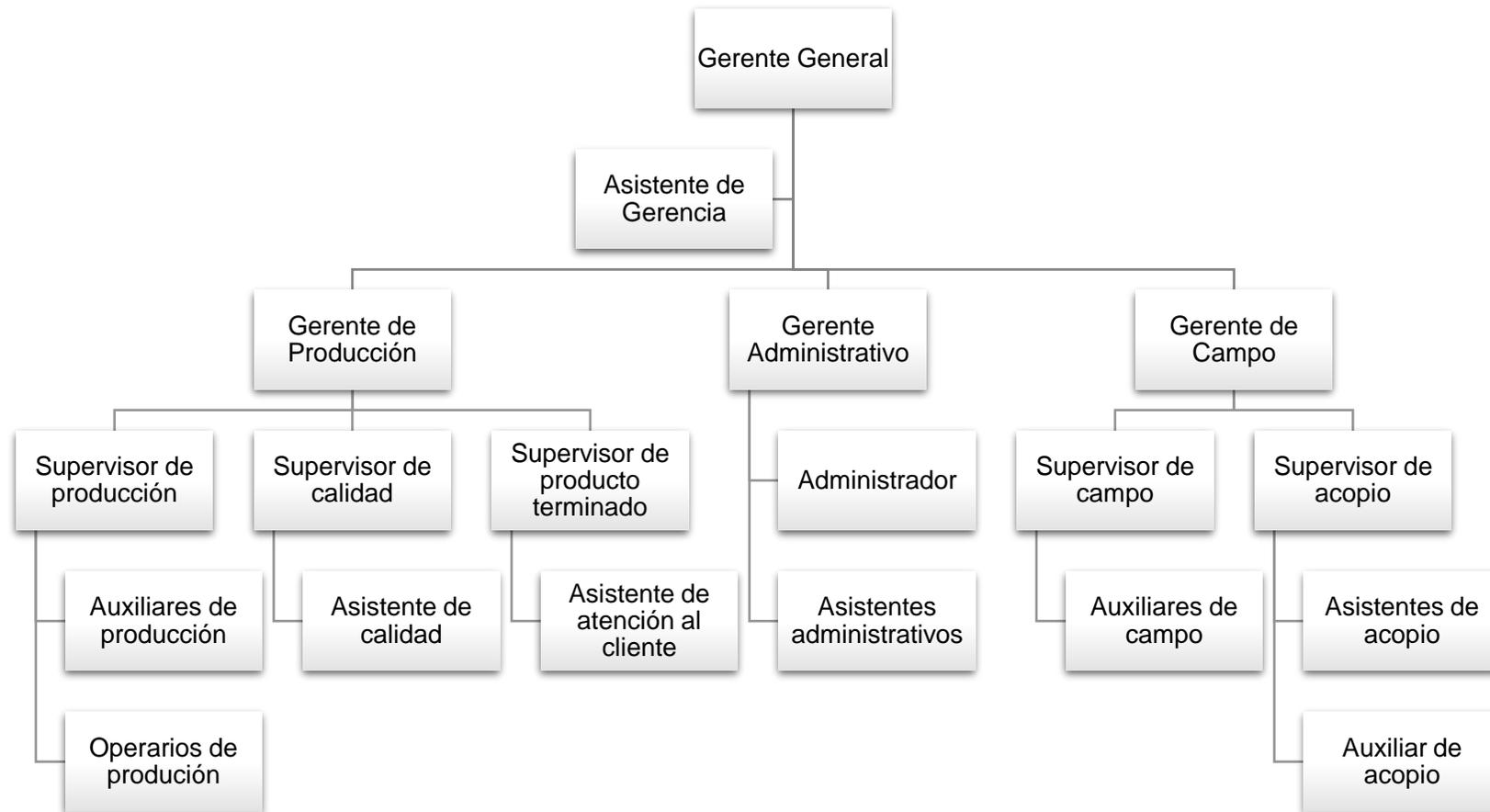


Figura 1. Organigrama de la planta procesadora de quinua

Fuente: Elaboración propia basada en la información de la empresa

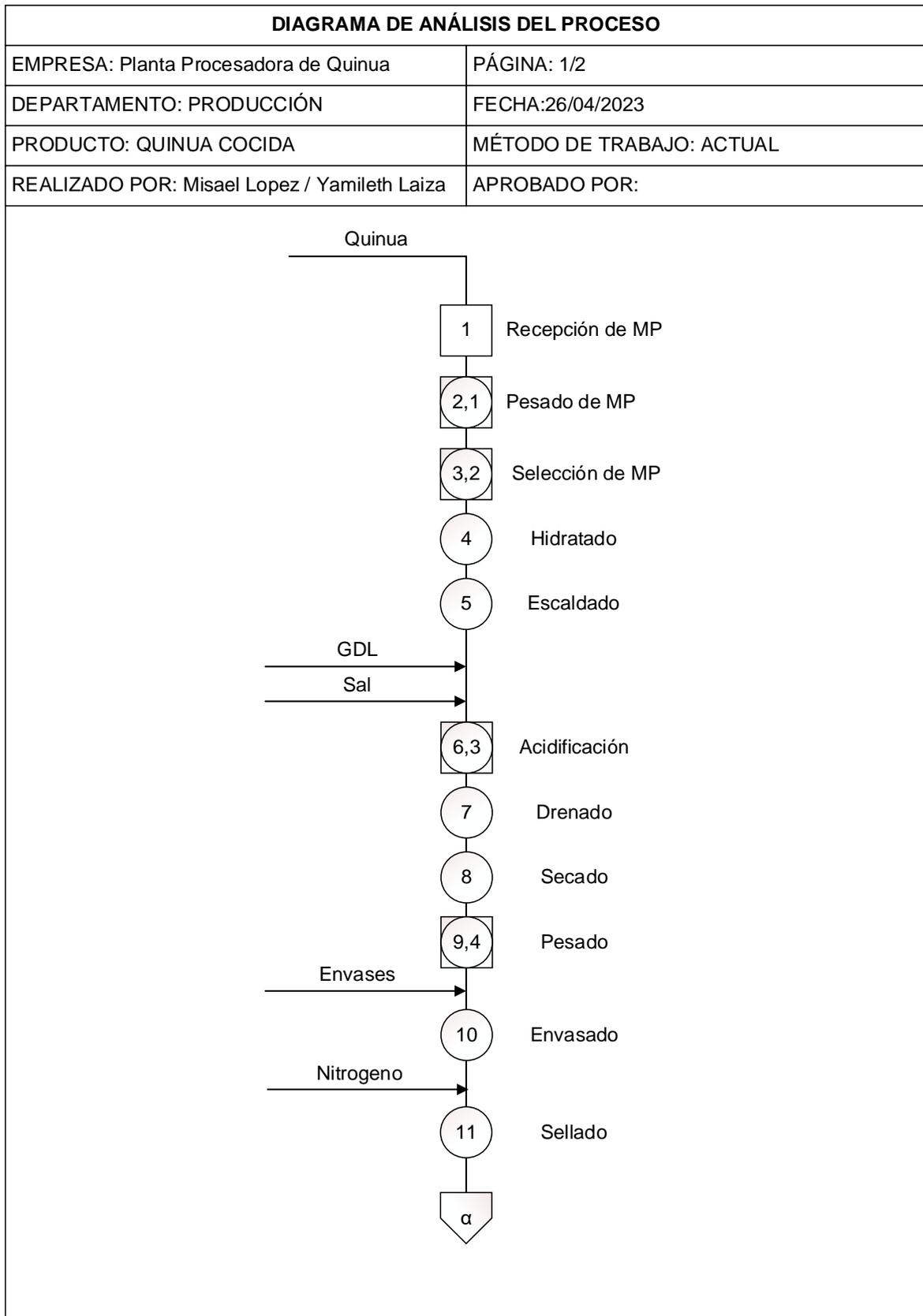
4.1.5. Productos

Tabla 2. Principales productos de la empresa

<p>Súper granos</p> 	<p>Quinoa Chía Aguaymanto</p>
<p>Ready meals</p> 	<p>Quinoa Lunch Quinoa cocida negra y roja Quinotto</p>
<p>Orgánico</p> 	<p>Quinoa blanca, roja y negra Chía Kiwicha</p>
<p>Gourmet</p> 	<p>Dips con quinoa Salsas Vinagretas</p>
<p>Hortalizas finas</p> 	<p>Espárrago Pimiento</p>
<p>Frutas</p> 	<p>Palta Arándanos Uva</p>

Fuente: Elaboración propia basada en la información de la empresa

4.1.6. Diagrama de análisis del proceso productivo en planta procesadora de quinua cocida



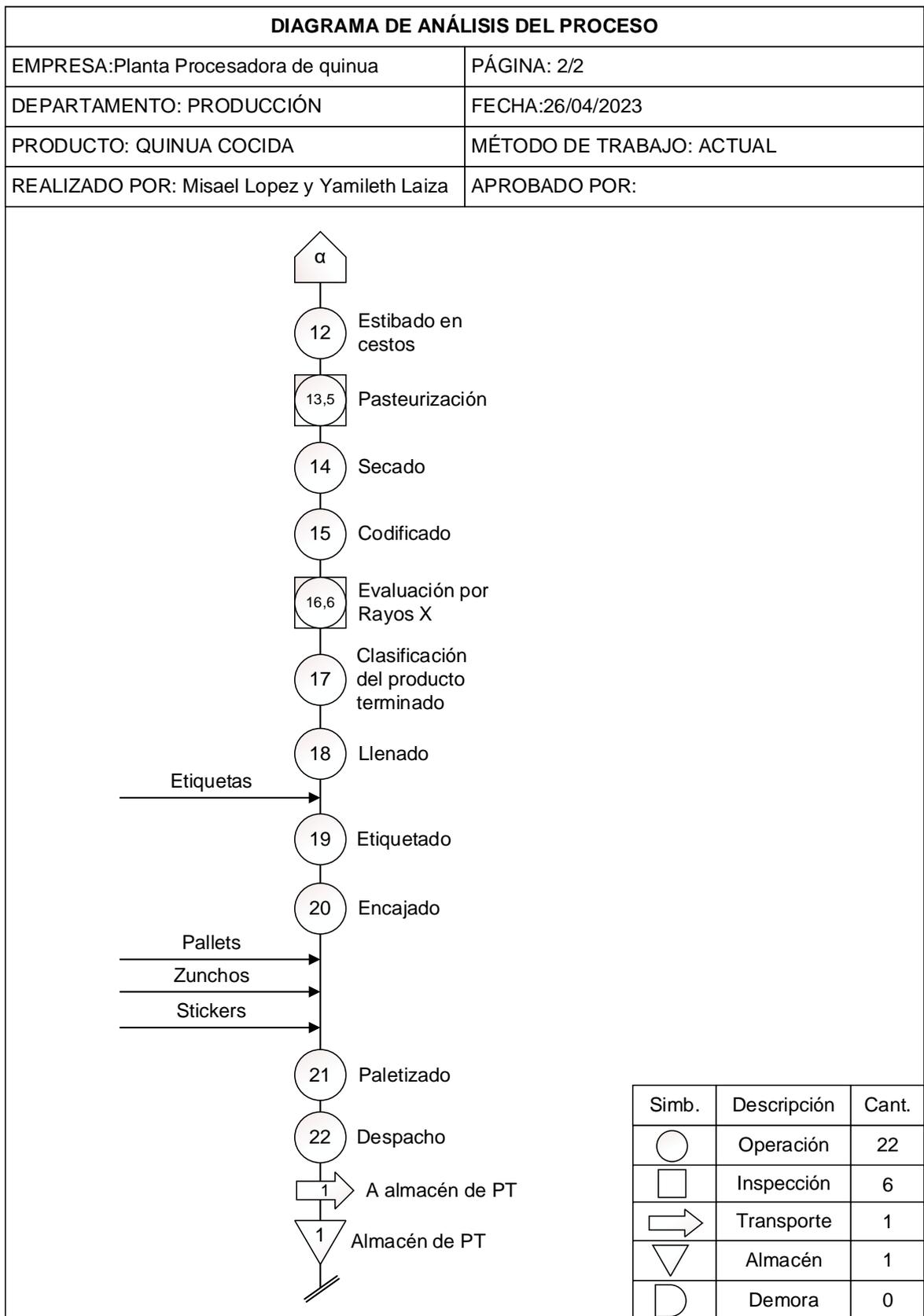
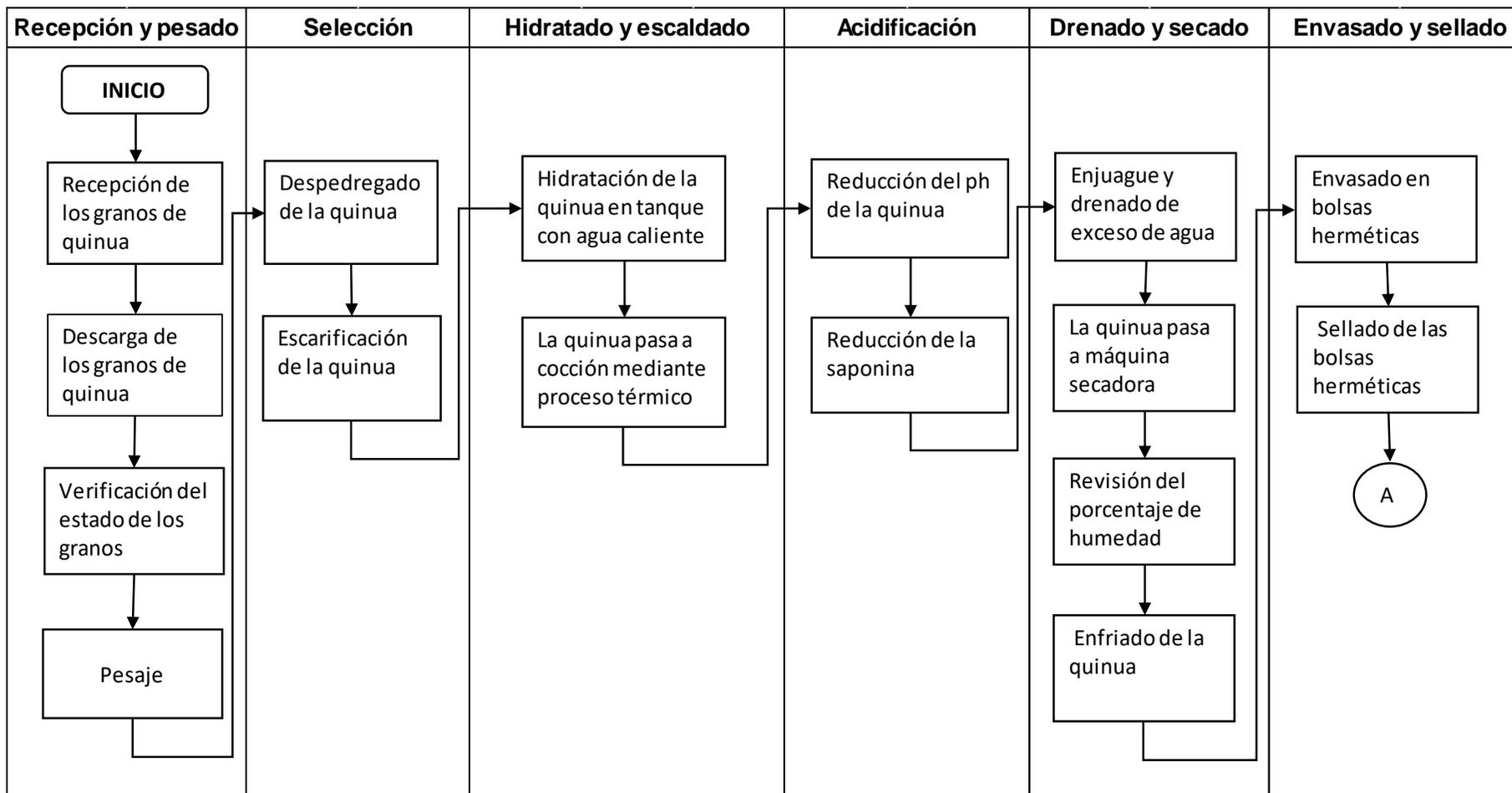


Gráfico 2. Diagrama de análisis del proceso productivo en planta

Fuente: Elaboración propia basada en la información de la empresa

4.1.7. Diagrama de flujo del proceso productivo en planta procesadora de quinua



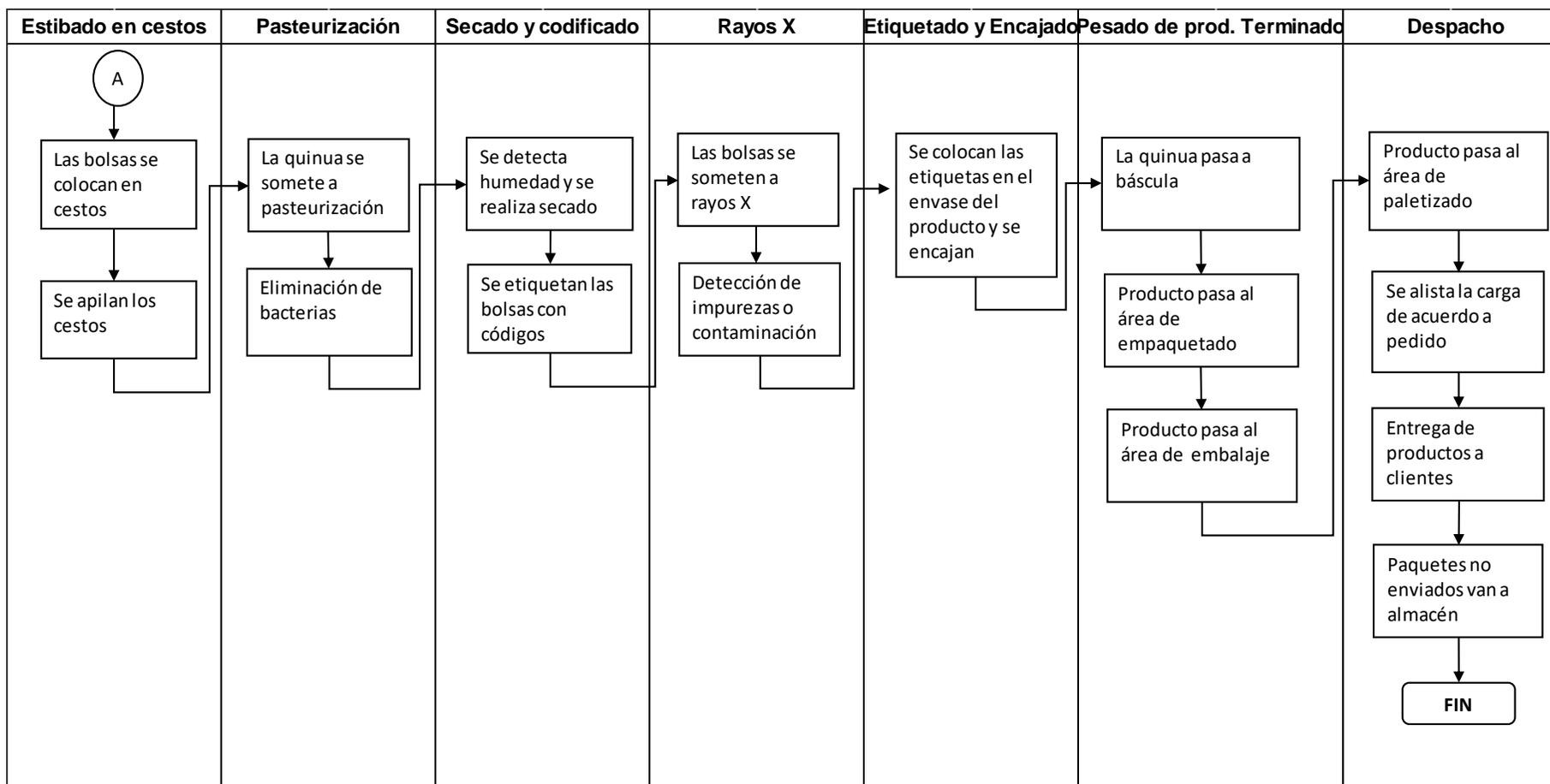


Gráfico 3. Diagrama de flujo del proceso productivo en planta procesadora de quinua

Fuente: Elaboración propia basada en la información de la empresa

4.2. Diagnóstico inicial

Para realizar un diagnóstico inicial de la planta procesadora de quinua y comprender los aspectos clave que impactan en la productividad, se emplearon dos herramientas fundamentales. En primer lugar, se utilizó el Value Stream Mapping (VSM) para visualizar y analizar el flujo de valor de los procesos, desde la recepción de la materia prima hasta la entrega del producto final, teniendo en cuenta que el proceso productivo tiene una merma del 8%. Esto permitió identificar los tiempos innecesarios y las ineficiencias que se presentaban en la cadena de producción. Además, se llevó a cabo una auditoría inicial 5S con el objetivo de evaluar y medir el nivel de implementación y cumplimiento de los principios y prácticas de las 5S en el entorno de trabajo. Esta auditoría permitió identificar áreas de mejora y establecer una línea base para la siguiente evaluación y comparación de progreso.

4.2.1. Mapa de flujo de valor actual (VSM)

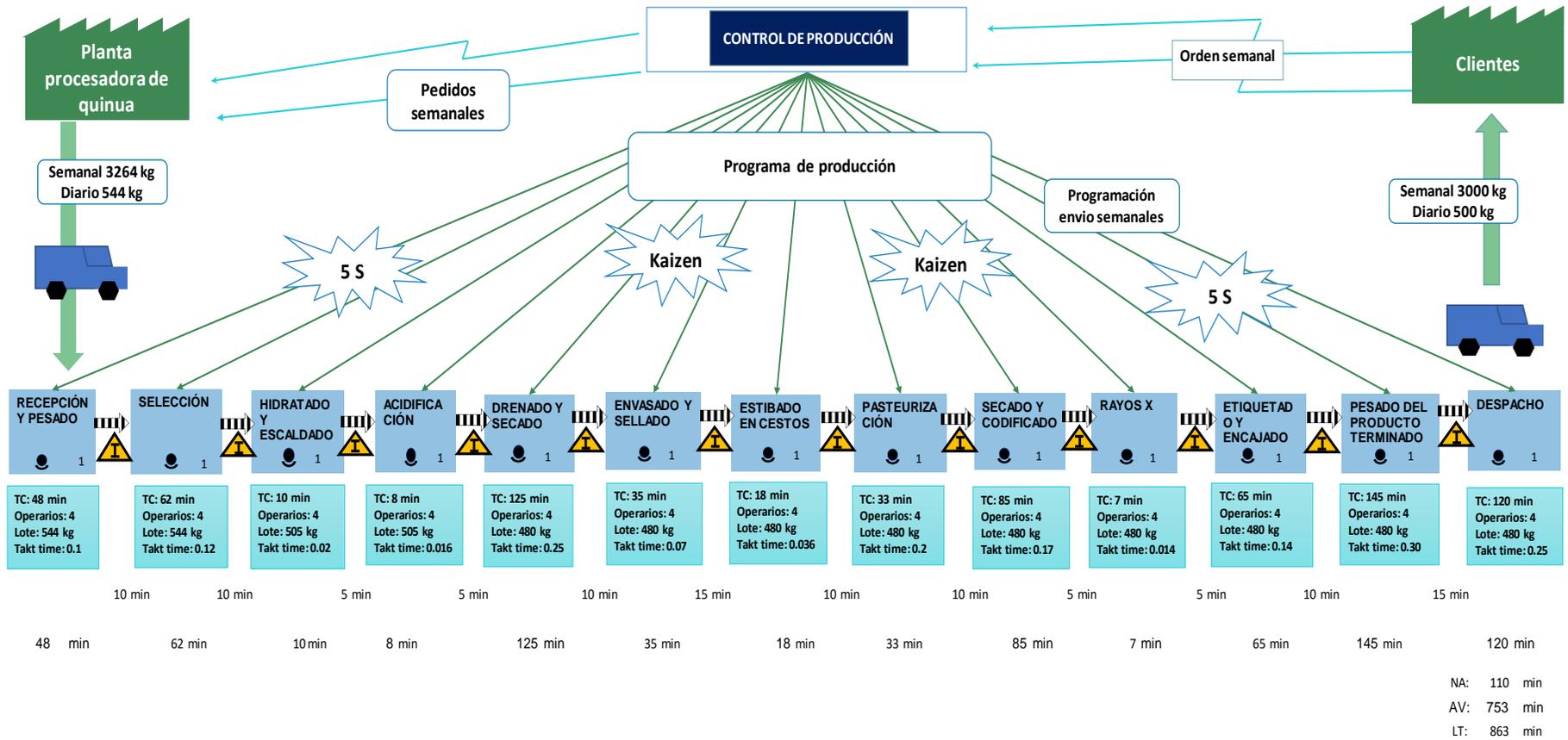


Gráfico 4. VSM del procesamiento de quinua

Fuente: Elaboración propia

En el grafico 4 se observa el VSM del procesamiento de la quinua para la elaboración de un producto de 250 gr de un lote de 3000 kg semanales y 500 kg diarios. Se obtuvo un lead time (LT) de 863 minutos tomando en cuenta un tiempo de proceso (AV) de 753 minutos y tiempo entre procesos (NA) de 110 minutos.

4.2.2. Auditoría inicial 5S

En la auditoría inicial realizada en la planta procesadora de quinua resumido en la Tabla 3, se encontró que la metodología 5s se había implementado en un 47.83%, lo que indica que hay margen de mejora en la aplicación de esta herramienta. La fase de la metodología que se había utilizado principalmente en la planta era la de orden y limpieza, lo que sugiere que se ha trabajado regularmente en la eliminación de elementos innecesarios y la organización de los espacios de trabajo.

Tabla 3. Resumen de la Auditoría Inicial 5s

5S	Esperado	Obtenido	%
Selección: Seiri	15	7	46.67%
Orden: Seiton	18	10	55.56%
Limpieza: Seiso	15	9	60.00%
Estandarización: Seiketsu	9	3	33.33%
Disciplina: Shitsuke	12	4	33.33%
Total	69	33	47.83%

Fuente: Elaboración propia

4.3. Diagnóstico de la productividad actual del proceso de producción

4.3.1. Eficiencia

Tabla 4. Diagnóstico de eficiencia por meses

Meses	N° semanas	Tiempo planificado (min)	TS T*(FA%+Tol%)	Tiempo total real (min)	TS T*(FA%+Tol%)	Variación %	$\frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$ Eficiencia semanal
Enero	1	4566	4794.3	5262	5525.1	15%	86.8%
	2	4566	4794.3	5317	5582.85	16%	85.9%
	3	4566	4794.3	5326	5592.3	17%	85.7%
	4	6088	6392.4	7136	7492.8	17%	85.3%
Febrero	5	4566	4794.3	5330	5596.5	17%	85.7%
	6	4566	4794.3	5296	5560.8	16%	86.2%
	7	4566	4794.3	5357	5624.85	17%	85.2%
	8	4566	4794.3	5322	5588.1	17%	85.8%
Promedio		4756.25	4994.06	5543.25	5820.41	17%	85.8%+-0.005
Coficiente de variabilidad		–	–	–	–	–	0.57%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 4 muestra los resultados del diagnóstico actual de eficiencia durante los meses de enero y febrero, los cuales se obtuvieron a partir de los datos del tiempo planificado y los registros del tiempo total real del proceso de producción semanal, cabe resaltar que el TS (Tiempo estándar) hace referencia al tiempo necesario para completar cada etapa del proceso de producción, teniendo en cuenta la FA (Frecuencia de aparición), que es el porcentaje de veces que se ha observado el proceso, el T (Tiempo) y la Tol (Tolerancia), que es el porcentaje de variación permitida en el tiempo necesario para completar cada etapa. De esta forma, los resultados del diagnóstico indican que, no se logró alcanzar los tiempos planificados en ninguno de los meses evaluados. Se obtuvo un TS promedio mensual de 4994.06 min hallado a partir del tiempo planificado semanal y un promedio de TS mensual de 5820.41 min hallado a partir del tiempo total real semanal, los tiempos variaron semanalmente con respecto al TS del tiempo planificado entre un 15% y 17%. Los porcentajes de eficiencia oscilan entre un 85.2% y un 86.8%, siendo el promedio $85.8\% \pm 0.005$ y el coeficiente de variabilidad de 0.57% significa tienen una baja variabilidad en relación con su media.

Tabla 5. Diagnóstico de eficiencia de procesos por meses

Meses	Procesos	Tiempo planificado por mes (min)	TS T*(FA%+Tol%)	Tiempo real sumatoria (min)	TS T*(FA%+Tol%)	Eficiencia mensual $\frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$	Promedio	Coefficiente de variabilidad
Enero	Recepción y pesado	1248	1310.4	1562	1640.1	79.9%	79.7%+-0.027	3.44%
Febrero		1152	1209.6	1457	1529.85	79.1%		
Enero	Selección	1612	1692.6	1848	1940.4	87.2%	87.4%+-0.017	1.95%
Febrero		1488	1562.4	1704	1789.2	87.3%		
Enero	Hidratado y escaldado	260	273	372	390.6	70.0%	69.9%+-0.013	1.84%
Febrero		240	252	344	361.2	69.8%		
Enero	Acidificación	208	218.4	293	307.65	70.9%	70.8%+-0.012	1.68%
Febrero		192	201.6	272	285.6	70.6%		
Enero	Drenado y secado	3250	3412.5	3431	3602.55	94.7%	94.7%+-0.007	0.81%
Febrero		3000	3150	3169	3327.45	94.7%		
Enero	Envasado y sellado	910	955.5	1117	1172.85	81.4%	81.4%+-0.023	2.85%
Febrero		840	882	1034	1085.7	81.3%		
Enero	Estibado de cestos	468	491.4	624	655.2	75.9%	75.5%+-0.065	8.67%
Febrero		432	453.6	579	607.95	75.0%		
Enero	Pasteurización	858	900.9	1095	1149.75	78.3%	78.6%+-0.032	4.09%
Febrero		792	831.6	1006	1056.3	78.9%		
Enero	Secado y codificado	2210	2320.5	2440	2562	90.5%	91.0%+-0.011	1.21%
Febrero		2040	2142	2229	2340.45	91.5%		
Enero	Rayos X	182	191.1	290	304.5	62.9%	<u>63.0%+-0.026</u>	4.12%

Febrero		168	176.4	267	280.35	63.0%		
Enero	Etiquetado y	1690	1774.5	1973	2071.65	85.7%	85.6%+-0.017	1.92%
Febrero	Encajado	1560	1638	1827	1918.35	85.4%		
Enero	Pesado de	3770	3958.5	4372	4590.6	86.2%	86.3%+-0.053	0.61%
Febrero	producto terminado	3480	3654	4028	4229.4	86.4%		
Enero	Despacho	3120	3276	3624	3805.2	86.1%	85.6%+-0.009	1.14%
Febrero		2880	3024	3389	3558.45	85.0%		

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 5 se muestra la eficiencia por procesos obtenido en los meses de enero y febrero, se observa que el proceso de pesado de producto terminado es el que toma más tiempo en completarse con un tiempo mensual de 4372 min y 4028 min, seguido del proceso de drenado y secado con 3431 min y 3169 min, despacho con 3624 min y 3389 respectivamente en ambos meses. Considerando los TS de estos procesos el tiempo se incrementó a 4590.6 min y 4229.4 min, 3602.55 min y 3327.45 min, 3805.2 min y 3558.45 min, respectivamente en ambos meses. Los porcentajes de eficiencia varían, siendo el proceso de Rayos X el que menor eficiencia presentó con un promedio de $63.0\% \pm 0.026$ y el proceso de drenado y secado el que mayor porcentaje de eficiencia presentó con un promedio de $94.7\% \pm 0.007$. El coeficiente de variabilidad señala que los datos del proceso de estibado en cestos tienen una gran variabilidad y heterogeneidad con 8.67%, contrario a los datos del proceso de drenado y secado con 0.81%, significa que los datos son bastante homogéneos y consistentes.

4.3.2. Eficacia

Tabla 6. Diagnóstico de Eficacia por meses

Meses	N° semanas	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Variación %	$\frac{\text{Prod. real}}{\text{Prod. planificada}} \times 100\%$ Eficacia semanal
Enero	1	2824	3000	-6%	94.1%
	2	2862	3000	-5%	95.4%
	3	2880	3000	-4%	96.0%
	4	3835	4000	-4%	95.9%
Febrero	5	2845	3000	-5%	94.8%
	6	2853	3000	-5%	95.1%
	7	2866	3000	-4%	95.5%
	8	2900	3000	-3%	96.7%
Promedio		2983.13	3125	-5%	95.4%+-0.007
Coefficiente de variabilidad		–	–	–	0.81%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 6 presenta los resultados del diagnóstico de eficacia para los meses de enero y febrero, los cuales se obtuvieron a partir de los datos de producción real y producción planificada. Los resultados indican que la empresa tuvo un promedio de producción real semanal de 2983.13 kg en contraste con la producción promedio planificada de 3125 kg, presentó variaciones de -3% y -6% con respecto de la producción de la semana anterior durante ambos meses. Así mismo presentó niveles de eficacia, con valores que varían desde un 94.1% hasta un 96.7%, siendo el promedio 95.4%-0.007 y el coeficiente de variabilidad de 0.81% significa que los datos son bastante homogéneos y consistentes. Sin embargo, es importante destacar que siempre hay margen para mejorar estos resultados y alcanzar niveles aún más altos de eficacia.

4.3.3. Nivel de productividad

Tabla 7. Diagnóstico del nivel de productividad por meses

Meses	N° semanas	Eficiencia	Eficacia	Productividad semanal <i>Efici × Efic</i>
Enero	1	86.8%	94.1%	81.7%
	2	85.9%	95.4%	81.9%
	3	85.7%	96.0%	82.3%
	4	85.3%	95.9%	81.8%
	5	85.7%	94.8%	81.2%
Febrero	6	86.2%	95.1%	82.0%
	7	85.2%	95.5%	81.4%
	8	85.8%	96.7%	82.9%
Promedio		85.4%	95.4%	81.9%+-0.005
Coefficiente de variabilidad		–	–	0.65%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 7 se presentan los resultados del diagnóstico del nivel de productividad de los meses de enero y febrero, los cuales se basan en los datos de eficiencia y eficacia encontrados previamente. Los resultados semanales indican que los niveles de productividad no son muy elevados, ya que varían desde un 81.2% hasta

un 82.9%, encontrando un promedio de productividad de $81.9\% \pm 0.005$ y el coeficiente de variabilidad de 0.65% significa que los datos tienen una moderada homogeneidad y consistencia. Por lo tanto, es importante implementar una metodología Lean que permita mejorar este resultado y optimizar los procesos de la empresa.

4.3.4. Productividad de materia prima

Tabla 8. Diagnóstico de la productividad de materia prima por meses

Meses	N° semanas	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %	Productividad
						$\frac{\text{Producción real (unid)}}{\text{Materia prima (kg)}}$ semanal
Enero	1	11296	12000	2780.23	-6%	4.06
	2	11448	12000	2817.64	-5%	4.06
	3	11520	12000	2835.36	-4%	4.06
	4	15340	16000	3775.56	-4%	4.06
	5	11380	12000	2800.90	-5%	4.06
Febrero	6	11412	12000	2808.78	-4%	4.06
	7	11464	12000	2821.58	-4%	4.06
	8	11632	12000	2862.93	-3%	4.06
Promedio		11936.50	12500	2937.87	-4%	4.06+-6.714
Coefficiente de variabilidad		–	–	–	–	1.65%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 8 se presentan los resultados del diagnóstico del nivel de productividad de materia prima de los meses de enero y febrero, los cuales se basan en la producción real en unidades y materia prima utilizada en kilogramos. Los resultados indican que se tuvo un promedio de producción real semanal de 11936.50 unidades en contraste con la producción promedio planificada de 12500 unidades semanales. A su vez, se encontró un promedio de 2937.87 kg de materia prima utilizada por semana. La producción semanal de las unidades tuvo variaciones entre -3% y -6%. La productividad dio como resultado un promedio de 4.06 en ambos meses, esto indica que se produjeron 4.06 unidades por cada kilogramo invertido y el coeficiente de variabilidad de 1.65% significa que los datos son relativamente homogéneos y consistentes.

4.3.5. Análisis Causa-Raíz

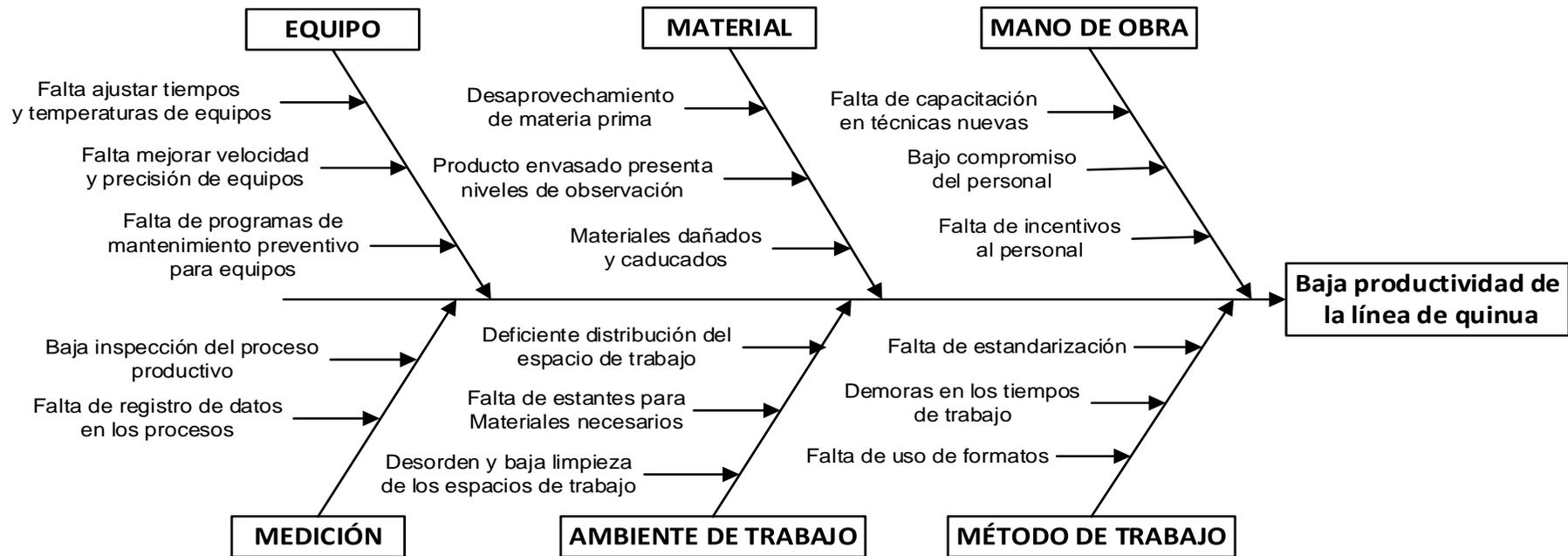


Figura 2. Diagrama de Ishikawa

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 2 se observa el diagrama de Ishikawa, el cual identifica las principales causas-raíz de una baja productividad. Se señala que aspectos como el equipo, material, mano de obra, medición, ambiente de trabajo y método de trabajo están presentando inconvenientes que afectan el desempeño eficiente, eficaz y productivo de la planta procesadora de quinua.

Tabla 9. Correlación de importancia entre causas

Causas	C.R.	CR1	CR2	CR3	CR4	CR5	CR6	CR7	CR8	CR9	CR10	CR11	CR12	CR13	CR14	CR15	CR16	CR17	-	
Falta de capacitación en técnicas nuevas	CR1		3	3	2	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	2	2	30
Desaprovechamiento de materia prima	CR2	3		1	3	1	0	2	1	2	2	3	2	3	3	1	2	1	1	30
Producto envasado presenta niveles de observación	CR3	3	1		2	1	0	0	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	29
Falta de estandarización	CR4	2	3	2		1	0	2	1	2	3	2	0	2	1	0	1	0	0	22
Deficiente distribución del espacio de trabajo	CR5	2	1	1	1		3	2	3	3	2	0	2	0	0	2	0	0	0	22
Falta de estantes para materiales necesarios	CR6	0	0	0	0	3		3	3	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	13
Demoras en los tiempos de trabajo	CR7	2	2	0	2	2	3		2	3	3	3	2	3	3	2	3	2	2	37
Materiales dañados y caducados	CR8	2	1	2	1	3	3	2		3	2	2	1	0	0	2	0	2	2	26
Desorden y baja limpieza de los espacios de trabajo	CR9	2	2	2	2	3	2	3	3		2	2	3	0	0	2	0	3	3	31

Falta de uso de formatos	CR10	2	2	3	3	2	0	3	2	2		2	0	3	0	0	0	0	24
Baja inspección del proceso productivo	CR11	2	3	3	2	0	0	3	2	2	2		3	2	0	2	0	0	26
Bajo compromiso del personal	CR12	0	2	2	0	2	1	2	1	3	0	3		0	0	3	0	0	19
Falta de registro de datos en los procesos	CR13	2	3	2	2	0	0	3	0	0	3	2	0		0	0	0	0	17
Falta de ajustes en los tiempos y temperaturas de equipos	CR14	2	3	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0		0	1	0	12
Falta de incentivos al personal	CR15	2	1	2	0	2	1	2	2	2	0	2	3	3	3		1	1	27
Falta de mejora en la velocidad y precisión de equipos	CR16	2	2	2	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	1	1		0	12
Falta de programas de mantenimiento preventivo para equipos	CR17	2	1	2	0	0	0	2	2	3	0	0	0	0	0	1	0		13

Nota. (I) importancia, (C.R.) causa raíz. Elaboración propia

La Tabla 9, presenta la evaluación de cada causa raíz identificada en el diagrama de Ishikawa, tomando en cuenta tanto su nivel de ocurrencia como su importancia en relación al impacto que tiene en el problema. El nivel de ocurrencia indica la frecuencia con que se presenta cada causa, mientras que la importancia mide su impacto en la situación analizada.

Tabla 10. Ocurrencia e importancia de las causas raíces

C.R.	Descripción	O	I	O*I	P%	P.A. (%)
CR7	Demoras en los tiempos de trabajo	10	37	370	12.73%	12.73%
CR2	Desaprovechamiento de materia prima	10	30	300	10.32%	23.05%
CR9	Desorden y baja limpieza de los espacios de trabajo	9	31	279	9.60%	32.65%
CR1	Falta de capacitación en técnicas nuevas	9	30	270	9.29%	41.93%
CR3	Producto envasado presenta niveles de observación	9	29	261	8.98%	50.91%
CR15	Falta de incentivos al personal	8	27	216	7.43%	58.34%
CR8	Materiales dañados y caducados	8	26	208	7.16%	65.50%
CR11	Baja inspección del proceso productivo	8	26	208	7.16%	72.65%
CR10	Falta de uso de formatos	7	24	168	5.78%	78.43%
CR4	Falta de estandarización	7	22	154	5.30%	83.73%
CR5	Deficiente distribución del espacio de trabajo	7	22	154	5.30%	89.03%
CR12	Bajo compromiso del personal	5	19	95	3.27%	92.29%
CR13	Falta de registro de datos en los procesos	5	17	85	2.92%	95.22%
CR6	Falta de estantes para materiales necesarios	4	13	52	1.79%	97.01%
CR17	Falta de programas de mantenimiento preventivo para equipos	3	13	39	1.34%	98.35%
CR14	Falta de ajustes en los tiempos y temperaturas de equipos	2	12	24	0.83%	99.17%
CR16	Falta de mejora en la velocidad y precisión de equipos	2	12	24	0.83%	100.00%
				2907	100.00%	

Nota: (I) importancia, (O) ocurrencia, (C.R.) causa raíz, (P)porcentaje, (P.A.) porcentaje acumulado. Elaboración propia

En el gráfico 5, el diagrama Pareto muestra como el 80% de las causas corresponden a las 9 primeras causas raíces de acuerdo al ordenamiento de Ocurrencia e Importancia (CR7, CR9, CR1, CR2, CR3, CR15, CR8, CR11 y CR10).

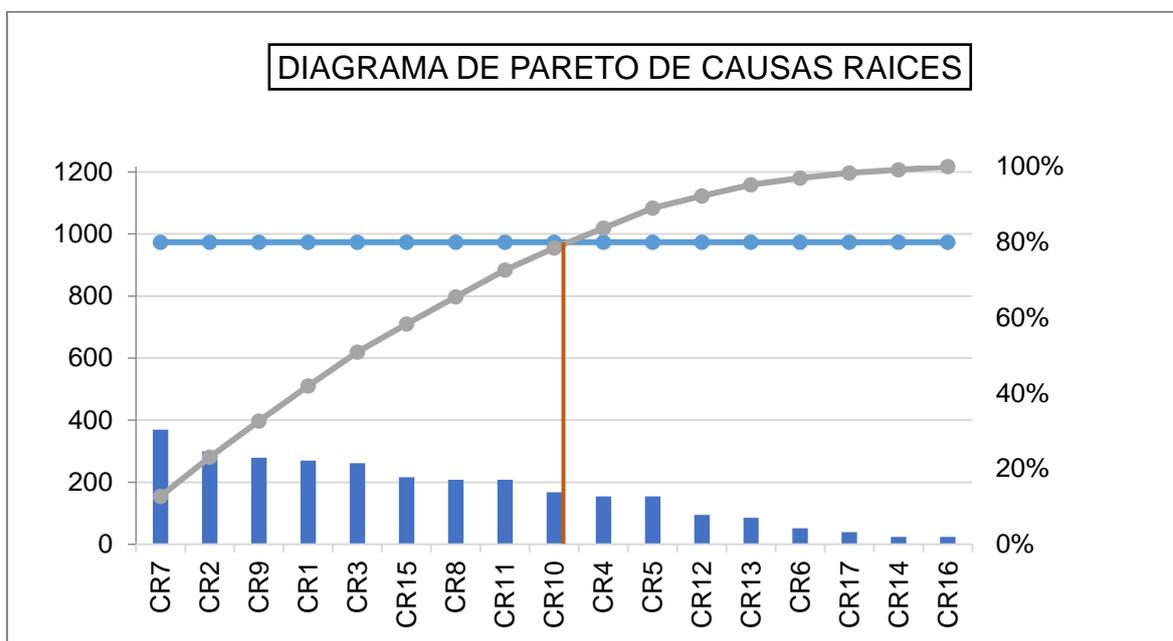


Gráfico 5. Diagrama Pareto de las causas raíces del problema

Fuente: Elaboración propia

A partir del diagnóstico de la productividad durante los procesos de producción, se ha descubierto que las deficiencias identificadas en el análisis de causa-raíz son una evidencia del impacto significativo en los niveles de productividad de la planta procesadora de quinua. Esto se comprueba en los niveles de productividad hallados durante los meses de enero y febrero de la Tabla 7.

4.3.6. Propuestas de mejora

Tabla 11. Procesos para metodología 5s y Kaizen

Procesos	Metodología	
	5S	Kaizen
Recepción y pesado	X	X
Selección	X	X
Hidratado y escaldado	X	
Acidificación	X	
Drenado y secado	X	
Envasado y sellado	X	
Estibado en cestos	X	
Pasteurización	X	
Secado y codificado	X	
Rayos X	X	
Etiquetado y Encajado	X	X
Pesado del producto terminado	X	X
Despacho	X	X

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 11 se observa que los trece procesos son considerados para la implementación de la metodología 5S, esta incluye la implementación de estaciones de trabajo limpias y organizadas para el personal encargado de los procesos, establecimiento de procedimientos de inspección visual y criterios, capacitación del personal en nuevas técnicas que permitan agilizar los procesos,

implementación de cronograma de limpieza y desinfección en las áreas que lo requieran, así como programas regulares de mantenimiento preventivo para los equipos, en general la organización de las áreas para reducir los tiempos de búsqueda de materiales y productos. Por otro lado, se observa que la implementación de la metodología Kaizen se está considerando en cinco procesos, a continuación, se detalla las propuestas de esta metodología:

Tabla 12. Propuestas de mejora Kaizen

Procesos	Metodología Kaizen
Recepción y pesado	Eliminación de operaciones y desplazamientos innecesarios.
Selección	Optimizar el proceso de selección de la quinua empleando un método combinado de escarificado y lavado ligero.
Etiquetado y encajado	Mejorar la velocidad y la precisión del proceso de etiquetado y encajado.
Pesado del producto terminado	Agilizar el proceso de pesado eliminando operaciones repetitivas.
Despacho	Establecer un sistema de paletizado que permita organizar los pedidos con anticipación y minimizar errores.

Fuente: Elaboración propia

4.3.7. Herramienta 5W-2H

Tabla 13. Herramienta de mejoramiento 5W-2H

¿Qué?	¿Por qué?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Cuánto?
Estrategia Seiri (Clasificación)	Materiales dañados y caducados	En toda la planta de procesamiento de quinua.	Operarios de producción	Durante la primera semana de la implementación de la metodología 5S (marzo)	Mediante la aplicación de criterios de clasificación	S/.18 204.50
Estrategia Seiton (Organización)	Desorden y baja limpieza de los espacios de trabajo, Producto envasado presenta niveles de observación, Baja inspección del proceso productivo			Durante la segunda semana de la implementación de la metodología 5S (marzo)	Mediante la distribución de materiales, rotulación y demarcación de puntos específicos	
Estrategia Seiso (Limpieza)	Falta de uso de formatos y estandarización			Durante los dos meses de la implementación (marzo-abril): diariamente, dos veces por semana y semanalmente de acuerdo a la magnitud de la tarea	Mediante el establecimiento de programa de limpieza	
Estrategia Seiketsu (Estandarización)	Falta capacitación en técnicas nuevas, Falta de incentivos al personal			A partir de la tercera de la implementación (abril): diariamente	Mediante la implementación de un manual de procedimientos	
Estrategia Shitsuke (Disciplina)				Durante la última semana de la implementación de la metodología 5S (abril) y posteriormente de acuerdo a un	Mediante el establecimiento de programa de capacitaciones	S/. 7 800.00

				cronograma de capacitación		
Metodología Kaizen Eliminación de operaciones y desplazamientos innecesarios.	Demoras en los tiempos de trabajo	En el proceso de recepción y pesado	Aprobación del supervisor de producción	En conjunto con la implementación de la metodología 5S (marzo-abril)	Mediante un análisis de los procesos	S/. 1 860
Metodología Kaizen Optimizar el proceso de selección de la quinua empleando un método combinado de escarificado y lavado ligero.	Desaprovechamiento de materia prima	En el proceso de selección	Aprobación del Supervisor de calidad			S/. 6 503.84
Metodología Kaizen Mejorar la velocidad y la precisión del proceso de etiquetado y encajado.	Demoras en los tiempos de trabajo	En el proceso de etiquetado y encajado	Aprobación Supervisor de producto terminado	En conjunto con la implementación de la metodología 5S (marzo-abril)	Mediante un análisis de los procesos	S/. 23 011.50
Metodología Kaizen Agilizar el proceso de pesado eliminando operaciones repetitivas.		En el proceso de pesado de producto terminado	Aprobación Supervisor de producción			
Metodología Kaizen Establecer un sistema de paletizado que permita organizar los pedidos con anticipación y minimizar errores.		En el proceso de despacho	Aprobación Supervisor de producto terminado			

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 13 se puede observar que, tras aplicar la herramienta 5W-2H de mejora continua, se identificó la falta de ciertas actividades que están afectando la productividad en la planta procesadora de quinua. Para enfrentar esta situación, se propone la implementación de técnicas de Lean Manufacturing en las instalaciones, con el objetivo de mejorar el proceso productivo y reducir los tiempos de procesamiento. También se ha considerado la reorganización de las áreas de trabajo, sin impactar negativamente en los demás procedimientos.

4.4. Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing

4.4.1. Metodología 5´s

4.4.1.1. Planificación de la implementación

En primer lugar, se tomó en cuenta actividades preliminares a la implementación de la metodología 5S, estas actividades se muestran en la siguiente figura:



Gráfico 6. Actividades preliminares

Fuente: Elaboración propia

- Se realizó una reunión con la dirección de la planta procesadora de quinua en donde se presentó la propuesta de implementación de la metodología 5S, en ella se informó a los directivos con la finalidad de sensibilizar sobre la importancia y los beneficios de la metodología 5S en una empresa y en los procesos que la componen.
- Seguidamente se definió el alcance de la aplicación de la metodología 5S y se decidió que todos los procesos serían abordados, ya que en estas áreas se encuentran todos los materiales a emplear y, sobre todo, se procesa la materia prima.
- Posteriormente, se estableció que un equipo de trabajo sería el encargado de liderar este proceso y de los resultados de la mejora de los procesos de producción.

- Se establecieron limitaciones en cuanto a la disponibilidad de recursos, personal y tiempo para llevar a cabo la implementación de la metodología 5S.

4.4.1.2. Actividades de la implementación

Anuncio de la implementación: Después de las actividades preliminares, se realizó el anuncio del inicio de la implementación de la metodología 5S para que el personal se involucre en las actividades, esto se llevó a cabo con la colaboración de la dirección la cual organizó una reunión general, así mismo realizó la presentación formal de los investigadores como asesores 5S.

Conformación del comité 5S: La dirección designó al supervisor de producción como auditor, a los investigadores como líderes 5S y los 4 operarios encargados de realizar los procesos de planta fueron designados como facilitadores. Cabe mencionar que las funciones de cada uno son:

- **Líder 5S:** liderar el equipo de implementación de la metodología 5S. Debe asegurarse de que se cumplan los objetivos y plazos establecidos para la implementación.
- **Auditor:** realizar inspecciones periódicas en las áreas de trabajo para evaluar el cumplimiento de los estándares establecidos en la metodología 5S. Debe documentar las observaciones y generar informes para su revisión por parte del equipo de implementación.
- **Facilitador:** facilitar y coordinar las actividades de implementación. Debe asegurarse de que el equipo cuente con los recursos necesarios y de que las actividades se realicen de manera adecuada y oportuna.



Gráfico 7. Conformación del comité 5S

Fuente: Elaboración propia

Capacitación para la implementación de la metodología 5S: En este punto se abordó el tema de la mejora continua y la importancia de adoptar prácticas sostenibles en el lugar de trabajo. Luego se profundizó en cada una de las cinco fases de la metodología 5S, explicando en qué consiste cada una de ellas y cómo aplicarlas en la práctica. Se detallaron los objetivos de aplicación y los beneficios que se pueden obtener al implementar la metodología. Además, se comunicó a los participantes las posibles dificultades que pueden surgir en el proceso de implementación y cómo abordarlas.

A continuación, se presenta el cronograma general de actividades para la implementación de la metodología 5S:

N°	Actividades	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Auditoría inicial 5S	█																			
2	Anuncio de la implementación				█																
3	Conformación del comité 5S					█															
4	Capacitación: implementación de la metodología 5S								█												
5	Implementación Seiri									█											
6	Implementación Seiton												█								
7	Implementación Seiso													█							
8	Implementación Seiketsu																█				
9	Implementación Shitsuke																	█			
10	Auditoría final 5S																				█

Figura 3. Cronograma de implementación: metodología 5S

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.3. Implementación Seiri

La fase inicial de la implementación de la metodología de las 5S en la planta procesadora de quinua consiste en la etapa de clasificación (Seiri). En esta fase, se llevaron a cabo actividades para clasificar todos los materiales y artículos presentes en la planta de producción. El objetivo fue establecer criterios de selección para identificar qué materiales son valiosos para el proceso productivo y cuáles no aportan valor y, por lo tanto, deben ser eliminados o retirados de la planta.

El auditor fue el encargado clave en esta etapa, ya que fue el responsable de validar los criterios de selección. Además, el personal de cada subproceso tuvo que trabajar en conjunto para llevar a cabo las acciones asignadas.

Para la fase de clasificación, fue esencial realizar las siguientes actividades:

Determinación de los criterios de selección: Se identificaron las áreas y los equipos en los que se almacenan materiales y herramientas necesarias para la producción. El encargado de aprobar los criterios de selección de materiales y artículos presentes fue el supervisor de producción. La Tabla 14 muestra los criterios aprobados por el supervisor de producción.

Tabla 14. Criterios de selección para clasificación

Criterios	Descripción
Materiales necesarios	Aquellos que son fundamentales para el proceso productivo, los insumos para el procesamiento, los materiales de empaque, herramientas que se usan con mayor frecuencia.
Materiales innecesarios	Materiales vencidos, dañados, sobrantes, vencidos y que no correspondan a la planta.

Fuente: Elaboración propia

Aplicación de tarjetas rojas: La fase de clasificación de los materiales en la planta de producción se llevó a cabo mediante el uso de tarjetas rojas, la cual permitió identificar aquellos materiales innecesarios. En estas tarjetas se registran los datos principales de los materiales, y se detalla la acción que se va a tomar con ellos, aportando en la decisión de cómo deshacerse de los materiales y seleccionar los

productos que necesitaban ser retirados. En el Anexo 5 se observa la tarjeta roja diseñada.

Proceso para la clasificación: El flujograma del proceso de clasificación con los pasos a seguir para identificar los materiales necesarios de los innecesarios se encuentra en el Anexo 6.

Listado de los materiales necesarios identificados: Se identificó diversos materiales en las diferentes áreas como insumos de producción, envases, elementos de protección, entre otros. En la Tabla 15 se observa el listado.

Tabla 15. Lista de materiales necesarios

Materiales	Cantidad	Lugar donde se encontró
Sacos de quinua llenos	1000	Área de selección
Desinfectantes	7	Área de envasado y sellado
Lubricantes	8	Área de despacho
Empaques	3000	Área de despacho
Embalaje	10	Área de selección
Cestos	30	Área de clasificación
Guantes en empaque	5	Área de recepción y pesado
Mascarillas en empaque	6	Área de recepción y pesado
Gafas de protección	6	Área de clasificación
Tamizadoras	6	Área de hidratado y escaldado
Etiquetas	105	Área de despacho
Baldes de plástico	10	Área de recepción
Cajas vacías	12	Área de despacho
Escobas	4	Área de clasificación
Botas de seguridad	10	Área de recepción y pesado
Mangueras de agua	4	Área de hidratado y secado
Sillas	5	Área de recepción y pesado
Repuestos de máquina	7	Área de envasado y sellado
Parihuelas	10	Área selección
Carros metálicos en buen estado	5	Área de estibado en cestos
Coladores	6	Área de envasado y sellado

Fuente: Elaboración propia

Listado de los materiales innecesarios identificados: Después de la aplicación de la tarjeta roja, se identificó materiales innecesarios en las diferentes áreas. En la Tabla 16 se observa el listado.

Tabla 16. Lista de materiales innecesarios

Materiales	Cantidad	Motivo	Acción tomada
Sacos de quinua vacíos	50	No se utiliza	Reciclar
Bolsas plásticas	28	Dañado	Desechar
Baldes de plástico	3	Dañado	Desechar
Empaques	15	Dañado	Desechar
Parihuelas	2	Dañado	Reciclar
Desinfectantes	3	Caducado	Desechar
Equipo de seguridad	1	Dañado	Desechar
Objetos del personal	5	No se utiliza	Transferir
Lubricante	1	Dañado	Desechar
Embalajes	2	Dañado	Desechar
Cajas	5	Dañado	Reciclar
Cestos	5	Dañado	Desechar
Guantes usados	3	Peligroso	Desechar
Mascarillas usadas	4	Peligroso	Desechar
Escoba	1	Dañado	Desechar
Botas de seguridad usadas	2	Dañado	Desechar
Repuestos de máquina	5	Dañado	Desechar
Extintor	1	Caducado	Desechar
Útiles de escritorio	5	No se utiliza	Transferir

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.4. Implementación Seiton

Durante la etapa de organización (Seiton) en la planta de producción, se llevó a cabo la distribución de los materiales que fueron seleccionados para permanecer en la planta, asignándoles un lugar específico según los criterios establecidos y clasificándolos para una rápida localización, contando con la aprobación del jefe de la planta para los lugares asignados y el personal de planta para llevar a cabo las acciones correspondientes.

Para la fase de organización, fue esencial realizar las siguientes actividades:

Identificación del tipo de material: Se identificó en la *Tabla 17* si el material pertenecía a producción, limpieza y desinfección, mantenimiento o era un implemento de seguridad, de esta forma se podría establecer criterios específicos para su ubicación en la planta, tomando en cuenta que los materiales destinados a la producción debían estar ubicados en lugares de fácil acceso y cercanos a los equipos de producción, mientras que los implementos de seguridad debían estar ubicados en lugares de fácil acceso y cercanos a las áreas de riesgo, de modo que los trabajadores pudieran acceder a ellos rápidamente. De la misma forma, los

materiales destinados a limpieza y desinfección debían estar ubicados en puntos específicos y separados de los materiales destinados a producción para evitar contaminaciones cruzadas.

Organización de los materiales necesarios: Se llevó a cabo la distribución de los materiales seleccionados como necesarios en la planta, teniendo en cuenta su área y la frecuencia de uso, como se observa en la *Tabla 17*. Es importante destacar que los materiales más utilizados se ubicaron en lugares accesibles y cercanos a las áreas de producción, de tal forma que se reduzca el tiempo de traslado y se optimice el proceso productivo. Por otro lado, los materiales que se utilizan con menos frecuencia se ubicaron en áreas menos accesibles, pero que aun así puedan ser localizados sin dificultad. De esta manera, se logró una distribución adecuada de los materiales, permitiendo una mayor eficiencia en el proceso productivo y evitando tiempos muertos y pérdidas de materiales.

Tabla 17. Distribución de materiales necesarios

Materiales	Tipo	Ubicación
Parihuelas Carros metálicos en buen estado	Producción	Punto A: Marcaje para parihuelas y carros metálicos
Desinfectantes Balde de plástico Escobas	Limpieza y desinfección	Punto A: Estante de limpieza
Guantes en empaque Mascarillas en empaque Gafas de protección Botas de seguridad	Implemento de seguridad	Punto A: Estante para implementos de seguridad
Sacos de quinua llenos Lubricantes	Producción	Punto B: Marcaje de materia prima
Sillas Repuestos de máquina	Mantenimiento	Punto C: Estante para componentes de equipos
Empaques Embalaje Coladores Tamizadoras	Producción	Punto C: Estante para insumos de producción
Etiquetas Mangueras de agua		
Cestos	Producción	Punto D: Estantes con productos que pasarán a inspección
Cajas	Producción	Punto E: Paquetes de productos terminados

Fuente: Elaboración propia

Rotulación y demarcación: Después de haberse asignado las ubicaciones de los materiales, resultó esencial llevar a cabo la rotulación y demarcación de cada parte asignada, con el objetivo de identificarlas de manera clara y rápida. Asimismo, se procedió a pintar las zonas correspondientes al tránsito y a la seguridad. En la tabla 18 se observa los colores para el marcaje de piso.

Tabla 18. Colores para la demarcación de los puntos

Colores		Descripción
Amarillo		Se utilizó para el marcaje de carriles de tránsito y celdas de trabajo.
Blanco		Se utilizó para el marcaje de parihuelas, estante para productos de limpieza, estante para implementos de seguridad y carros metálicos.
Negro		Se utilizó para el marcaje de materia prima.
Azul		Se utilizó para el marcaje de estante para componentes de equipos y estante para insumos de producción.
Anaranjado		Se utilizó para el marcaje de estantes con productos que pasarán a inspección.
Verde		Se utilizó para el marcaje de paquetes de productos listos para despacho.
Rojo		Se utilizó para el marcaje de material de desecho.

Fuente: Elaboración propia basado en la NTP 399.010-1 2004

4.4.1.5. Implementación Seiso

Durante la etapa de limpieza (Seiso) en la planta procesadora de quinua se tuvo como objetivo la eliminación del exceso de polvo, suciedad y el mantenimiento de un ambiente de trabajo limpio. Para asegurar que se mantuviera la limpieza, se estableció una frecuencia diaria para tareas menores, dos a tres veces por semana para tareas moderadas y limpieza semanal para tareas mayores, según lo decidido

por el supervisor de producción. Además, se adquirieron los materiales e insumos necesarios para llevar a cabo esta actividad de manera eficiente y efectiva.

Para la fase de limpieza, fue esencial realizar las siguientes actividades:

Determinación de las responsabilidades: Para llevar a cabo esta fase, se contó con la responsabilidad de cada operario quienes se encargaron de mantener limpia las áreas de trabajo. Así mismo, el supervisor de producción fue el encargado de aprobar el cronograma de limpieza, solicitar los recursos a la dirección para poder cumplir con esta fase y fue quién realizó las inspecciones para asegurarse que los estándares de limpieza se estaban cumpliendo.

Programa de limpieza: Como se mencionó anteriormente, la limpieza debía realizarse diariamente, dos veces por semana y semanalmente de acuerdo a la magnitud de la tarea. El programa de limpieza se encuentra en el Anexo 7.

Proceso para inspección: Se diseñó un flujograma de los procedimientos que debe seguir el auditor para llevar a cabo la inspección de limpieza de las áreas, se puede observar en el Anexo 8.

Formato de inspección: Con el propósito de asegurar el mantenimiento y la limpieza adecuada de las áreas, se le brindó el auditor un formato de inspección para registrar el cumplimiento de las actividades llevadas a cabo por los operarios y verificar que se estén cumpliendo las tareas correctamente, este se encuentra en el Anexo 9.

Medición de resultados: Para determinar el porcentaje de cumplimiento de la limpieza se utilizó la siguiente fórmula:

$$x = \frac{\text{N}^\circ \text{ de días de limpieza realizada}}{\text{N}^\circ \text{ de días de limpieza planificada}}$$

A su vez, se toma en cuenta que la inspección se realizó durante 2 meses, es decir 8 semanas que serían un total de 48 días. Por lo tanto, se encontró el siguiente resultado:

Tabla 19. Porcentaje de cumplimiento de limpieza

N° de semanas	N° de días de limpieza realizada	N° de días de limpieza planificada	% alcanzado
1	4	6	67%
2	4	6	67%
3	4	6	67%
4	5	6	83%
5	5	6	83%
6	6	6	100%
7	6	6	100%
8	6	6	100%
Total	40	48	83%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 19 muestra que, en las tres primeras semanas de inspección no se lograba que los trabajadores cumplieran con el 100% de los días de limpieza planificados, llegando solo a un 67%. Sin embargo, luego de aplicar las acciones correctivas del caso, el porcentaje fue incrementándose, alcanzando el 100% en las próximas semanas.

Antes de la limpieza



Después de la limpieza



Figura 4. Orden y limpieza antes y después

Fuente: Elaboración propia

4.4.1.6. Implementación Seiketsu

La estandarización (Seiketsu) es la cuarta fase de la metodología de las 5S, la cual implica la estandarización de los procesos y actividades establecidos en las tres fases anteriores. Durante esta etapa, se tomó en cuenta los criterios de selección establecidos en la fase de clasificación, los criterios de organización y las actividades de limpieza de la tercera fase de la metodología. En el Anexo 10 se muestra el manual de procedimientos propuesto.

4.4.1.7. Implementación Shitsuke

La etapa final de la implementación de la herramienta de las 5S en la planta procesadora de quinua es la disciplina (Shitsuke), la cual se logra a través de la educación y toma de conciencia de los empleados. Para ello, se realizó un programa de capacitaciones que ayuden a mantener la herramienta de forma duradera y se pueda aplicar en todo momento, inclusive cuando se cuente con nuevo personal. En el Anexo 11 se puede observar el programa propuesto.

4.4.1.8. Auditoría Final 5S

En la auditoría final realizada en la planta procesadora de quinua resumido en la Tabla 20, se encontró que la metodología 5s se encuentra presente en un 86.96%, lo que indica que se ha dado una mejora del 39.13% a través de la aplicación de esta herramienta, revirtiendo el 47.83% de la auditoría inicial. La fase de la metodología que ha logrado buenos avances fueron principalmente limpieza y orden, lo que sugiere que se ha trabajado exitosamente estas fases en la eliminación de elementos innecesarios y la limpieza de los espacios de trabajo.

Tabla 20. Resumen de la Auditoría Final 5s

5S	Esperado	Obtenido	%
Selección: Seiri	15	13	86.67%
Orden: Seiton	18	16	88.89%
Limpieza: Seiso	15	14	93.33%
Estandarización: Seiketsu	9	7	77.78%
Disciplina: Shitsuke	12	10	83.33%
Total	69	60	86.96%

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Metodología Kaizen

4.4.2.1. Aplicación de herramienta Kaizen en: Recepción y pesado

Objetivo: Eliminar operaciones y desplazamientos innecesarios.

También se pueden presentar los siguientes objetivos:

- Mejorar la eficiencia del proceso
- Optimizar el flujo de trabajo

Alcance: La aplicación de la herramienta Kaizen se da en el proceso de recepción y pesado, específicamente al momento de preparar las básculas y realizar el transporte de la quinua.

Método actual: El proceso inicia con la entrega de la materia prima por parte del proveedor, se verifican los documentos de la entrega y se procede a descargar la materia prima en el área de recepción y pesado. Se toma una muestra de cada saco entregado por el proveedor con el fin de identificar y verificar si cumple con los estándares de calidad requeridos, como el tipo (B-C) y el porcentaje de humedad. Esta información se registra detalladamente en el comprobante de compra. Luego se preparan las básculas y se continúa con el pesado. Se registran los datos del peso en el formato correspondiente para ser comparados con el peso esperado. Se verifica la calidad y las condiciones de los sacos para decidir si rechazar o aprobar el lote de quinua. Finalmente se genera un informe de recepción y pesado, y se apilan los sacos donde corresponde.

Señalados los procedimientos que se llevan a cabo en el método actual, se elabora el Diagrama de Análisis de Procesos que se muestra en la tabla 21. En ella se observa que el proceso actual de recepción y pesado se realiza en 05 operaciones, 03 transportes, 04 inspecciones, 01 demora y 01 almacenamiento; teniendo un total de 54 minutos y traslado de 100 metros entre la entrada y el área de recepción y pesado.

Tabla 21. Diagrama de análisis de proceso actual de recepción y pesado

Proceso: Recepción y Pesado				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de producción			Operación	●	5			
Área	Recepción y pesado			Transporte	→	3			
Hora de inicio	7:00			Inspección	■	4			
Hora de término	7:54			Demora	○	1			
Tiempo total	0:54:00			Almacenamiento	▼	1			
Fecha	09/01/2023			Distancia	metros	100			
Turno	Día			Tiempo	min	0:54:00			
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	→	○	■	▼	
1	El operario busca al supervisor de producción para informarle sobre la llegada de la carga.	25	0:02:00						
2	El supervisor se desplaza hacia la zona de ingreso de la carga.	25	0:02:00						
3	El supervisor verifica la documentación de la entrega.	0	0:04:00						Se observa factura y guía de remisión.
4	Los demás operarios se desplazan al área de recepción y pesado.	25	0:03:00						
5	Los operarios realizan la descarga de la quinua.	0	0:08:00						Lo realizan de forma manual, cargando sobre los hombros.
6	El supervisor toma una muestra de lo entregado por el proveedor con el fin de identificar y verificar si cumple con los estándares de calidad.	0	0:05:00						Se identifica calidad de tipo B-C y % de humedad.
7	Los operarios trasladan los sacos manualmente hacia el área de pesado.	10	0:08:00						Lo realizan de forma manual, cargando sobre los hombros.
8	Los operarios preparan las básculas para el pesado.	0	0:02:00						
9	Los operarios pesan los sacos de quinua.	0	0:07:00						
10	El supervisor registra los datos del peso en el formato correspondiente y compara con el peso esperado.	0	0:04:00						
11	El supervisor verifica las condiciones de la materia prima para aprobar o rechazar el lote de quinua.	0	0:03:00						
12	Los operarios apilan los sacos aprobados en la zona correspondiente.	15	0:06:00						
Total		100	0:54:00	5	3	1	4	1	

Fuente : Elaboración propia

Método propuesto: Después de identificar una demora considerable al buscar al supervisor de producción para verificar la carga y esperar que los demás operarios se acerquen al área correspondiente, se propuso implementar el uso de radios bidireccionales con el objetivo de evitar desplazamientos y esperas innecesarias. Así mismo, se identificó que la verificación de las condiciones de la materia prima se realizaba de forma redundante. Para optimizar este proceso, se sugirió tomar no solo una muestra, sino dos muestras, y llevar a cabo una inspección visual exhaustiva desde el momento mismo de la recepción de la carga. Además, para eliminar el traslado manual, se recomendó adquirir más carritos metálicos. De esta manera, se disminuyó la carga laboral, se eliminó movimientos innecesarios y se priorizó la realización de la inspección en un solo momento durante el proceso de recepción y pesado.

A continuación, se presenta en la Tabla 22 el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) correspondiente al método propuesto. En ella se observa que el proceso propuesto de recepción y pesado se realiza en 07 operaciones, 02 transportes, 02 inspecciones y 01 almacenamiento; teniendo un total de 48 minutos y traslado de 50 metros entre la entrada y el área de recepción y pesado.

Tabla 22. Diagrama de análisis de proceso propuesto de recepción y pesado

Proceso: Recepción y Pesado				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de producción			Operación	●	5	7	2	
Área	Recepción y pesado			Transporte	➔	3	2	-1	
Hora de inicio	7:00			Inspección	■	4	2	-2	
Hora de término	7:48			Demora	⬇	1	0	-1	
Tiempo total	0:48:00			Almacenamiento	▼	1	1	0	
Fecha	08/05/2023			Distancia	metros	100	50	50	
Turno	Día			Tiempo	min	0:54:00	0:48:00	0:06:00	
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	➔	⬇	■	▼	
1	El operario usa el intercomunicador para informar al supervisor y demás operarios de producción sobre la llegada de la carga.	0	0:01:00	●					
2	El supervisor y operarios se desplazan hacia la zona de ingreso de la carga.	25	0:03:00		➔				
3	El supervisor verifica la documentación de la entrega.	0	0:04:00				■		Se observa factura y guía de remisión.
4	Los operarios realizan la descarga de la quinua.	0	0:08:00	●					
5	El supervisor toma dos muestras de lo entregado por el proveedor con el fin de identificar y verificar si cumple con los estándares de calidad.	0	0:10:00	●					Se identifica calidad de tipo B-C y % de humedad.
6	Los operarios trasladan los sacos aprobados por el supervisor hacia el área de pesado.	10	0:03:00		➔				Lo realizan mediante carritos metálicos.
7	Los operarios preparan las básculas para el pesado.	0	0:02:00	●					
8	Los operarios pesan los sacos de quinua.	0	0:07:00	●					
9	El supervisor registra los datos del peso en el formato correspondiente y compara con el peso esperado.	0	0:04:00				■		
10	Los operarios apilan los sacos aprobados en la zona correspondiente.	15	0:06:00					▼	
Total		50	0:48:00	7	2	0	2	0	

Fuente: Elaboración propia

Comparación del método actual y propuesto: La implementación de la metodología Kaizen en el proceso de recepción y pesado ha resultado en una notable mejora. Se ha logrado reducir la distancia recorrida en 50 metros y el tiempo requerido en 6 minutos al eliminar los desplazamientos y las verificaciones innecesarias. A continuación, se presenta un resumen comparativo entre el método actual y el método propuesto:

Tabla 23. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto

Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto
Operación		5	7
Transporte		3	2
Demora		1	0
Inspección		4	2
Almacenamiento		1	1
Distancia	metros	100	50
Tiempo	min	00:54:00	00:48:00

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.2. Aplicación de herramienta Kaizen en: Selección

Objetivo: Optimizar el proceso de selección de la quinua empleando un método combinado de escarificado y lavado ligero.

También se pueden presentar los siguientes objetivos:

- Mejorar la calidad del producto
- Incrementar la eficiencia del proceso
- Reducir pérdidas y desperdicios

Alcance: La aplicación de la herramienta Kaizen se da en el proceso de selección, específicamente al momento de realizar el escarificado de la quinua.

Método actual: El proceso inicia con la entrega de la materia prima una vez finalizado el proceso de recepción y pesado. En esta etapa, se realiza la eliminación de cuerpos extraños e impurezas gruesas mediante una máquina de despedregado. Luego, se procede con el lavado y enjuague antes de pasar a la escarificación. La escarificación implica someter la quinua a una fricción mecánica en una máquina especializada. Posteriormente, se realiza un nuevo lavado y enjuague de la quinua. Sin embargo, se ha identificado que existe una demora considerable al repetir esta etapa de lavado.

Señalados los procedimientos que se llevan a cabo en el método actual, se elabora el Diagrama de Análisis de Procesos que se muestra en la Tabla 24. En ella se observa que el proceso actual de selección se realiza en 07 operaciones, 06 transportes y 02 inspecciones, teniendo un total de 1 hora con 7 minutos y traslado de 16 metros entre las máquinas de despedregado, escarificado, lavado y secado.

Tabla 24. Diagrama de análisis de proceso actual de selección

Proceso: Selección				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo		Supervisor de calidad		Operación	●	7			
Área		Selección		Transporte	→	6			
Hora de inicio		7:56		Inspección	■	2			
Hora de término		9:03		Demora	◐	0			
Tiempo total		1:07:00		Almacenamiento	▼	0			
Fecha		09/01/2023		Distancia	metros	16			
Turno		Día		Tiempo	min	1:07:00			
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	→	◐	■	▼	
1	Los operarios reciben la quinua proveniente del proceso de recepción y pesado.	0	0:03:00	●					
2	Los operarios desplazan la quinua hacia la máquina de despedregado.	3	0:03:00	●	→				Lo realizan manualmente en sacos.
3	Eliminación mecánica de piedras y objetos no deseados.	0	0:16:00	●					
4	Un operario se desplaza al tanque de lavado.	2	0:01:00	●	→				
5	El operario llena el tanque de lavado y observa que se realice el procedimiento correctamente.	0	0:05:00	●					Lo realizan con ayuda de una manguera.
6	Los operarios desplazan la quinua despedregada a la máquina de secado.	3	0:03:00	●	→				Mediante baldes o canastas.
7	Secado de la quinua despedregada.	0	0:03:00	●					Mediante una pala se esparce la quinua en la máquina.
8	Los operarios desplazan la quinua hacia la máquina de escarificado.	3	0:03:00	●	→				
9	Remoción de la capa externa o saponina de los granos de quinua.	0	0:18:00	●					
10	Un operario se desplaza al tanque de lavado.	2	0:01:00	●	→				
11	El operario llena el tanque de lavado y observa que se realice el procedimiento correctamente.	0	0:05:00	●					
12	Los operarios desplazan la quinua escarificada a la máquina de secado.	3	0:03:00	●	→				
13	Secado de la quinua escarificada.	0	0:03:00	●					
Total		16	1:07:00	7	6	0	2	0	

Fuente : Elaboración propia

Método propuesto: Después de identificar que existe tiempo considerable al repetir la etapa de lavado después del despedregado y escarificado, se propone dar énfasis al método combinado. Este método consiste en escarificar la quinua para eliminar el porcentaje de saponina y luego someter a lavado para eliminar los restos. Este enfoque es el más recomendado para una planta procesadora de quinua, por lo tanto, no sería necesario lavar la quinua después del despedregado. Además, se propone disminuir el tiempo de despedregado y por el contrario agregar unos minutos al escarificado para reducir la presencia de granos partidos. Cabe resaltar que esta disminución de tiempo no disminuye la calidad, pues la máquina escarificadora también somete a fricción los granos de quinua. De esta manera, se evita exponer el grano a niveles excesivos de humedad y se logra un proceso de secado más rápido.

A continuación, se presenta en la Tabla 25 el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) correspondiente al método propuesto. En ella se observa que el proceso propuesto de selección se realiza en 05 operaciones, 04 transportes y 01 inspección, teniendo un total de 1 hora con 1 minuto y traslado de 11 metros entre las máquinas de despedregado, escarificado, lavado y secado.

Tabla 25. Diagrama de análisis de proceso propuesto de selección

Proceso: Selección				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de calidad			Operación	●	7	5	-2	
Área	Selección			Transporte	➔	6	4	-2	
Hora de inicio	7:50			Inspección	■	2	1	-1	
Hora de término	8:51			Demora	◐	0	0	0	
Tiempo total	1:01:00			Almacenamiento	▼	0	0	0	
Fecha	08/05/2023			Distancia	metros	16	11	5	
Turno	Día			Tiempo	min	1:07:00	1:01:00	0:06:00	
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	➔	◐	■	▼	
1	Los operarios reciben la quinua proveniente del proceso de recepción y pesado.	0	0:03:00	●					
2	Los operarios desplazan la quinua hacia la máquina de despedregado.	3	0:03:00	●					Lo realizan manualmente en sacos.
3	Eliminación mecánica de piedras y objetos no deseados.	0	0:15:00	●					
4	Los operarios desplazan la quinua hacia la máquina de escarificado.	3	0:01:00	●					Mediante baldes o canastas.
5	Remoción de la capa externa o saponina de los granos de quinua.	0	0:25:00	●					
6	Un operario se desplaza al tanque de lavado.	2	0:01:00	●					
7	El operario llena el tanque de lavado y observa que se realice el procedimiento correctamente.	0	0:05:00	●					Lo realizan con ayuda de una manguera.
8	Los operarios desplazan la quinua escarificada a la máquina de secado.	3	0:03:00	●					
9	Secado de la quinua escarificada.	0	0:05:00	●					Mediante una pala se esparce la quinua en la máquina.
Total		11	1:01:00	5	4	0	1	0	

Fuente: Elaboración propia

Comparación del método actual y propuesto: La implementación de la metodología Kaizen en el proceso de selección ha resultado en una notable mejora. Se ha logrado reducir la distancia recorrida en 5 metros y el tiempo requerido en 6 minutos al eliminar el lavado posterior al despedregado. A continuación, se presenta un resumen comparativo entre el método actual y el método propuesto:

Tabla 26. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto

Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto
Operación		7	5
Transporte		6	4
Demora		0	0
Inspección		2	1
Almacenamiento		0	0
Distancia	metros	16	11
Tiempo	min	01:07:00	01:01:00

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.3. Aplicación de herramienta Kaizen en: Etiquetado y encajado

Objetivo: Mejorar la velocidad y la precisión del proceso de etiquetado y encajado.

Alcance: La aplicación de la herramienta se da en el proceso de etiquetado y encajado, específicamente al momento en que la máquina envasadora realiza el etiquetado de los envases de la quinua.

Método actual: El proceso comienza con los operarios sacando los rollos de etiquetas y envases necesarios del estante correspondiente. Luego, se trasladan al área de etiquetado con los materiales y los colocan en la máquina envasadora. Mientras se realiza el proceso, un operario supervisa el procedimiento. Los envases con problemas en el etiquetado son retirados, y el supervisor realiza una inspección para asegurar que las etiquetas estén correctamente colocadas. Los envases con observaciones se separan y llevan a una zona de reparación, mientras que los sin observaciones se trasladan directamente al área de pesado y producto terminado. Durante este proceso, ocurren demoras debido a la necesidad de reemplazar

manualmente las etiquetas defectuosas o ilegibles. El supervisor verifica nuevamente el estado de los envases reparados antes de que sean trasladados al área de pesado del producto terminado.

Señalados los procedimientos que se llevan a cabo en el método actual, se elabora el Diagrama de Análisis de Procesos que se muestra en la Tabla 27. En ella se observa que el proceso actual de etiquetado y encajado se realiza en 05 operaciones, 04 transportes, 05 inspecciones y 04 demoras, teniendo un total de 1 hora con 15 minutos y traslado de 55 metros entre el área de almacenamiento y las máquinas de etiquetado y encajado

Tabla 27. Diagrama de análisis de proceso actual de etiquetado y encajado

Proceso: Etiquetado y encajado				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de producto terminado			Operación	●	5			
Área	Etiquetado y encajado			Transporte	➔	4			
Hora de inicio	3:15			Inspección	■	5			
Hora de término	4:30			Demora	⏸	4			
Tiempo total	1:15:00			Almacenamiento	▼	0			
Fecha	09/01/2023			Distancia	metros	55			
Turno	Día			Tiempo	min	1:15:00			
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	➔	⏸	■	▼	
1	Los operarios sacan del estante los rollos con las etiquetas que llevan la información requerida sobre el producto.	0	0:01:00	●					
2	El supervisor verifica que la cantidad sea la necesaria para el proceso.	0	0:01:00				●		Lo realiza mediante una lectora de barras inalámbrica
3	Los operarios preparan los envases que sirvan para la quinua procesada.	0	0:03:00	●					
4	El supervisor verifica que la cantidad sea la necesaria para el proceso.	0	0:01:00				●		Lo realiza mediante una lectora de barras inalámbrica
5	Los operarios trasladan las etiquetas y envases desde el área de almacenamiento al área de etiquetado y encajado.	25	0:04:00		●				Lo realizan de manera manual
6	Los operarios colocan los envases y etiquetas en la máquina envasadora.	0	0:02:00	●					
7	La maquina realiza el proceso de envasado y etiquetado y los operarios revisan que se lleve el proceso correctamente.	0	0:30:00	●			●		
8	Los operarios retiran los envases que hayan presentado alguna falla en el etiquetado.	0	0:03:00				●		
9	El supervisor realiza una inspección visual para verificar que las etiquetas y envases estén correctamente adheridas y legibles.	0	0:03:00				●		
10	Los operarios colocan los envases observados en cajas y lo trasladan a un área designada para su reparación.	10	0:02:00		●		●		
11	Los operarios colocan los envases sin observaciones en cajas y lo trasladan al área de pesado de producto terminado.	10	0:03:00	●			●		
12	Los operarios proceden a reemplazar las etiquetas defectuosas o ilegibles de manera manual en los envases que hayan presentado alguna falla en el etiquetado.	0	0:15:00				●		Lo realizan mediante una etiquetadora manual
13	El supervisor realiza una inspección visual para verificar que las etiquetas y envases reparados estén correctos.	0	0:04:00				●		
14	Los operarios colocan los envases reparados en cajas y lo trasladan al área de pesado de producto terminado.	10	0:03:00		●		●		
Total		55	1:15:00	5	4	4	5	0	

Fuente: Elaboración propia

Método propuesto: Se identificó que el estante donde se guardaban las etiquetas y envases para el proceso productivo se encontraban en el área de almacenamiento, lejos de la zona de etiquetado y encajado, por lo que tomaba minutos considerables el traslado de estos materiales. Después de revisar el área de etiquetado y encajado, se propuso la instalación de estantes que guarden estos materiales dentro del área, evitando traslados innecesarios. Así mismo se identificó que la máquina envasadora estaba presentando problemas con el etiquetado, algunos envases mostraban inclinación de la etiqueta, arrugas o irregularidades en el papel de etiqueta. Para solucionar esta situación se consultó con un técnico especialista quién para arreglar el problema de etiquetado inclinado ajustó la altura de los lados izquierdo y derecho de la caja de etiquetas según la posición del papel de etiquetas en la placa correspondiente. Para resolver las arrugas e irregularidades en el papel de etiqueta, ajustó el grosor de la película de goma en el rodillo y la posición del cepillo de etiquetas. Asimismo, reguló la posición de la placa de destino para asegurar una distribución uniforme del adhesivo. De esta forma se eliminaron las demoras por reparación de etiquetas y se mejoró la precisión del etiquetado.

A continuación, se presenta en la Tabla 28 el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) correspondiente al método propuesto. En ella se observa que el proceso propuesto de etiquetado y encajado se realiza en 05 operaciones, 01 transportes y 04 inspecciones, teniendo un total de 43 minutos y traslado de 14 metros entre los estantes y el área de etiquetado y encajado.

Tabla 28. Diagrama de análisis de proceso propuesto de etiquetado y encajado

Proceso: Etiquetado y encajado				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de producto terminado			Operación	●	5	5	0	
Área	Etiquetado y encajado			Transporte	➔	4	1	-3	
Hora de inicio	3:10			Inspección	■	5	4	-1	
Hora de término	3:53			Demora	○	4	0	-4	
Tiempo total	0:43:00			Almacenamiento	▼	0	0	0	
Fecha	08/05/2023			Distancia	metros	55	14	41	
Turno	Día			Tiempo	min	1:15:00	0:43:00	0:32:00	
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	➔	○	■	▼	
1	Los operarios sacan del estante los rollos con las etiquetas que llevan la información requerida sobre el producto.	0	0:01:00	●					
2	El supervisor verifica que la cantidad sea la necesaria para el proceso.	0	0:01:00						Lo realiza mediante una lectora de barras inalámbrica
3	Los operarios preparan los envases que servirán para la quinua procesada.	0	0:03:00	●					
4	El supervisor verifica que la cantidad sea la necesaria para el proceso.	0	0:01:00						Lo realiza mediante una lectora de barras inalámbrica
5	Los operarios colocan los envases y etiquetas en la máquina envasadora.	4	0:02:00	●					
6	La maquina realiza el proceso de envasado y etiquetado y los operarios revisan que se lleve el proceso correctamente.	0	0:30:00	●					
7	El supervisor realiza una inspección visual para verificar que las etiquetas y envases estén correctamente adheridas y legibles.	0	0:02:00						
8	Los operarios colocan los envases terminados en cajas y lo trasladan al área de pesado de producto terminado.	10	0:03:00	●	●				
Total		14	0:43:00	5	1	0	4	0	

Fuente: Elaboración propia

Comparación del método actual y propuesto: La implementación de la metodología Kaizen en el proceso de etiquetado y encajado ha resultado en una notable mejora. Se ha logrado reducir la distancia recorrida en 41 metros y el tiempo requerido en 32 minutos al instalar estantes en el área y realizar una mejora en la máquina envasadora. A continuación, se presenta un resumen comparativo entre el método actual y el método propuesto:

Tabla 29. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto

Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto
Operación		5	5
Transporte		4	1
Demora		4	0
Inspección		5	4
Almacenamiento		0	0
Distancia	metros	55	14
Tiempo	min	01:15:00	00:43:00

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.4. Aplicación de herramienta Kaizen en: Pesado de producto terminado

Objetivo: Agilizar el proceso de pesado eliminando operaciones repetitivas y reduciendo tareas manuales.

Alcance: La aplicación de la herramienta se da en el proceso de pesado de producto terminado, específicamente al momento en que se realiza la verificación del producto, estado de las cajas y sellado de las mismas.

Método actual: El proceso comienza con la calibración de las básculas que serán utilizadas en el pesado, luego los operarios realizan una identificación de las cajas que serán pesadas. Antes de comenzar con el pesado el supervisor y demás operarios revisan que los productos se encuentren en óptimas condiciones y colocan un código único de identificación en cada caja. En esta parte se observa una demora, pues los operarios revisan que las básculas se encuentren en 0 antes de pesar. El proceso continúa con el pesado de las cajas con el producto terminado y el registro del peso para que el supervisor verifique que esté dentro de los límites establecidos. El supervisor observa nuevamente que los productos se encuentren en óptimas condiciones, a su vez, los operarios retiran las cajas que tengan defectos en su presentación. Los operarios se desplazan al área de almacenamiento para conseguir cajas y reemplazar las defectuosas, prosiguen con

la colocación de códigos de identificación únicos en las cajas que sirvieron de reemplazo. Cabe resaltar que en los procedimientos anteriores se observaron más demoras. De ser necesario el supervisor documenta información u observaciones, posteriormente las cajas que pasaron la supervisión son enviadas para su empaquetado y embalado. Hasta ese momento se observa que el sellado de cajas se realiza de manera manual, es decir, cortando y pegando con cinta adhesiva, lo que toma bastante tiempo. Las cajas se apilan a espera de ser revisadas nuevamente antes de enviar al área de despacho.

Señalados los procedimientos que se llevan a cabo en el método actual, se elabora el Diagrama de Análisis de Procesos que se muestra en la Tabla 30. En ella se observa que el proceso actual de pesado de producto terminado se realiza en 07 operaciones, 02 transportes, 05 inspecciones, 05 demoras y 01 almacenamiento, teniendo un total de 2 horas con 46 minutos y traslado de 49 metros entre las áreas de pesado, almacenamiento, empaquetado y embalado.

Tabla 30. Diagrama de análisis de proceso actual de pesado de producto terminado

Proceso: Pesado de producto terminado				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de producto terminado			Operación	●	7			
Área	Pesado de producto terminado			Transporte	→	2			
Hora de inicio	4:35			Inspección	■	5			
Hora de término	7:21			Demora	○	5			
Tiempo total	2:46:00			Almacenamiento	▼	1			
Fecha	09/01/2023			Distancia	metros	49			
Turno	Día			Tiempo	min	2:46:00			
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	→	○	■	▼	
1	Un operario calibra y verifica las básculas que serán utilizadas en el pesado.	4	0:03:00	●					
2	Los operarios identifican las cajas con los productos terminados que se someterán al pesado.	0	0:05:00	●					Lo realizan mediante la observación
3	El supervisor y operarios revisan que los productos en las cajas se encuentren en óptimas condiciones antes del pesado.	0	0:10:00					●	
4	Los operarios colocan un código de identificación único en cada caja.	3	0:05:00	●					Lo realizan mediante una etiquetadora manual
5	Los operarios observan que las básculas estén en cero antes de colocar las cajas.	0	0:02:00					●	
6	Se colocan las cajas de producto terminado en las básculas para su pesado y a la vez se registra el peso de cada caja.	0	0:20:00	●					
7	El supervisor verifica que el peso este dentro de los límites establecidos por las especificaciones de calidad.	0	0:05:00					●	
8	El supervisor observa que los productos pesados se encuentren óptimos.	0	0:05:00					●	
9	Los operarios descartan las cajas con el producto terminado que no cumpla con los estándares de calidad establecidos.	0	0:02:00					●	Cajas que tengan defectos en su presentación
10	Los operarios se desplazan al almacén a traer cajas para reemplazar las que no cumplieron con los estándares de calidad establecidos.	30	0:03:00					●	
11	Los operarios colocan un código de identificación único en las cajas de reemplazo.	3	0:02:00					●	Lo realizan mediante una etiquetadora manual
12	El supervisor documenta información adicional u observaciones que considere pertinentes.	0	0:03:00	●					
13	Las cajas con los productos que pasaron la supervisión se trasladan al área de empaquetado.	5	0:15:00					●	
14	Los operarios cierran las cajas y la sellan de forma segura.	0	0:40:00	●					Lo realizan con cintas adhesivas y de manera manual
15	Los operarios se aseguran que las cajas estén seguras y protegidas.	0	0:03:00					●	
16	Los operarios continúan con el embalado de las cajas.	0	0:20:00	●					Los operarios realizan el embalado por grupos de 4 cajas.
17	Los operarios almacenan las cajas en el área a espera de la supervisión.	4	0:15:00					●	
18	El supervisor realiza una inspección visual de las cajas empaquetadas y embaladas.	0	3:03:00					●	
Total		49	2:46:00						

Fuente: Elaboración propia

Método propuesto: En el proceso actual se pudo observar considerables demoras como el hecho de volver a observar las básculas para asegurarse que estén en cero, se propone que esta acción se realice durante la calibración de las básculas. Además, se observaron más demoras debido a problemas con cajas defectuosas. Esto se debe a que existía una falta de orden y organización de los materiales en el área de almacenamiento, por lo que estos sufrían daños y deterioros, en conjunto con la metodología 5S se mejoró esta situación, por lo que las cajas dañadas y deterioradas fueron desechadas y se acomodaron estantes cerca al área de pesado para evitar traslados innecesarios hasta el almacenamiento, se instó a los operarios a mantener el orden para evitar más cajas defectuosas, a su vez se evita estar etiquetando nuevamente la caja de reemplazo con el código único. Se observó que existe una supervisión repetitiva cuando se trata de revisar que los productos dentro de las cajas se encuentran óptimos, se sugirió que la primera supervisión sea más exhaustiva para evitar repetir la inspección. Se propuso también el uso de dispensadores de cintas de embalaje con cortadores de sellado para reducir el tiempo y carga laboral en el procedimiento de sellado de caja, ya que antes se hacía de forma manual tomando mucho tiempo. De esta forma, se logra un ahorro de tiempo y de recursos agilizando el proceso de pesado.

A continuación, se presenta en la Tabla 31 el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) correspondiente al método propuesto. En ella se observa que el proceso propuesto de pesado de producto terminado se realiza en 07 operaciones, 01 transporte, 04 inspecciones y 01 demora teniendo un total de 2 horas y 14 minutos y traslado de 16 metros entre el área de pesado, empaquetado y embalado.

Tabla 31. Diagrama de análisis de proceso propuesto de pesado de producto terminado

Proceso: Pesado de producto terminado				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo		Supervisor de producto terminado		Operación	●	7	7	0	
Área		Pesado de producto terminado		Transporte	➔	2	1	-1	
Hora de inicio		4:35		Inspección	■	5	4	-1	
Hora de término		6:49		Demora	○	5	1	-4	
Tiempo total		2:14:00		Almacenamiento	▼	1	1	0	
Fecha		08/05/2023		Distancia	metros	49	16	33	
Turno		Día		Tiempo	min	2:46:00	2:14:00	32	
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	➔	○	■	▼	
1	Un operario calibra y verifica que las básculas estén en cero.	4	0:03:00	●					
2	Los operarios identifican las cajas con los productos terminados que se someterán al pesado.	0	0:05:00	●					Lo realizan mediante la observación
3	El supervisor y operarios revisan que los productos en las cajas se encuentren en óptimas condiciones antes del pesado.	0	0:15:00						
4	Los operarios colocan un código de identificación único en cada caja.	3	0:05:00	●					Lo realizan mediante una etiquetadora manual
5	Se colocan las cajas de producto terminado en las básculas para su pesado y a la vez se registra el peso de cada caja.	0	0:20:00	●					
6	El supervisor verifica que el peso este dentro de los límites establecidos por las especificaciones de calidad.	0	0:05:00						
7	El supervisor documenta información adicional u observaciones que considere pertinentes.	0	0:05:00	●					
8	Las cajas con los productos que pasaron la supervisión se trasladan al área de empaquetado.	5	0:15:00	●					
9	Los operarios cierran las cajas y la sellan de forma segura.	0	0:20:00	●					Lo realizan con cortadores de sellado de embalaje
10	Los operarios se aseguran que las cajas esten seguras y protegidas.	0	0:03:00						
11	Los operarios continúan con el embalado de las cajas.	0	0:20:00	●					Los operarios realizan el embalado por grupos de 4 cajas.
12	Los operarios almacenan las cajas en el área a espera de la supervisión.	4	0:15:00						
13	El supervisor realiza una inspección visual de las cajas empaquetadas y embaladas.	0	0:03:00						
Total		16	2:14:00						

Fuente: Elaboración propia

Comparación del método actual y propuesto: La implementación de la metodología Kaizen en el proceso de pesado de producto terminado ha resultado en una notable mejora. Se ha logrado reducir la distancia recorrida en 33 metros y el tiempo requerido en 32 minutos al organizar el área, quitar tareas repetitivas y manuales. A continuación, se presenta un resumen comparativo entre el método actual y el método propuesto:

Tabla 32. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto

Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto
Operación		7	7
Transporte		2	1
Demora		5	1
Inspección		5	4
Almacenamiento		1	1
Distancia	metros	49	16
Tiempo	min	02:46:00	02:14:00

Fuente: Elaboración propia

4.4.2.5. Aplicación de herramienta Kaizen en: Despacho

Objetivo: Establecer un sistema de paletizado que permita organizar los pedidos con anticipación y minimizar errores.

Alcance: La aplicación de la herramienta se da en el proceso de despacho, específicamente al momento en que se realiza el traslado de los paquetes embalados desde los pallets hasta el medio de transporte.

Método actual: El proceso inicia con el traslado de los paquetes desde el área de pesado hasta el área de despacho, estos son apilados en pallets por los operarios. Luego el supervisor genera los documentos de despacho y busca a los operarios para que inicien con la carga del producto al transporte. En ese momento se pudo observar una demora, ya que los operarios deben movilizarse nuevamente hacia el

área de despacho. Los operarios trasladan los paquetes desde los pallets para subirlas al transporte. Allí realizan el rotulado de los paquetes y el supervisor verifica que estén asegurados y protegidos. Seguidamente el supervisor actualiza el inventario y de ser necesario ordena regresar los paquetes que no serán entregados, esta situación no suele ocurrir, pero se considera dentro del DAP y se debe a causas externas en su mayoría. Los operarios trasladan los paquetes no enviados hacia los pallets nuevamente, significando una demora. El transporte ya listo se dirige hacia los destinos planificados para realizar la entrega del producto.

Señalados los procedimientos que se llevan a cabo en el método actual, se elabora el Diagrama de Análisis de Procesos que se muestra en la Tabla 33. En ella se observa que el proceso actual de despacho se realiza en 06 operaciones, 03 transportes, 01 inspección, 04 demoras y 01 almacenamiento, teniendo un total de 2 horas con 19 minutos y traslado de 139 metros entre las áreas de pesado y despacho

Tabla 33. Diagrama de análisis de proceso actual de despacho

Proceso: Despacho				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.	
Puesto de trabajo	Supervisor de producto terminado			Operación	●	6			
Área	Despacho			Transporte	➡	3			
Hora de inicio	7:25			Inspección	■	1			
Hora de término	9:44			Demora	⏸	4			
Tiempo total	2:19:00			Almacenamiento	▼	1			
Fecha	09/01/2023			Distancia	metros	139			
Turno	Día			Tiempo	min	2:19:00			
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.
				●	➡	⏸	■	▼	
1	Los operarios trasladan los paquetes embalados desde el área de pesado hasta el área de despacho.	20	0:15:00	●	➡				Cargan cada paquete en pareja de forma manual
2	Los operarios organizan y apilan en pallets los paquetes y se aseguran que estén estables y seguros.	5	0:10:00	●					Los pallets son inmóviles
3	El supervisor genera los documentos de despacho.	0	0:10:00	●					Los documentos pueden ser facturas, guías de remisión u otro requerido
4	El supervisor busca a los operadores para que se inicie con la carga del producto en el transporte.	50	0:06:00	●					Son dos medios de transporte
5	Los operarios se trasladan a la zona de despacho para iniciar con la carga del producto en el transporte.	30	0:04:00	●					
6	Los operarios trasladan los paquetes hacia el transporte desde los pallets.	15	0:15:00	●					Cargan cada paquete en pareja de forma manual
7	Los operarios suben los paquetes en el transporte.	4	0:10:00	●					Cargan cada paquete en pareja de forma manual
8	Los operarios colocan la información necesaria del producto en los paquetes embalados y aseguran la carga.	0	0:05:00	●					Pegan rotulos ya impresos anteriormente por el supervisor
9	El supervisor verifica que los productos estén debidamente asegurados y protegidos.	0	0:03:00	●					
10	El supervisor actualiza el inventario para reflejar los productos despachados	0	0:05:00	●					
11	El supervisor puede ordenar regresar algunos paquetes en caso haya sucedido algun problema logístico	0	0:02:00	●					Es una situación que no se da a menudo, puede deberse por cambios en la demanda, problemas con el transporte o motivos externos como bloqueo de carreteras o huelgas
12	Los operarios trasladan los paquetes no enviados hacia los pallets.	15	0:04:00	●					Cargan cada paquete en pareja de forma manual
13	El transporte se dirige hacia los destinos planificados.	0	0:35:00	●					
14	Se realiza la entrega de los productos al cliente.	0	0:15:00	●					
Total		139	2:19:00						

Fuente: Elaboración propia

Método propuesto: Después de identificar que los paquetes se trasladaban manualmente, se propuso el uso de carritos metálicos como en el proceso de recepción para reducir los tiempos. Además, se observó una demora considerable al momento en que el supervisor debe buscar a los operarios para que inicien la carga, en este problema se propone el uso de radios bidireccionales que se aplicó también en el proceso de recepción para evitar demoras y movimientos innecesarios dentro de la planta. Así mismo, se identificó que los pallets inmóviles causaban cargas laborales a los operarios, por lo que se propuso la adquisición de pallets con ruedas. De esta manera, se logran traslados más rápidos y seguros, evitando accidentes y cargas manuales que puedan afectar la salud de los trabajadores. También se pudo observar que se pueden presentar problemas logísticos, lo que causa demoras; para ello se sugirió establecer una comunicación eficiente y continua entre la planta procesadora, los transportistas y los destinatarios, asegurándose de transmitir información de manera clara. Mantener a todas las partes al tanto de los plazos, modificaciones en los planes de envío y cualquier otra información relevante para evitar malentendidos y retrasos innecesarios.

A continuación, se presenta en la Tabla 34 el Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) correspondiente al método propuesto. En ella se observa que el proceso propuesto de despacho se realiza en 07 operaciones, 04 transportes, 01 inspección y 01 almacenamiento, teniendo un total de 1 hora y 49 minutos y traslado de 74 metros entre el área de pesado y despacho.

Tabla 34. Diagrama de análisis de proceso propuesto de despacho

Proceso: Despacho				Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto	VAR.		
Puesto de trabajo	Supervisor de producto terminado			Operación	●	6	7	1		
Área	Despacho			Transporte	➔	3	4	1		
Hora de inicio	6:53			Inspección	■	1	1	0		
Hora de término	8:42			Demora	○	4	0	-4		
Tiempo total	1:49:00			Almacenamiento	▼	1	1	0		
Fecha	09/01/2023			Distancia	metros	139	74	65		
Turno	Día			Tiempo	min	2:19:00	1:49:00	30		
Nº	Descripción	Distancia (metros)	Tiempo (horas)	Actividad					OBS.	
				●	➔	○	■	▼		
1	Los operarios trasladan los paquetes embalados desde el área de pesado hasta el área de despacho.	20	0:05:00	●						Trasladan los paquetes en carritos metálicos
2	Los operarios organizan y apilan en pallets los paquetes y se aseguran que estén estables y seguros.	5	0:10:00	●						Los pallets tienen ruedas
3	El supervisor genera los documentos de despacho.	0	0:10:00	●						Los documentos pueden ser facturas, guías de remisión u otro requerido
4	El supervisor usa un intercomunicador para informar a los operadores el inicio de la carga del producto en el transporte.	0	0:02:00	●						Son dos medios de transporte
5	Los operarios se trasladan a la zona de despacho para iniciar con la carga del producto en el transporte.	30	0:04:00	●						
6	Los operarios trasladan los pallets con los paquetes hacia el transporte.	15	0:05:00	●						Los operarios empujan los pallets con ruedas hacia el transporte
7	Los operarios suben los paquetes en el transporte.	4	0:10:00	●						Cargan cada paquete en pareja de forma manual
8	Los operarios colocan la información necesaria del producto en los paquetes embalados y aseguran la carga.	0	0:05:00	●						Pegan rotulos ya impresos anteriormente por el supervisor
9	El supervisor verifica que los productos estén debidamente asegurados y protegidos.	0	0:03:00	●						
10	El supervisor actualiza el inventario para reflejar los productos despachados	0	0:05:00	●						
11	El transporte se dirige hacia los destinos planificados.	0	0:35:00	●						
12	Se realiza la entrega de los productos al cliente.	0	0:15:00	●						
Total		74	1:49:00							

Fuente: Elaboración propia

Comparación del método actual y propuesto: La implementación de la metodología Kaizen en el proceso de despacho ha resultado en una notable mejora. Se ha logrado reducir la distancia recorrida en 65 metros y el tiempo requerido en 30 minutos al implementar carros metálicos, radios bidireccionales, pallets móviles y mejorar la comunicación. A continuación, se presenta un resumen comparativo entre el método actual y el método propuesto:

Tabla 35. Cuadro resumen-comparativo del proceso actual y propuesto

Actividad	Símbolo	Actual	Propuesto
Operación		6	7
Transporte		3	4
Demora		4	0
Inspección		1	4
Almacenamiento		1	1
Distancia	metros	139	74
Tiempo	min	02:19:00	01:49:00

Fuente: Elaboración propia

4.4.3. Mapa de flujo de valor después de la mejora

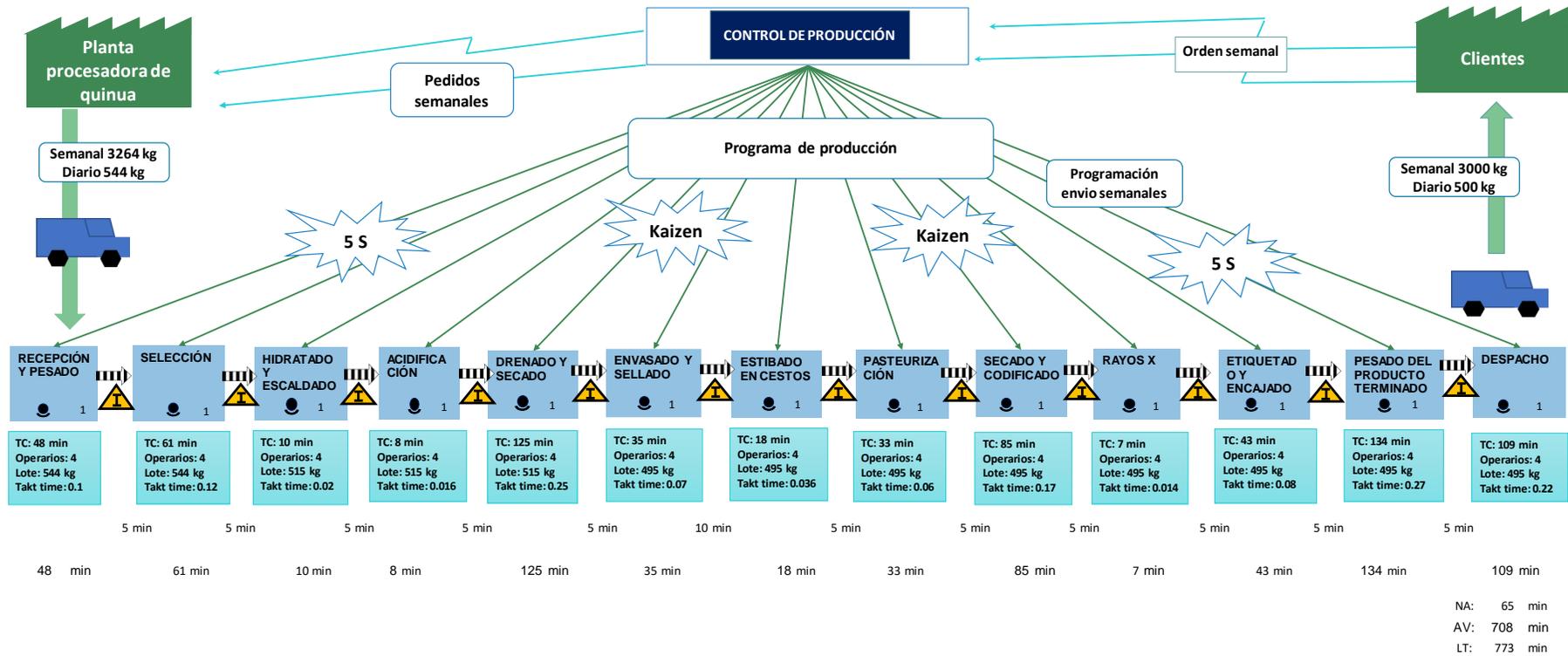


Gráfico 8. VSM del procesamiento de quinua después de la mejora

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 12 se observa el VSM del procesamiento de la quinua después de la mejora para la elaboración de un producto de 250 gr de un lote de 3000 kg semanales y 500 kg diarios. Se obtuvo un lead time (LT) de 773 minutos tomando en cuenta un tiempo de proceso (AV) de 708 minutos y tiempo entre procesos (NA) de 65 minutos. Con las mejoras propuestas, en la Tabla 35 se observa la variación en los tiempos:

Tabla 36. Comparativa del VSM actual y el VSM propuesto

Indicador	VSM actual	VSM propuesto	% de variación
Tiempo de proceso (AV)	753	708	5.98%
Tiempo entre procesos (NA)	110	65	40.91%
Tiempo total (LT)	863	773	10.43%

Fuente: Elaboración propia

4.5. Comparación de la producción pre test y post test del proceso de producción

Mediante la aplicación de metodología 5S y Kaizen se observa un incremento de la productividad como resultado de acciones como organizar los materiales y áreas, mantener el orden y limpieza, realizar capacitaciones, reducir los tiempos innecesarios e implementación de propuestas en la realización de los procesos en la planta de procesamiento de quinua. Para medir la productividad, se obtuvieron los datos registrados diariamente por los supervisores de planta y se llevó a cabo un análisis de los mismos. Durante el período de implementación de la metodología 5S y Kaizen, se recolectó información durante dos meses con el objetivo de evaluar la eficacia, eficiencia y productividad, la data completa se encuentra en el Anexo 10.

4.5.1. Eficiencia

A continuación, se presentan los resultados de eficiencia después de la implementación de la metodología 5S y Kaizen:

Tabla 37. Resultados de eficiencia por meses

Meses	N° semanas	Tiempo planificado (min)	TS T*(FA%+Tol%)	Tiempo total real (min)	TS T*(FA%+Tol%)	Variación %	Eficiencia semanal
							$\frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$
Marzo	1	4566	4794.3	4946	5193.3	8.32%	92.3%
	2	4566	4794.3	4949	5196.45	8.39%	92.3%
	3	4566	4794.3	4993	5242.65	9.35%	91.4%
	4	6088	6392.4	6637	6968.85	9.02%	91.7%
Abril	5	4566	4794.3	4962	5210.1	8.67%	92.0%
	6	4566	4794.3	4951	5198.55	8.43%	92.2%
	7	4566	4794.3	4979	5227.95	9.05%	91.7%
	8	4566	4794.3	4972	5220.6	8.89%	91.8%
Promedio		4756.25	4994.06	5173.63	5432.31	8.77%	91.9%+-0.003
Coficiente de variabilidad		–	–	–	–	–	0.34%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 36 muestra los resultados de eficiencia durante los meses de marzo y abril, los cuales se obtuvieron a partir de los datos del tiempo planificado y los registros del tiempo total real del proceso de producción semanal. De esta forma, los resultados del diagnóstico indican que, se logró mejorar los tiempos en los meses evaluados. Se obtuvo un TS promedio mensual de 4994.06 min hallado a partir del tiempo planificado semanal y un promedio de TS mensual de 5432.31 min hallado a partir del tiempo total real semanal, los tiempos variaron semanalmente con respecto al TS del tiempo planificado entre un 8% y 9%. Los porcentajes de eficiencia oscilan entre un 91.4% y un 92.3%, siendo el promedio $91.9\% \pm 0.003$ y el coeficiente de variabilidad de 0.34% significa tienen una baja variabilidad en relación con su media.

La Tabla 37 muestra la comparativa de los niveles de eficiencia previos y posteriores a la implementación de la metodología 5S y Kaizen. Como se observa, se tuvo un incremento en la eficiencia por meses de 6.1%.

Tabla 38. Eficiencia antes y después

Indicador	Promedio		
	Metodología 5S y Kaizen		
Eficiencia	Pre test	Enero-Febrero	$85.8\% \pm 0.005$
	Post test	Marzo-Abril	$91.9\% \pm 0.003$

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 38 se muestra la eficiencia por procesos obtenido en los meses de marzo y abril, se observa que los porcentajes de eficiencia varían, siendo el proceso de Rayos X el que menor eficiencia presentó con un promedio de $68.9\% \pm 0.024$ y el proceso de drenado y secado el que mayor porcentaje de eficiencia presentó con un promedio de $96.2\% \pm 0.005$. El coeficiente de variabilidad señala que los datos del proceso de acidificación presentan variabilidad y heterogeneidad con 4.90%, contrario a los datos del proceso de drenado y secado con 0.46%, lo que indica que los datos son bastante homogéneos y consistentes.

Tabla 39. Resultados de eficiencia por procesos

Meses	Procesos	Tiempo planificado por mes (min)	TS T*(FA%+ Tol%)	Tiempo real sumatoria (min)	TS T*(FA%+ Tol%)	Eficiencia mensual $\frac{\text{Tiempo planificado}}{\text{Tiempo real}} \times 100\%$	Promedio	Coeficiente de variabilidad
Marzo	Recepción y pesado	1248	1310.4	1384	1453.2	90.2%	90.5%+-0.017	1.88%
Abril		1152	1209.6	1267	1330.35	90.9%		
Marzo	Selección	1612	1692.6	1787	1876.35	90.2%	89.9%+-0.013	1.45%
Abril		1488	1562.4	1704	1663	94.0%		
Marzo	Hidratado y escaldado	260	273	346	363.3	75.1%	75.5%+-0.023	3.10%
Abril		240	252	317	332.85	75.7%		
Marzo	Acidificación	208	218.4	271	284.55	76.8%	77.1%+-0.038	4.90%
Abril		192	201.6	249	261.45	77.1%		
Marzo	Drenado y secado	3250	3412.5	3379	3547.95	96.2%	96.2%+-0.005	0.46%
Abril		3000	3150	3115	3270.75	96.3%		
Marzo	Envasado y sellado	910	955.5	1037	1088.85	87.8%	87.8%+-0.008	0.89%
Abril		840	882	946	993.3	88.8%		
Marzo		468	491.4	542	569.1	86.3%	86.3%+-0.014	1.61%

Abril	Estibado de cestos	432	453.6	501	526.05	86.2%		
Marzo	Pasteurización	858	900.9	1016	1066.8	84.4%	84.4%+-0.014	1.64%
Abril		792	831.6	940	987	84.3%		
Marzo	Secado y codificado	2210	2320.5	2344	2461.2	94.3%	94.4%+-0.006	0.71%
Abril		2040	2142	2160	2268	94.4%		
Marzo	Rayos X	182	191.1	266	279.3	68.4%	68.9%+-0.024	3.51%
Abril		168	176.4	243	255.15	69.1%		
Marzo	Etiquetado y Encajado	1690	1774.5	1820	1911	92.9%	92.8%+-0.004	0.53%
Abril		1560	1638	1682	1766.1	92.7%		
Marzo	Pesado de producto terminado	3770	3958.5	3946	4143.3	95.5%	95.6%+-0.005	0.51%
Abril		3480	3654	3636	3817.8	95.7%		
Marzo	Despacho	3120	3276	3387	3556.35	92.1%	92.1%+-0.009	1.08%
Abril		2880	3024	3135	3291.75	91.9%		

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 39 muestra la comparativa de los niveles de eficiencia previos y posteriores a la implementación de la metodología 5S y Kaizen enfocado en los procesos. Como se observa, el incremento de la eficiencia por procesos varía desde el 1.5% hasta 10.8%, siendo el proceso de recepción y pesado y estibado en cestos los que más se incrementaron. Por otro lado, drenado y secado y selección son los que incrementaron en menor porcentaje, sin embargo, los resultados son positivos.

Tabla 40. Eficiencia por procesos antes y después

Indicador	Promedio		
	Metodología 5S y Kaizen		
	Pre test	Post test	Incremento
Recepción y pesado	79.7%+-0.027	90.5%+-0.017	10.8
Selección	87.4%+-0.017	89.9%+-0.013	2.5
Hidratado y escaldado	69.9%+-0.013	75.5%+-0.023	5.6
Acidificación	70.8%+-0.012	77.1%+-0.038	6.3
Drenado y secado	94.7%+-0.007	96.2%+-0.005	1.5
Envasado y sellado	81.4%+-0.023	87.8%+-0.008	6.4
Estibado en cestos	75.5%+-0.065	86.3%+-0.014	10.8
Pasteurización	78.6%+-0.032	84.4%+-0.014	5.8
Secado y codificado	91.0%+-0.011	94.4%+-0.006	3.4
Rayos X	63.0%+-0.026	68.9%+-0.024	5.9
Etiquetado y encajado	85.6%+-0.017	92.8%+-0.004	7.2
Pesado de producto terminado	86.3%+-0.053	95.6%+-0.005	9.3
Despacho	85.6%+-0.009	92.1%+-0.009	6.5

Fuente: Elaboración propia

4.5.2. Eficacia

A continuación, se presentan los resultados de eficacia después de la implementación de la metodología 5S y Kaizen:

Tabla 41. Resultados de eficacia por meses

Meses	N° semanas	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Variación %	Eficacia semanal
					$\frac{Prod. real}{Prod. planificada} \times 100\%$
Marzo	1	2934	3000	-2.20%	97.8%
	2	2952	3000	-1.60%	98.4%
	3	2943	3000	-1.90%	98.1%
	4	3940	4000	-1.50%	98.5%
Abril	5	2945	3000	-1.83%	98.2%
	6	2936	3000	-2.13%	97.9%
	7	2953	3000	-1.57%	98.4%
	8	2952	3000	-1.60%	98.4%
Promedio		3069.38	3125	-1.79%	98.2%+-0.004
Coficiente de variabilidad		–	–	–	0.27%

Fuente: Elaboración propia

La Tabla 41 presenta los resultados de eficacia para los meses de marzo y abril, los cuales se obtuvieron a partir de los datos de producción real y producción planificada. Los resultados indican que la empresa tuvo un promedio de producción real semanal de 3069.38 kg, muy cerca al promedio de producción planificada de 3125 kg, presentó variaciones en un promedio del -2% con respecto de la producción de la semana anterior durante ambos meses. Así mismo presentó niveles de eficacia, con valores que varían desde un 97.8% hasta un 98.5%, siendo el promedio 98.2%+-0.004 y el coeficiente de variabilidad de 0.27% significa que los datos son bastante homogéneos y consistentes. De esta forma, los resultados indican que, se logró incrementar la producción en los meses evaluados.

La Tabla 42 muestra la comparativa de los niveles de eficacia previos y posteriores a la implementación de la metodología 5S y Kaizen. Como se observa, se tuvo un incremento en la eficacia por meses de 3.8%.

Tabla 42. Eficacia antes y después

Indicador	Promedio		
	Metodología 5S y Kaizen		
Eficacia	Pre test	Enero-Febrero	95.4%-0.007
	Post test	Marzo-Abril	98.2%+-0.004

Fuente: Elaboración propia

4.5.3. Nivel de productividad

A continuación, se presentan los resultados de productividad después de la implementación de la metodología 5S y Kaizen:

Tabla 43. Resultados de productividad por meses

Meses	N° semanas	Eficiencia	Eficacia	Productividad semanal <i>Efici × Efic</i>
Marzo	1	92.3%	97.8%	90.3%
	2	92.3%	98.4%	90.8%
	3	91.4%	98.1%	89.7%
	4	91.7%	98.5%	90.4%
	5	92.0%	98.2%	90.3%
Abril	6	92.2%	97.9%	90.3%
	7	91.7%	98.4%	90.3%
	8	91.8%	98.4%	90.4%
Promedio		91.9%	98.2%	90.3%+-0.003
Coefficiente de variabilidad		–	–	0.32%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 43 se presentan los resultados de productividad de los meses de marzo y abril, los cuales se basan en los datos de eficiencia y eficacia encontrados previamente. Los resultados semanales indican que los niveles de productividad se incrementaron, ya que varían desde un 89.7% hasta un 90.8%, encontrando un promedio de productividad de 90.3%+-0.003 y el coeficiente de variabilidad de 0.32% significa que los datos tienen una moderada homogeneidad y consistencia.

La Tabla 44 muestra la comparativa de los niveles de productividad previos y posteriores a la implementación de la metodología 5S y Kaizen. Como se observa, se tuvo un incremento en la productividad por meses de 8.4%.

Tabla 44. Productividad antes y después

Indicador	Promedio		
		Metodología 5S y Kaizen	
Productividad	Pre test	Enero-Febrero	81.9%+-0.005
	Post test	Marzo-Abril	90.3%+-0.003

Fuente: Elaboración propia

4.5.4. Productividad de materia prima

A continuación, se presentan los resultados de productividad de materia prima después de la implementación de la metodología 5S y Kaizen:

Tabla 45. Resultados de productividad de materia prima por meses

Meses	N° semanas	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %	Productividad semanal
						$\frac{\text{Producción real (unid)}}{\text{Materia prima (kg)}}$
Marzo	1	11736	12000	2888.52	-2.20%	4.06
	2	11808	12000	2906.24	-1.60%	4.06
	3	11772	12000	2897.38	-1.90%	4.06
	4	15760	16000	3878.93	-1.50%	4.06
	5	11780	12000	2899.35	-1.83%	4.06
Abril	6	11744	12000	2890.49	-1.97%	4.06
	7	11812	12000	2907.23	-1.57%	4.06
	8	11808	12000	2906.24	-1.60%	4.06
Promedio		12277.50	12500	3021.80	-1.77%	4.06+-7.506
Coefficiente de variabilidad		–	–	–	–	1.84%

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 45 se presentan los resultados de productividad de materia prima de los meses de marzo y abril, los cuales se basan en la producción real en unidades y materia prima utilizada en kilogramos. Los resultados indican que se tuvo un promedio de producción real semanal de 12277.50, muy cercano a la producción promedio planificada de 12500 unidades semanales. A su vez, se encontró un promedio de 3021.80 kg de materia prima utilizada por semana. La producción semanal de las unidades tuvo variaciones de -2%. La productividad dio como resultado un promedio de 4.06 en ambos meses, esto indica que se produjeron 4.06 unidades por cada kilogramo invertido y el coeficiente de variabilidad de 1.84% significa que los datos son relativamente homogéneos y consistentes.

La Tabla 46 muestra la comparativa de los niveles de productividad de materia prima previos y posteriores a la implementación de la metodología 5S y Kaizen:

Tabla 46. Productividad de materia prima antes y después

Indicador	Promedio		
		Metodología 5S y Kaizen	
Productividad de materia prima	Pre test	Enero-Febrero	4.06+-6.714
	Post test	Marzo-Abril	4.06+-7.506

Fuente: Elaboración propia

4.5.5. Análisis de Varianza

El análisis de varianza se empleó con el propósito de determinar si existen diferencias significativas entre las medias del pre test y post test. En la Tabla 47 se observa el resumen de las medias de los resultados obtenidos.

Tabla 47. Tabla resumen Pre test y Post test

	Pre test	Post test
Eficiencia	85.8%+-0.004	91.9%+-0.003
Eficacia	95.4%+-0.007	98.2%+-0.004
Productividad	81.9%+-0.005	90.3%+-0.003
Productividad de Materia Prima	4.06+-6.714	4.06+-7.506

Fuente: Elaboración propia

4.5.6. Contrastación de hipótesis

Para la contrastación de las hipótesis del estudio, se recurrió al análisis probabilístico ANOVA, para lo cual, a continuación, se plantean las siguientes hipótesis:

H₀: Las medias de los resultados del pre test y post test son iguales.

H₁: No todas las medias de los resultados del pre test y post test son iguales.

Se rechazará H₀ y concluir que existen diferencias significativas entre las medias de los resultados del pre y post test si:

$F > \text{Valor crítico para } F$

Tabla 48. Análisis estadístico de los datos

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
ANÁLISIS DE VARIANZA EFICIENCIA						
Entre grupos	0.0149651	1	0.01496516		0.00	4.600109
			878.502223			
Dentro de los grupos	0.0002384	14	1.7035E-05			
Total	0.0152036	15				
ANÁLISIS DE VARIANZA EFICACIA						
Entre grupos	0.0030594	1	0.00305947	90.8448079	0.00	4.600109
Dentro de los grupos	0.0004714	14	3.3678E-05			
Total	0.0035309	15				
ANÁLISIS DE VARIANZA PRODUCTIVIDAD						
Entre grupos	0.0281054	1	0.02810548	1542.3931	0.00	4.600109
Dentro de los grupos	0.0002551	14	1.8222E-05			
Total	0.0283605	15				

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 48 se puede observar que los valores de F difieren en cada caso Siendo los valores: Eficiencia: $F=878.502223$, Eficacia: $F=90.8448079$, Productividad: $F=1542.3931$ y Productividad de la materia prima: $F=0$. Al comparar estos valores

con el Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), se pueden obtener las siguientes conclusiones:

Los resultados de Eficiencia, Eficacia y Productividad son mayores al Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), por lo que, según la teoría de Análisis de varianza se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, si existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del pre test y post en relación a estas variables.

Por otro lado, el resultado de productividad de materia prima es menor al Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), por lo que, se acepta la hipótesis nula y se concluye que, no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del pre test y post en relación a la productividad de materia prima.

4.6. Análisis del costo/beneficio de la propuesta de mejora

Se llevará a cabo un análisis económico de la mejora, el cual se basará en la evaluación del beneficio/costo. En este análisis, se consideran los costos totales, que incluye los costos de la implementación de la metodología 5S y Kaizen, así como los beneficios totales que se esperan obtener.

3.1.1. Costo de implementación

En la Tabla 49 se detallan los costos de implementación relacionados con las metodologías y herramientas utilizadas en la mejora de la planta:

Tabla 49. Costos de implementación de la metodología 5S y Kaizen

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Aplicación metodología 5S	18204.50	8738.16	8738.16	8738.16	8738.16
Aplicación metodología Kaizen	31375.34	14118.90	14118.90	14118.90	14118.90
Total	49579.84	22857.06	22857.06	22857.06	22857.06

Fuente: Elaboración propia

4.6.1. Costos de capacitación

En la Tabla 50, se identifican los gastos requeridos para proporcionar capacitación sobre las metodologías implementadas y técnicas nuevas que permitan al personal mejorar su rendimiento.

Tabla 50. Costos de capacitación

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacitación	7800.00	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00
Material de apoyo	2730.00	955.50	955.50	955.50	955.50
Total	10530.00	4855.50	4855.50	4855.50	4855.50

Fuente: Elaboración propia

4.6.2. Costos de verificación

Dentro de los costos contemplados se incluyen aquellos asociados con la verificación anual de la implementación de las metodologías, así como los posibles costos adicionales para mejorar o reparar aspectos en los siguientes años. Los costos específicos de verificación se detallan en la Tabla 51 que se presenta a continuación:

Tabla 51. Costos de verificación anual de la implementación

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Evaluación de la implementación	7436.98	7436.98	7436.98	7436.98	7436.98
Adicional por reparación/mejora	14873.95	14873.95	14873.95	14873.95	14873.95
Total	22310.93	22310.93	22310.93	22310.93	22310.93

Fuente: Elaboración propia

4.6.3. Costos totales

La Tabla 52 presenta los costos totales necesarios para llevar a cabo la mejora.

Tabla 52. Costos totales

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Aplicación metodología 5S	18204.50	8738.16	8738.16	8738.16	8738.16
Aplicación metodología Kaizen	31375.34	14118.90	14118.90	14118.90	14118.90
Capacitación	7800.00	3900.00	3900.00	3900.00	3900.00
Material de apoyo	2730.00	955.50	955.50	955.50	955.50
Evaluación de la implementación	7436.98	7436.98	7436.98	7436.98	7436.98

Adicional por reparación/mejora	14873.95	14873.95	14873.95	14873.95	14873.95
Total	82420.77	50023.49	50023.49	50023.49	50023.49

Fuente: Elaboración propia

4.6.4. Beneficios totales

Para calcular los beneficios totales de la mejora, se tomó en cuenta la reducción de los costos proyectados durante los próximos 5 años utilizando los datos proporcionados por la empresa. Estos costos representan los ahorros obtenidos, y además se determina la utilidad esperada en función de estos pronósticos. En la Tabla 53 se detallan los beneficios totales de la mejora para los próximos 5 años:

Tabla 53. Beneficios totales

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ahorro de materia prima	120,226.04	135,855.43	145,365.31	151,179.92	154,203.52
Ahorro de gastos indirectos	18,983.06	21,450.86	22,952.42	23,870.51	24,347.92
Ahorro de mano de obra	29,378.54	33,197.75	35,521.60	36,942.46	37,681.31
Total	168,587.64	190,504.04	203,839.32	211,992.89	216,232.75

Fuente: Elaboración propia

4.6.5. Análisis beneficio/costo

Se utilizaron las siguientes fórmulas para realizar el análisis de beneficio/costo:

$$\text{Beneficio Neto} = \text{Beneficios Totales} - \text{Costos Totales}$$

$$\text{Relación} \frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} = \frac{\text{Beneficio Total}}{\text{Costo Total}}$$

En base a las siguientes condiciones: si $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$ es mayor a 1, se acepta la propuesta; si $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$ es igual a 1, se considera indiferente; y si $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$ es menor a 1, se rechaza la propuesta.

Tabla 54. Análisis Beneficio/Costo

Concepto	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Beneficios totales	168,587.64	190,504.04	203,839.32	211,992.89	216,232.75
Costos totales	82,420.77	50,023.49	50,023.49	50,023.49	50,023.49
Beneficio neto	86,166.88	140,480.55	153,815.83	161,969.40	166,209.26
Relación beneficio/costo	2.05	3.81	4.07	4.24	4.32

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 54, se puede apreciar que para el primer año se estima una relación $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$ de 2.05, la cual es considerablemente mayor a 1. Este resultado indica claramente que la mejora implementada es rentable. Además, es importante destacar que esta relación continúa aumentando significativamente en los años subsiguientes. Esta tendencia se debe principalmente a que en el primer año evaluado se registraron costos más altos en comparación con los años posteriores.

V. DISCUSIÓN

Se llevó a cabo un estudio en el que se buscó determinar la medida en que la aplicación de herramientas Lean Manufacturing mejora la productividad de una planta procesadora de quinua. Para lograr el objetivo general de la investigación, se dio cumplimiento a los objetivos específicos.

El primer objetivo específico consistió en realizar un diagnóstico inicial de la planta, donde se identificó que el VSM del procesamiento de la quinua, obtuvo un lead time de 863 minutos, considerando un tiempo de proceso de 753 minutos (87.2 %) y un tiempo entre procesos de 110 minutos (12%). Además, se determinó que la metodología 5s se había implementado en un 47.83%. Por su parte, Deza Deza, (2023) encontró en una empresa agroindustrial que el lead time era de 702 minutos, el tiempo de proceso era de 490 y los entre tiempos era de 212 minutos, además menciona que las áreas donde se elaboran los productos necesitaban mejorar en cuanto al orden y limpieza. Aslla, (2020) encontró que el ciclo de minado era de 10 h 8 m y 49 s, y menciona que buscaba reducir ese tiempo. Vargas y Camero, (2021) escogieron el área de producción de adhesivos acuosos en una empresa de manufactura para la aplicación del Lean Manufacturing, en el diagnóstico inicial obtuvieron un valor promedio de 2.8 en la implementación de las 5S. Por otro lado, Terrones y Rudas Terrones, y otros, (2021) realizaron un diagnóstico del estado actual de una empresa automotriz, identificando los procesos involucrados en el servicio, como la recepción del vehículo, revisión técnica, preparación, reparación, entre otros. Con ello, buscaron optimizar los tiempos para implementar un sistema de mejora de procedimientos.

En relación al segundo objetivo, se identificó que los niveles de eficiencia, eficacia y productividad antes de la implementación de la propuesta presentaban en el pre test un resultado de $85.8\% \pm 0.005$, $95.4\% - 0.007$ y $81.9\% \pm 0.005$ respectivamente; estos resultados contrastan con los de Castillo y Pérez (2019), quienes en el área de almacén de una empresa contratista, hallaron niveles bajos de eficiencia (46.91%), eficacia (75.82%) y productividad (35.64%). Otro autor que halló resultados bajos en cuanto a la productividad inicial fue Flores, (2019), quién en una empresa de chocolates, mediante un análisis con muestras de datos tomadas 90 días antes de la implementación, evidenció que la productividad tenía un índice

del 68.23%. A su vez, Castillo, (2021) en el área de producción de una empresa de inversiones, calculó la productividad inicial mediante la eficiencia y eficacia durante 4 semanas, arrojando un 18%. Por el contrario, Mariñas y Vejarano, (2019) en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio encontraron un porcentaje de productividad inicial de 93%, su producción diaria era 1528.59 ollas y en el proceso de torneado presentaba 40 unidades de merma, es por ello que, con la aplicación de las herramientas buscaba incrementar las unidades producidas y reducir la merma.

De acuerdo con el tercer objetivo, se aplicaron las herramientas de Lean Manufacturing para la mejora de la productividad, lo que llevo al alcance del cuarto objetivo, donde después de la implementación y con las mejoras propuestas, se obtuvo una reducción del 10.43% para el lead time en el VSM. Similar caso fue el de Mulugeta, (2020) quién en una empresa de prendas de vestir redujo el tiempo de ciclo en un 32.73%, logrando un equilibrio con el takt time; así mismo, mediante el estudio de tiempos logró reducir las estaciones de trabajo a 14. Así mismo, Terrones y Rudas, (2021) analizaron y mejoraron los tiempos de desplazamiento de los operarios mediante la reubicación estratégica de herramientas, lo que redujo el tiempo de transporte en 9 minutos. Aslla, (2020) redujo las horas en el ciclo de minado de 10:08:49 a 09:15:37 horas, lo que representa una disminución de 0:53:13 horas. En la investigación, se determinó que la metodología 5s se había incrementado a 86.96% después de la aplicación de las mejoras. Tal como Vargas y Camero (2021), quienes posteriormente a la implementación realizaron una auditoría, logrando un valor promedio de 4.03, un resultado mucho mayor al promedio inicial. Esto lo lograron al reducir los tiempos innecesarios en la búsqueda de materiales y en el transporte del personal, además mejoraron la organización y la limpieza en el área de producción de adhesivos acuosos. En el caso de la metodología Kaizen Vargas y Camero (2021), redujeron el tiempo de fabricación del producto más vendido en el área de producción. Antes de aplicar Kaizen, el tiempo de fabricación era de 20 horas y 15 minutos, y después de la aplicación se redujo a 17 horas y 9 minutos, lo que representa una disminución de 3 horas y 6 minutos en el tiempo de fabricación, los resultados obtenidos se pueden generalizar en términos de mejoras en la productividad. Se tiene el caso de Casas (2020) quién aplicó la metodología Kaizen en conjunto con las 5S para mejorar la productividad

de una empresa de calzado, centrándose en la mejora continua y la distribución de planta, así mismo se apoyó de otras herramientas como el estudio de tiempos, diagrama de Ishikawa y Pareto y encuestas. La aplicación de las 5S en particular, logró una mejora del 78%. Además, las interrupciones no planificadas de las máquinas se redujeron en un 53% mediante un mantenimiento planificado. Asimismo, la propuesta de distribución de la planta permitió reducir el tiempo de recorrido en un 46%, incrementado la productividad en un 11%. A su vez, Castillo (2021) para mejorar la productividad en el área de producción de una empresa de inversiones empleó las herramientas 5S, Poka Yoke, Kaizen y VSM para reducir los errores de cortes imperfectos y tiempo de corte, logrando la reubicación del personal y redujo el tiempo de espera en 60 minutos y el tiempo de cambio de herramientas en 390 minutos.

A su vez, los resultados para eficiencia, eficacia y productividad en la investigación se incrementaron a $91.9\% \pm 0.003$, $98.2\% \pm 0.003$ y $90.3\% \pm 0.003$ respectivamente. Como es el caso de Mulugueta (2020), quién implementó las herramientas Lean Manufacturing para incrementar la productividad, estandarizó el tiempo del producto en 41 minutos y como resultado de las mejoras incrementó la productividad en 16.66%. Escudero (2020) durante el proceso de armado de pizzas, empleó las herramientas de Lean Manufacturing, implementando un método de trabajo que elimina actividades que no agregan valor al proceso y generan residuos, en consecuencia, obtuvo una reducción del 99% en el tiempo de entrega del proceso y un aumento de la productividad de hasta un 20% en comparación con la situación inicial. De la misma forma, Bellido (2018) consideró de vital importancia la aplicación de estas herramientas para incrementar la eficiencia y productividad, en su caso, en el sector textil, donde buscó mejorar la calidad y minimizar los tiempos de entrega mediante el diseño de un modelo de optimización de desperdicios, obteniendo una reducción del 60% en los desperdicios, como los defectos en las medias de algodón, movimientos innecesarios y exceso de inventario, lo que generó un aumento de la productividad del 35%. En la industria de calzado, se encuentra la investigación de Degregori e Izquierdo (2019) quienes identificaron que el problema principal era la pérdida de tiempo debido al desorden, la falta de limpieza y los desperdicios de tiempo que experimentaban los trabajadores al tratar y operar, lo cual resultaba en un bajo rendimiento y una baja

productividad, después de la aplicación de Lean Manufacturing lograron un incremento del 50% en la productividad (de producir aproximadamente 2 calzados por hora a 3 calzados por hora) y un incremento del 6% en la eficiencia de los trabajadores. Terrones y Rudas (2021) optimizaron los tiempos implementando un sistema de mejora de procedimientos a través de capacitaciones, lo cual resultó en un aumento del cumplimiento de atención del 82% al 93%, con el objetivo de llegar al 95% establecieron una tabla de clasificación de prioridades, lo que llevó a un aumento de la productividad del 66.7% al 83%. Aslla (2020) empleó el método Kaizen y 5S en una mina para aumentar la productividad de las labores y eficiencia de los procesos de perforación y voladura. Identificó que la baja productividad se debía a la falta de un método de mejora continua. Durante el análisis de causa-efecto y la evaluación en diversas áreas operativas, determinó que la falta de hábitos de trabajo seguro, una cultura de prevención, la falta de estandarización en toda la organización, falta de capacitación técnica, tiempos muertos y equipos defectuosos eran las causas de esta problemática. Estos problemas se pudieron eliminar o mejorar mediante la implementación de los métodos. La productividad pasó de 0.12 m/tarea a 0.18 m/tarea, mientras que la eficiencia por disparo aumentó a 1.48 m/disparo y el factor de carga disminuyó a 3.92 kg/m en las labores de avance lineal. En la revisión de las investigaciones Castillo y Pérez (2019) incrementaron la productividad del área de almacén de una empresa contratista, utilizaron una matriz de priorización de causas, entrevistas, registros y una auditoría para después implementar las herramientas, posteriormente encontraron que el índice de productividad aumentó del 35.64% al 75.32%, lo que representa una diferencia positiva de 39.68% en comparación con la productividad inicial. Además, el indicador de eficacia del almacén aumentó del 75.82% al 91.6%, y el indicador de eficiencia del almacén aumentó del 46.91% al 82.08%. Por su lado, Mariñas y Vejarano (2019) mencionan que con la aplicación de las herramientas se obtienen resultados satisfactorios, esto en base a que, lograron aumentar la eficiencia de las máquinas a un 98%. Además, la cantidad de unidades defectuosas se redujo a 42 ollas. Como resultado, la producción diaria aumentó a 1628.66 ollas, lo que significa que se produjeron 100.07 ollas adicionales en comparación con los datos iniciales. Los autores señalan que, la aplicación de estas técnicas permite reducir la merma, destacándose el proceso de torneado que pasó de tener 40 unidades de merma a

solo 9 unidades. Además, la eficiencia de las máquinas incrementó la productividad de 1311.59 unidades a 1586 unidades, es decir, un aumento de 275.07 unidades adicionales. Los resultados muestran un rendimiento positivo de las técnicas del Lean Manufacturing, logrando maximizar la producción en un 16.23% y reduciendo la merma de manera significativa. Otro autor que halló resultados positivos con estas metodologías fue Flores (2019), quién observó que la implementación de la metodología Lean Manufacturing aumentó la productividad. Mediante unas muestras de datos tomadas 90 días después de la implementación, evidenció que inicialmente la productividad se incrementó a 85.88%. Por lo tanto, concluyó que la productividad mejoró en un 17.65%. A su vez, Castillo (2021) después de implementar los métodos, incrementó desde un 18% la eficiencia, eficacia y productividad significativamente, con valores de 32%, 36%, 44% y 33% en cuatro semanas que duró la evaluación. Mediante la implementación de las metodologías logró un incremento de la productividad final del 28%, demostrando un crecimiento positivo del 10% en toda el área productiva de la empresa investigada.

En cuanto al quinto objetivo de la investigación, se estimó que, el $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$ de la implementación es de 2.05 para el primer año, mostrando que la mejora implementada es rentable. Este resultado es similar a lo señalado por Deza (2023), quién en una empresa agroindustrial aplicó las herramientas Lean Manufacturing y obtuvo mediante el índice B/C un resultado de 1.61, lo cual señala que es un valor favorable, ya que está por encima de 1. Esto significa que por cada unidad monetaria invertida (en este caso, 1 sol), estaría obteniendo un beneficio de 61 céntimos.

En base a todas las investigaciones de los diferentes autores mencionados, se puede resaltar que las herramientas Lean Manufacturing, en particular las 5S y el Kaizen, han tenido un impacto positivo en diversos aspectos. Estas herramientas contribuyen de manera significativa a mejorar la productividad y la calidad en el entorno de trabajo. La implementación de las 5S permite establecer un ambiente de trabajo ordenado, limpio y seguro, lo cual resulta en una mayor eficiencia operativa y una reducción de los desperdicios. Asimismo, el Kaizen impulsa la cultura de mejora continua, fomentando la participación activa de todo el personal en la identificación y solución de problemas. Los autores están de acuerdo en que,

el impacto positivo de estas herramientas no se limita únicamente a aspectos operativos, sino que también se extiende a otros ámbitos de la organización, como la calidad del producto, la satisfacción del cliente y el compromiso de los empleados.

VI. CONCLUSIONES

1. Se concluye que, en el diagnóstico inicial de la planta el VSM del procesamiento de la quinua para la elaboración de un producto de 250 gr de un lote de 3000 kg semanales y 500 kg diarios, el lead time (LT) era de 863 minutos tomando en cuenta un tiempo de proceso (AV) de 753 minutos y tiempo entre procesos (NA) de 110 minutos. La auditoría inicial 5S se encontraba implementada en un 47.83%, principalmente en orden y limpieza.
2. Se concluye que, en el diagnóstico de productividad inicial, los porcentajes de eficiencia oscilaban entre un 85.2% y un 86.8%, siendo el promedio $85.8\% \pm 0.005$ y el coeficiente de variabilidad de 0.57%. Los porcentajes de eficacia variaba desde un 94.1% hasta un 96.7%, siendo el promedio $95.4\% \pm 0.007$ y el coeficiente de variabilidad de 0.81%. El nivel de productividad general presentaba porcentajes que variaron desde un 81.2% hasta un 82.9%, encontrando un promedio de productividad de $81.9\% \pm 0.005$ y el coeficiente de variabilidad de 0.65%.
3. Se concluye que, herramientas como el Diagrama de Ishikawa y el Diagrama de Pareto ayudaron a identificar deficiencias que impactaron en los niveles de productividad de la planta procesadora de quinua. El 80% de las causas correspondían a las 9 primeras causas raíces de acuerdo al ordenamiento de Ocurrencia e Importancia (CR7, CR9, CR1, CR2, CR3, CR15, CR8, CR11 y CR10). Se empleó la herramienta 5W-2H para proponer la implementación de técnicas de Lean Manufacturing en las instalaciones, con el objetivo de mejorar el proceso productivo, reducir los tiempos de procesamiento y reorganizar las áreas de trabajo.
4. Se concluye que, después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing, la metodología 5s se encuentra presente en un 86.96%, lo que indica que se ha dado una mejora del 39.13%. El VSM del

procesamiento de la quinua después de la mejora para la elaboración de un producto de 250 gr de un lote de 3000 kg semanales y 500 kg diarios, alcanzó un lead time (LT) de 773 minutos tomando en cuenta un tiempo de proceso (AV) de 708 minutos y tiempo entre procesos (NA) de 65 minutos, las variaciones fueron de 5.98%, 40.91% y 10.43 con respecto al diagnóstico inicial.

5. Se concluye que, después de la implementación de las herramientas de Lean Manufacturing los porcentajes de eficiencia oscilan entre 91.4% y un 92.3%, siendo el promedio $91.9\% \pm 0.003$ y el coeficiente de variabilidad de 0.34%. Los porcentajes de eficacia varían desde un 97.8% hasta un 98.5%, siendo el promedio $98.2\% \pm 0.003$ y el coeficiente de variabilidad de 0.27%. El nivel de productividad general varía desde un 89.7% hasta un 90.8%, encontrando un promedio de productividad de $90.3\% \pm 0.003$ y el coeficiente de variabilidad de 0.32%. Se logró un incremento en la eficiencia de 6.1%, en la eficacia de 3.8% y un incremento en la productividad de 8.4% con respecto al diagnóstico inicial.
6. Se concluye que, para el primer año se estima una relación $\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}}$ de 2.05, la cual es considerablemente mayor a 1, siendo este resultado claramente favorable, pues la mejora implementada es rentable.

VII. RECOMENDACIONES

Se recomienda continuar con la implementación y desarrollo de los métodos 5S y Kaizen, dado que los resultados obtenidos demuestran claramente su impacto favorable y efectivo en la productividad de la empresa, la mejora continua debe ser mantenida para asegurar resultados sostenibles a largo plazo.

Se recomienda establecer un sistema de monitoreo mensual de la productividad en la empresa, utilizando indicadores de eficiencia y eficacia. Esto permitirá tener una visión clara de la evolución de la productividad a lo largo del tiempo e identificar áreas que requieren mejoras o en las que se están obteniendo resultados destacados.

Se recomienda llevar a cabo las capacitaciones del personal, porque permitirán mejorar sus habilidades y conocimientos en relación al proceso productivo, lo que contribuirá a un desempeño más eficiente y a la aplicación efectiva de las metodologías de mejora continua.

Se recomienda aplicar otras herramientas de la filosofía Lean Manufacturing, como son el KANBAN, SMED, POKA-YOKE y JIDOKA. Estas herramientas serían de gran utilidad para impulsar la mejora continua en la planta.

Se recomienda que el mantenimiento preventivo de cada una de las máquinas sea llevado a cabo de manera regular por los operarios, quienes deben recibir previamente orientación por parte de especialistas en esta tarea.

Se recomienda extender la metodología de mejora continua utilizada en la investigación a otras áreas de la empresa, con el objetivo de promover el orden y la limpieza en todos los espacios de la organización.

REFERENCIAS

- TEKIN, M., y otros. An Application of SMED and Jidoka in Lean Production. Proceedings of the International Symposium for Production Research, 2019. 530-545p.
- ANGGELA Pamela, ROJAS Jauregui y Víctor, GISBERT Soler. 3C Empresa, 2017. 116-124 p.
- ARMENDÁRIZ, Jose Luis. Gestión de la calidad y de la seguridad e higiene alimentarias. [ed.] Paraninfo. Segunda. 2019.
- ASLLA, Y. Incremento de la productividad con el método Kaizen de Mejora Continua en la Mina San Carlos Lampa-Puno. Cusco : Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco, 2020.
- GEORGE, R., y otros. Aspectos teóricos sobre eficacia, efectividad y eficiencia en los servicios de salud. Revista Información Científica. Vol. 96, 2017. 1153-1163 p.
- CASTILLO, J. C., y otros. Auditoría de gestión y su incidencia en la eficiencia y eficacia de las operaciones de una empresa comercial. Visionario Digital, Vol. 3, 2019. 159-188 p.
- BELLIDO, Yamil, y otros. Memorias de la Octava Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética, Vol. 1, 2018. 1-6 p.
- CÁCERES, D y Vejarano, E. Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productiividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio. IIM : s.n., 2019.
- CASAS, W. Aplicación de la metodología kaizen para incrementar la productividad de la empresa de Calzados Remos S.A.C. Trujillo : Universidad César Vallejo, 2020.
- CASTILLO, P y Pérez, I. Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de almacén en la empresa KVC Contratistas S.A.C en la ciudad de Trujillo, 2019. Trujillo : Universidad Privada del Norte, 2019.

CASTILLO, Verónica. Implementación del Método Kaizen para mejorar la productividad en el área de producción en la empresa Inversiones VALLMENTI & DEYLI EIRL, El Porvenir. 2021. Trujillo : Universidad César Vallejo, 2021.

COMEXPERU. Desempeño del mercado laboral peruano. Lima : COMEXPERU, 2020.

ALTAMIRANO, E., QUIROZ, P. y ALLCCA, J. L. Costo de producción de panetón utilizando las herramientas Lean Manufacturing 5S, TPM y JIT en situación de pandemia de COVID-19 en Lima Metropolitana. *Natura Economía*, Vol. 6, 15-27p.

DEGREGORI, O y IZQUIERDO, W. 2019. Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado. Lima : Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

DEZA, J. Mejora en la productividad en una empresa agroindustrial mediante la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing. Arequipa : Universidad Católica Santa María, 2023.

CALVO, J., PELEGRÍN, A. y GIL, M. Enfoques teóricos para la evaluación de la eficiencia y eficacia en el primer nivel de atención médica de los servicios de salud del sector público. *Retos de la Dirección*, Vol. 12, 2018. 96-118 p.

NALLUSAMY, S. y MAJUMDAR, G. Enhancement of Overall Equipment Effectiveness using Total Productive Maintenance in a Manufacturing Industry. *International Journal of Performability Engineering*, Vol. 13, 2017. 173-188 p.

ESCUADERO, B. *Ingeniería Industrial*, 2020. 51-72 p.

Escuela de Organización Industrial [En línea]. Lean Manufacturing y sus herramientas , 2021 [8 de diciembre de 2021] . Disponible en: <https://www.eoi.es/blogs/nayellymercedeslazala/2011/12/18/lean-manufacturing-y-sus-herramientas/>.

LEÓN, G., MARULANDA, N. y GONZÁLEZ, H. Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia, *Tendencias*, Vol. 18, 2017. 85-100p.

FLORES, D. Aplicación de la herramienta Lean Manufacturing para incrementar la productividad, área de moldeo A, en una empresa de chocolates en el Callao, 2019. Lima : Universidad César Vallejo, 2019.

FONTALVO, T., DE LA HOZ, E. y MORELOS, J. Dimensiones empresariales, Vol. 15, 2018. 47-60 p.

GALLEGO, Alejandrina. Características de los alimentos y control de la calidad. s.l. : UNED, 2017.

GARCÍA, B. y BALTAZAR, L. 2018. Revista NTHE, 2018. 18-27 p.

HINOJOSA, Cacilia y CABRERA, Richard. Impacto del Lean Manufacturing en la Productividad de las Microempresas de Guayaquil. Journal of Engineering Science, Vol. 4, 2022. 1-13 p.

ORTIZ, L. y HAMBURGER, K. Incidencia del clima organizacional en la productividad laboral en instituciones prestadoras de servicios de salud (IPS): un estudio correlacional., Revista Latinoamericana de Hipertensión, Vol. 4, 2019. 187-193 p.

JARA, K. y JULCA, G. Diseño e implementación de las herramientas de manufactura esbelta para mejorar los niveles de productividad en la empresa Agroinversiones Chavin de Huantar S.A. Lima : Universidad Privada del Norte, 2019.

JUEZ, J. Productividad extrema: Como ser más eficiente, producir más y mejor. Primera. s.l. : Kindle, 2020.

CHIARINI, A., BACCARINI, C. y MASCHERPA, V. Lean production, Toyota Production System and Kaizen philosophy. The TQM Journal, Vol. 30, 2018. 425-438 p.

SPOSITO, Valamede Luana y SANTOS Akkari Alessandra Cristina. International Journal of Mathematical, Engineering and Management Sciences, Vol. 5, 2020. 851-868 p.

MARIÑAS, D y VEJARANO, E. Aplicación del sistema Lean Manufacturing en el incremento de la productividad en una empresa metal mecánica de producción de ollas de aluminio. Lima : Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

- MARTÍNEZ, J. Revista Científica Orbis Cognita, Vol. 4, 2020. 140-157 p.
- ORTIZ, J., y otros. Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antinflama de Lima - Perú. Revista Industrial Data, Vol. 25,2022. 103-135 p.
- MÓNICA G., Sladogna. Journal of Chemical Information and Modeling.
- MORALES, Rubén. Revista Multidisciplinaria de Investigación Espirales, 2018. 75-79 p.
- MULUGETA, L. Materials Today: Proceedings, 2020. 1-5 p.
- OCAÑA, F. Plan de mejoramiento de la productividad a través de herramientas Lean Manufacturing para la disminución de desperdicios en el proceso de empaclado y almacenamiento de la empresa Mascorona y Soleg Cia. Ltda. Ambato : Universidad Técnica de Ambato, 2022.
- OCOLA, Nadinne. Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad en el área de procesos de la empresa AMI Servicios S.A.C, Arequipa 2021. Arequipa : Universidad César Vallejo, 2022.
- GAZOLI, A. y ROCHA, W. Productivity improvement through the implementation of Lean Manufacturing in a medium-sized furniture industry: a case study. 2019. South African Journal of Industrial Engineering, Vol. 30, 2019. 172-188 p.
- TERRONES, C y RUDAS, M. 2021. Diseño de un sistema Lean Manufacturing para incrementar la productividad en el área de mantenimiento de la empresa M.S.A. Automotriz S.A.C.- Cajamarca. Cajamarca : Universidad Privada del Norte, 2021.
- BUER, S., STRANDHAGEN, J. y CHAN, F. The link between Industry 4.0 and lean manufacturing: mapping current research and establishing a research agenda., International Journal of Production Research, Vol. 56, 2018. 2924-2940 p.
- VARGAS, E. y CAMERO, J. Revista Industrial Data, Vol. 24,2021. 249-271 p.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Técnicas e instrumentos
V.I.: Herramientas Lean Manufacturing	Se basa en la identificación y eliminación del desperdicio, el cual es entendido como aquel recurso o actividad que no genera valor al producto final y el cliente no va a pagar por ello (León et al., 2017).	Las herramientas lean Manufacturing relevantes para el estudio son el VSM, 5S y Kaizen.	Mapa de flujo de valor (VSM)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Actividades que agregan valor ▪ Actividades que no agregan valor ▪ Lead time 	Nominal	Observación: Ficha de observación
			5S	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nivel de cumplimiento 1S ▪ Nivel de cumplimiento 2S ▪ Nivel de cumplimiento 3S ▪ Nivel de cumplimiento 4S ▪ Nivel de cumplimiento 5S 	Ordinal	
			Kaizen	$Objetivos = \frac{Obj. \text{logrados}}{Obj. \text{planificados}} \times 100\%$	Razón	
V.D.: Productividad	Es el uso eficiente de recursos de la organización como, por ejemplo, el trabajo, inversión, energía, materia prima, información (Mónica G., 2017)	La productividad está vinculada con la eficacia y eficiencia para alcanzar las metas planificadas.	Grado de eficacia	$Eficacia = \frac{Prod. \text{real}}{Prod. \text{planificada}} \times 100\%$	Razón	Observación: Ficha de observación
			Grado de eficiencia	$Eficiencia = \frac{Tiempo \text{ planificado}}{Tiempo \text{ real}} \times 100\%$	Razón	
			Nivel de productividad	$P = Eficiencia \times Eficacia$	Razón	
			Productividad de materia prima	$P = \frac{Producción \text{ real}(\text{unid})}{Materia \text{ prima} (\text{kg})}$	Razón	
			Análisis B/C	$Relación \frac{Beneficio}{Costo} = \frac{Beneficio \text{ Total}}{Costo \text{ Total}}$	Razón	Estado de resultados

Ficha 2: Registro de la producción

N°	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
Promedio						
Producción						
Sumatoria						

Ficha 3: Auditoria 5S

		0	1	2	3
Clasificación	¿Los objetos de uso frecuente en el área de producción se encuentran organizados e identificados?				
	¿Se encuentran los objetos de limpieza en su lugar y debidamente identificados?				
	¿Se encuentran los objetos de medición en su lugar y debidamente identificados?				
	¿Se observan objetos de más, es decir, que no deben encontrarse en el área?				
	¿En el área se encuentra lo necesario para trabajar?				
	Sub total:				
		0	1	2	3
Orden	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada objeto o instrumento?				
	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para los objetos o instrumentos que se utilizan con poca frecuencia?				
	¿Utiliza la identificación visual de tal manera que permita que los trabajadores realicen una correcta disposición de objetos en el área de producción?				
	¿La disposición de los objetos es acorde al grado de utilización de los mismos? "Entre más frecuente, más cercano".				
	¿Considera que los objetos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?				
	¿Hace uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación, entre otros?				
	Sub total:				
		0	1	2	3
Limpieza	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpio?				
	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades?				
	¿Existen fuentes de contaminación?				
	¿Existe un rutina de limpieza por parte de los trabajadores del área?				
	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?				
	Sub total:				
		0	1	2	3
Estandarización	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la clasificación, orden y limpieza?				
	¿Se utiliza la evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de clasificación, orden y limpieza?				
	¿Se cuenta con un procedimiento específico para la elaboración del producto?				
	Sub total:				
		0	1	2	3
Disciplina	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos y los logros alcanzados en cuanto a la clasificación, orden y limpieza?				
	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5S?				
	¿No existen situaciones que afecte la aplicación de la metodología 5S?				
	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?				
	Sub total:				
	Puntaje alcanzado:				
	Puntaje esperado:				

Anexo 3. Autorización de la empresa.

AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN DE EMPRESA

Yo Edwin Alexander Cipriano Yupanqui
Identificado con DNI 47280082, en mi calidad de Gerente de Operaciones
Del área de Industrial
De la empresa Danper Trujillo S.A.C
con R.U.C N° 20170040938, ubicada en la ciudad de Trujillo, La Libertad

OTORGO LA AUTORIZACIÓN,

Al señor Lopez Medina, Misael Americo identificado con DNI N° 71237329 y la Srta. Laiza Sandoval, Guisela Yamileth, identificadas con DNI N° 71626428, de la Carrera profesional Ing. Industrial, para que utilice la siguiente información de la empresa:

- Toneladas producidas de quinua diaria, semanal y/o mensual.
- Horas hombre empleadas así como también horas hombre programadas en la producción de quinua.
- Mermas generadas en el flujo de procesamiento de la quinua.
- Ratio de fallas en los equipo y/o maquinas empleadas en el proceso de la quinua e información adicional que se pueda requerir.

Con la finalidad de que puedan desarrollar su () Informe estadístico, (X) Trabajo de Investigación, (X) Tesis para optar el Título Profesional.

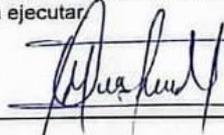
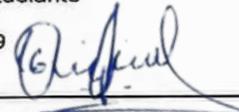
(X) Publique los resultados de la investigación en el repositorio institucional de la UCV.

(X) Mantener en reserva el nombre o cualquier distintivo de la empresa; o

() Mencionar el nombre de la empresa.


Edwin Alexander Cipriano Yupanqui
ING. INDUSTRIAL
R. CIP. N° 223842
Firma y sello del Representante Legal
DNI: 47280082

El Estudiante declara que los datos emitidos en esta carta y en el Trabajo de Investigación, en la Tesis son auténticos. En caso de comprobarse la falsedad de datos, el Estudiante será sometido al inicio del procedimiento disciplinario correspondiente; asimismo, asumirá toda la responsabilidad ante posibles acciones legales que la empresa, otorgante de información, pueda ejecutar.


Firma del Estudiante
DNI: 71237329

Firma del Estudiante
DNI: 71626428

Anexo 4. Resultados de la evaluación Pretest Enero-Febrero

Ficha 1: Registro de tiempo del proceso de producción

PRE TEST MES: ENERO																		
Días	Recepción y pesado	Selección	Hidratado y escaldado	Acidificación	Drenado y secado	Envasado y sellado	Estibado en cestos	Pasteurización	Secado y codificado	Rayos x	Etiquetado y encajado	Pesado del producto terminado	Despacho	T (min)	FA %	Tol %	TS (min)	Variación %
Tiempo planificado por día (min)	48	62	10	8	125	35	18	33	85	7	65	145	120	761	100%	5%	799.05	-
1	62	72	15	10	132	45	23	39	96	12	72	168	133	879	100%	5%	922.95	15.5%
2	60	75	14	11	135	43	22	40	95	10	71	166	142	884	100%	5%	928.2	16.2%
3	59	67	16	11	132	42	21	41	94	11	75	163	136	868	100%	5%	911.4	14.1%
4	59	73	14	12	130	46	20	38	92	12	75	172	137	880	100%	5%	924	15.6%
5	55	65	13	13	128	42	23	42	93	10	74	171	139	868	100%	5%	911.4	14.1%
6	51	78	15	10	129	45	22	43	95	9	76	173	137	883	100%	5%	927.15	16.0%
7	54	67	14	11	130	43	19	45	96	12	75	166	139	871	100%	5%	914.55	14.5%
8	57	73	13	12	131	44	20	48	97	11	79	165	135	885	100%	5%	929.25	16.3%
9	60	71	16	10	136	46	21	39	96	10	80	172	142	899	100%	5%	943.95	18.1%
10	61	69	15	13	135	47	23	42	89	9	81	163	141	888	100%	5%	932.4	16.7%
11	62	71	14	10	133	42	25	44	90	12	73	168	143	887	100%	5%	931.35	16.6%
12	67	77	14	11	129	41	23	38	91	11	72	174	139	887	100%	5%	931.35	16.6%
13	62	73	13	12	136	43	26	46	94	14	74	166	142	901	100%	5%	946.05	18.4%
14	63	68	15	12	134	42	27	48	93	12	73	165	141	893	100%	5%	937.65	17.3%
15	56	70	13	13	132	46	28	46	92	13	75	167	135	886	100%	5%	930.3	16.4%
16	55	66	14	11	130	43	25	42	96	9	76	168	136	871	100%	5%	914.55	14.5%
17	53	66	13	10	133	39	26	44	97	12	77	169	140	879	100%	5%	922.95	15.5%
18	67	71	15	12	135	40	28	39	97	10	74	166	142	896	100%	5%	940.8	17.7%
19	69	73	15	11	132	42	26	42	95	12	75	172	146	910	100%	5%	955.5	19.6%
20	62	75	14	11	130	41	24	41	89	9	76	165	144	881	100%	5%	925.05	15.8%
21	64	74	13	10	128	45	24	40	94	13	83	166	135	889	100%	5%	933.45	16.8%
22	66	70	16	13	132	47	25	37	93	14	74	168	144	899	100%	5%	943.95	18.1%
23	61	79	14	11	134	39	27	41	94	13	79	169	139	900	100%	5%	945	18.3%
24	60	68	15	12	129	38	28	44	89	9	80	170	136	878	100%	5%	921.9	15.4%
25	59	73	13	10	135	42	25	38	96	11	81	172	143	898	100%	5%	942.9	18.0%
26	58	64	16	11	131	44	23	48	97	10	73	168	138	881	100%	5%	925.05	15.8%
Promedio	60.08	71.08	14.31	11.27	131.96	42.96	24.00	42.12	93.85	11.15	75.88	168.15	139.38	886.19	100%	5%	930.50	16%
Tiempo planificado por mes (min)	1248	1612	260	208	3250	910	468	858	2210	182	1690	3770	3120	19786	100%	5%	20775.3	0%
Tiempo real Sumatoria (min)	1562	1848	372	293	3431	1117	624	1095	2440	290	1973	4372	3624	23041	100%	5%	24193.05	16%

PRE TEST MES: FEBRERO																		
Dias	Recepción y pesado	Selección	Hidratado y escaldado	Acidificación	Drenado y secado	Envasado y sellado	Estibado en cestos	Pasteurización	Secado y codificado	Rayos x	Etiquetado y encajado	Pesado del producto terminado	Despacho	TP (min)	FA %	Tol %	TS (min)	Variación %
Tiempo planificado por día (min)	48	62	10	8	125	35	18	33	85	7	65	145	120	761	100%	5%	799.05	0%
1	63	78	13	12	134	46	25	44	89	10	73	166	142	895	100%	5%	939.75	17.6%
2	62	70	14	13	132	45	21	42	92	12	72	165	145	885	100%	5%	929.25	16.3%
3	67	75	13	11	130	42	22	38	93	10	81	168	136	886	100%	5%	930.3	16.4%
4	62	67	15	10	133	46	23	39	91	11	73	165	139	874	100%	5%	917.7	14.8%
5	63	71	15	12	135	43	20	42	94	9	74	172	139	889	100%	5%	933.45	16.8%
6	66	73	14	11	133	45	21	42	96	12	73	171	144	901	100%	5%	946.05	18.4%
7	65	65	13	11	130	45	26	43	95	12	74	164	136	879	100%	5%	922.95	15.5%
8	57	64	16	10	128	43	19	47	96	9	81	166	147	883	100%	5%	927.15	16.0%
9	60	70	14	13	132	46	24	39	89	10	79	171	145	892	100%	5%	936.6	17.2%
10	54	69	15	11	134	45	22	42	91	9	72	164	142	870	100%	5%	913.5	14.3%
11	56	78	13	12	129	44	21	43	90	13	74	165	145	883	100%	5%	927.15	16.0%
12	61	67	16	10	135	43	25	39	92	11	81	167	142	889	100%	5%	933.45	16.8%
13	60	73	15	11	135	43	22	45	93	12	82	168	139	898	100%	5%	942.9	18.0%
14	59	72	14	11	132	42	23	47	95	12	73	166	144	890	100%	5%	934.5	17.0%
15	58	75	16	12	130	45	28	47	96	13	75	174	143	912	100%	5%	957.6	19.8%
16	62	67	14	13	128	43	25	44	96	13	74	166	142	887	100%	5%	931.35	16.6%
17	63	73	13	10	129	39	26	45	94	9	77	169	141	888	100%	5%	932.4	16.7%
18	67	65	15	11	130	42	28	40	95	10	74	166	139	882	100%	5%	926.1	15.9%
19	59	78	14	12	131	39	26	41	93	12	75	167	143	890	100%	5%	934.5	17.0%
20	62	71	13	10	136	41	24	41	93	9	79	173	144	896	100%	5%	940.8	17.7%
21	54	73	16	13	135	44	28	39	94	12	82	165	139	894	100%	5%	938.7	17.5%
22	56	69	15	10	134	46	25	36	89	11	74	173	138	876	100%	5%	919.8	15.1%
23	61	73	14	11	128	39	27	42	91	14	74	169	139	882	100%	5%	926.1	15.9%
24	60	68	14	12	136	38	28	39	92	12	81	168	136	884	100%	5%	928.2	16.2%
Promedio	60.71	71.00	14.33	11.33	132.04	43.08	24.13	41.92	92.88	11.13	76.13	167.83	141.21	887.71	100%	5%	932.09	17%
Tiempo planificado por mes (min)	1152	1488	240	192	3000	840	432	792	2040	168	1560	3480	2880	18264	100%	5%	19177.2	0%
Tiempo real Sumatoria (min)	1457	1704	344	272	3169	1034	579	1006	2229	267	1827	4028	3389	21305	100%	5%	22370.25	17%

Ficha 2: Registro de la producción

PRE TEST MES: ENERO						
N°	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %
1	463	500	1852	2000	455.82	-7%
2	455	500	1820	2000	447.95	-9%
3	479	500	1916	2000	471.58	-4%
4	485	500	1940	2000	477.48	-3%
5	483	500	1932	2000	475.51	-3%
6	459	500	1836	2000	451.89	-8%
7	478	500	1912	2000	470.59	-4%
8	469	500	1876	2000	461.73	-6%
9	484	500	1936	2000	476.50	-3%
10	483	500	1932	2000	475.51	-3%
11	479	500	1916	2000	471.58	-4%
12	469	500	1876	2000	461.73	-6%
13	485	500	1940	2000	477.48	-3%
14	491	500	1964	2000	483.39	-2%
15	488	500	1952	2000	480.44	-2%
16	474	500	1896	2000	466.65	-5%
17	465	500	1860	2000	457.79	-7%
18	477	500	1908	2000	469.61	-5%
19	469	500	1876	2000	461.73	-6%
20	482	500	1928	2000	474.53	-4%
21	493	500	1972	2000	485.36	-1%
22	459	500	1836	2000	451.89	-8%
23	476	500	1904	2000	468.62	-5%
24	486	500	1944	2000	478.47	-3%
25	488	500	1952	2000	480.44	-2%
26	482	500	1928	2000	474.53	-4%
Promedio	476.96	500	1907.85	2000	469.57	-5%
Producción planificada por mes (kg)	–	13000	–	52000	12798.5	–
Sumatoria (kg)	12401	13000	49604	52000	12208.78	

PRE TEST MES: FEBRERO						
N°	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %
1	466	500	1864	2000	458.78	-7%
2	475	500	1900	2000	467.64	-5%
3	459	500	1836	2000	451.89	-8%
4	483	500	1932	2000	475.51	-3%
5	488	500	1952	2000	480.44	-2%
6	474	500	1896	2000	466.65	-5%
7	469	500	1876	2000	461.73	-6%
8	458	500	1832	2000	450.90	-8%
9	472	500	1888	2000	464.68	-6%
10	481	500	1924	2000	473.54	-4%
11	485	500	1940	2000	477.48	-3%
12	488	500	1952	2000	480.44	-2%
13	492	500	1968	2000	484.37	-2%
14	486	500	1944	2000	478.47	-3%
15	474	500	1896	2000	466.65	-5%
16	465	500	1860	2000	457.79	-7%
17	463	500	1852	2000	455.82	-7%
18	486	500	1944	2000	478.47	-3%
19	476	500	1904	2000	468.62	-5%
20	485	500	1940	2000	477.48	-3%
21	483	500	1932	2000	475.51	-3%
22	479	500	1916	2000	471.58	-4%
23	489	500	1956	2000	481.42	-2%
24	488	500	1952	2000	480.44	-2%
Promedio	477.67	500	1910.67	2000	470.26	-4%
Producción planificada por mes (kg)	–	12000	–	48000	11814	–
Sumatoria (kg)	11464	12000	45856	48000	11286.31	

Ficha 3: Auditoria Inicial 5S

		0	1	2	3
Clasificación	¿Los objetos de uso frecuente en el área de producción se encuentran organizados e identificados?		x		
	¿Se encuentran los objetos de limpieza en su lugar y debidamente identificados?	x			
	¿Se encuentran los objetos de medición en su lugar y debidamente identificados?	x			
	¿Se observan objetos de más, es decir, que no deben encontrarse en el área?	x			
	¿En el área se encuentra lo necesario para trabajar?			x	
Sub total:			7		
		0	1	2	3
Orden	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada objeto o instrumento?		x		
	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para los objetos o instrumentos que se utilizan con poca frecuencia?			x	
	¿Utiliza la identificación visual de tal manera que permita que los trabajadores realicen una correcta disposición de objetos en el área de producción?			x	
	¿La disposición de los objetos es acorde al grado de utilización de los mismos? "Entre más frecuente, más cercano".			x	
	¿Considera que los objetos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?	x			
	¿Hace uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación, entre otros?			x	
Sub total:			10		
		0	1	2	3
Limpieza	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpio?		x		
	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades?		x		
	¿Existen fuentes de contaminación?	x			
	¿Existe un rutina de limpieza por parte de los trabajadores del área?			x	
	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?			x	
Sub total:			9		
		0	1	2	3
Estandarización	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la clasificación, orden y limpieza?	x			
	¿Se utiliza la evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de clasificación, orden y limpieza?		x		
	¿Se cuenta con un procedimiento específico para la elaboración del producto?			x	
Sub total:			3		
		0	1	2	3
Disciplina	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos y los logros alcanzados en cuanto a la clasificación, orden y limpieza?		x		
	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5S?	x			
	¿No existen situaciones que afecte la aplicación de la metodología 5S?	x			
	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?		x		
Sub total:			4		
Puntaje alcanzado:			33		
Puntaje esperado:			69		

Ficha 4: Auditoria Final 5S

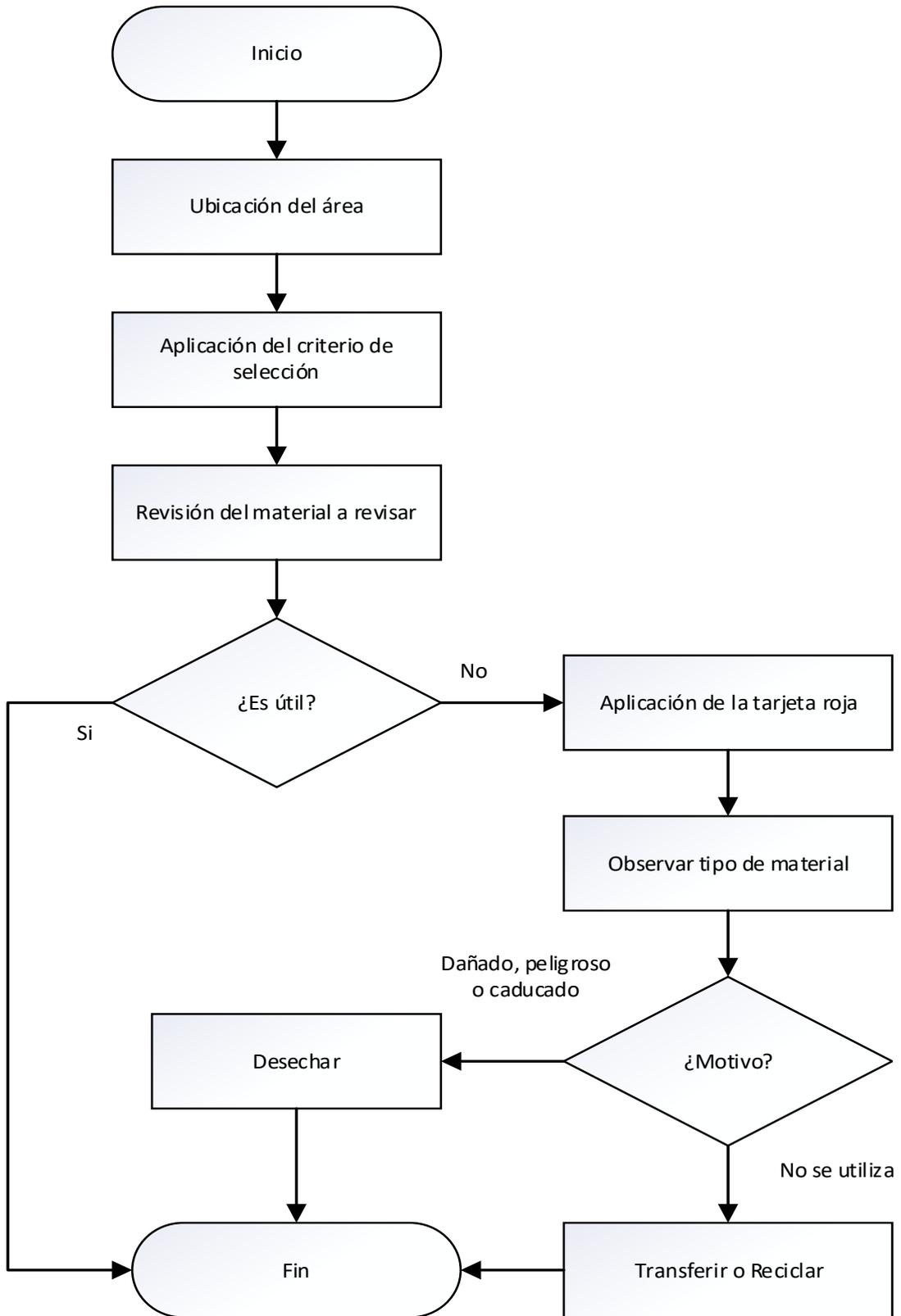
		0	1	2	3
Clasificación	¿Los objetos de uso frecuente en el área de producción se encuentran organizados e identificados?				x
	¿Se encuentran los objetos de limpieza en su lugar y debidamente identificados?				x
	¿Se encuentran los objetos de medición en su lugar y debidamente identificados?				x
	¿Se observan objetos de más, es decir, que no deben encontrarse en el área?		x		
	¿En el área se encuentra lo necesario para trabajar?				x
Sub total:				13	
		0	1	2	3
Orden	¿Se dispone de un sitio adecuado para cada objeto o instrumento?		x		
	¿Se dispone de sitios debidamente identificados para los objetos o instrumentos que se utilizan con poca frecuencia?		x		
	¿Utiliza la identificación visual de tal manera que permita que los trabajadores realicen una correcta disposición de objetos en el área de producción?				x
	¿La disposición de los objetos es acorde al grado de utilización de los mismos? "Entre más frecuente, más cercano".				x
	¿Considera que los objetos dispuestos se encuentran en una cantidad ideal?				x
	¿Hace uso de herramientas como códigos de color, señalización, hojas de verificación, entre otros?				x
Sub total:				16	
		0	1	2	3
Limpieza	¿El área de trabajo se percibe como absolutamente limpio?		x		
	¿Los operarios del área y en su totalidad se encuentran limpios, de acuerdo a sus actividades?				x
	¿Existen fuentes de contaminación?				x
	¿Existe un rutina de limpieza por parte de los trabajadores del área?				x
	¿Existen espacios y elementos para disponer de la basura?				x
Sub total:				14	
		0	1	2	3
Estandarización	¿Existen herramientas de estandarización para mantener la clasificación, orden y limpieza?			x	
	¿Se utiliza la evidencia visual respecto al mantenimiento de las condiciones de clasificación, orden y limpieza?				x
	¿Se cuenta con un procedimiento específico para la elaboración del producto?				x
Sub total:				7	
		0	1	2	3
Disciplina	¿Se percibe una cultura de respeto por los estándares establecidos y los logros alcanzados en cuanto a la clasificación, orden y limpieza?		x		
	¿Se percibe proactividad en el desarrollo de la metodología 5S?		x		
	¿No existen situaciones que afecte la aplicación de la metodología 5S?				x
	¿Se encuentran visibles los resultados obtenidos por medio de la metodología?				x
Sub total:				10	
Puntaje alcanzado:				60	
Puntaje esperado:				69	

Anexo 5. Tarjeta roja para clasificación de materiales

Tarjeta roja	
Nro de tarjeta: Nombre del material: Cantidad: Encargado: Fecha: ____ del mes de ____ del año 20___. Ubicación:	
Tipo	
<input type="checkbox"/>	Útiles de aseo y limpieza
<input type="checkbox"/>	Material de embalado
<input type="checkbox"/>	Herramientas
<input type="checkbox"/>	Insumos
<input type="checkbox"/>	Implementos de seguridad
<input type="checkbox"/>	Otro: _____
Motivo	
<input type="checkbox"/>	Peligroso
<input type="checkbox"/>	Dañado
<input type="checkbox"/>	Caducado
<input type="checkbox"/>	No se utiliza
<input type="checkbox"/>	Otro: _____
Acción a tomar	
<input type="checkbox"/>	Desechar
<input type="checkbox"/>	Transferir
<input type="checkbox"/>	Reciclar
Fecha de ejecución: ___/___/___	
Firma de encargado: _____	

Fuente: Elaboración propia

Anexo 6. Flujograma del proceso de clasificación



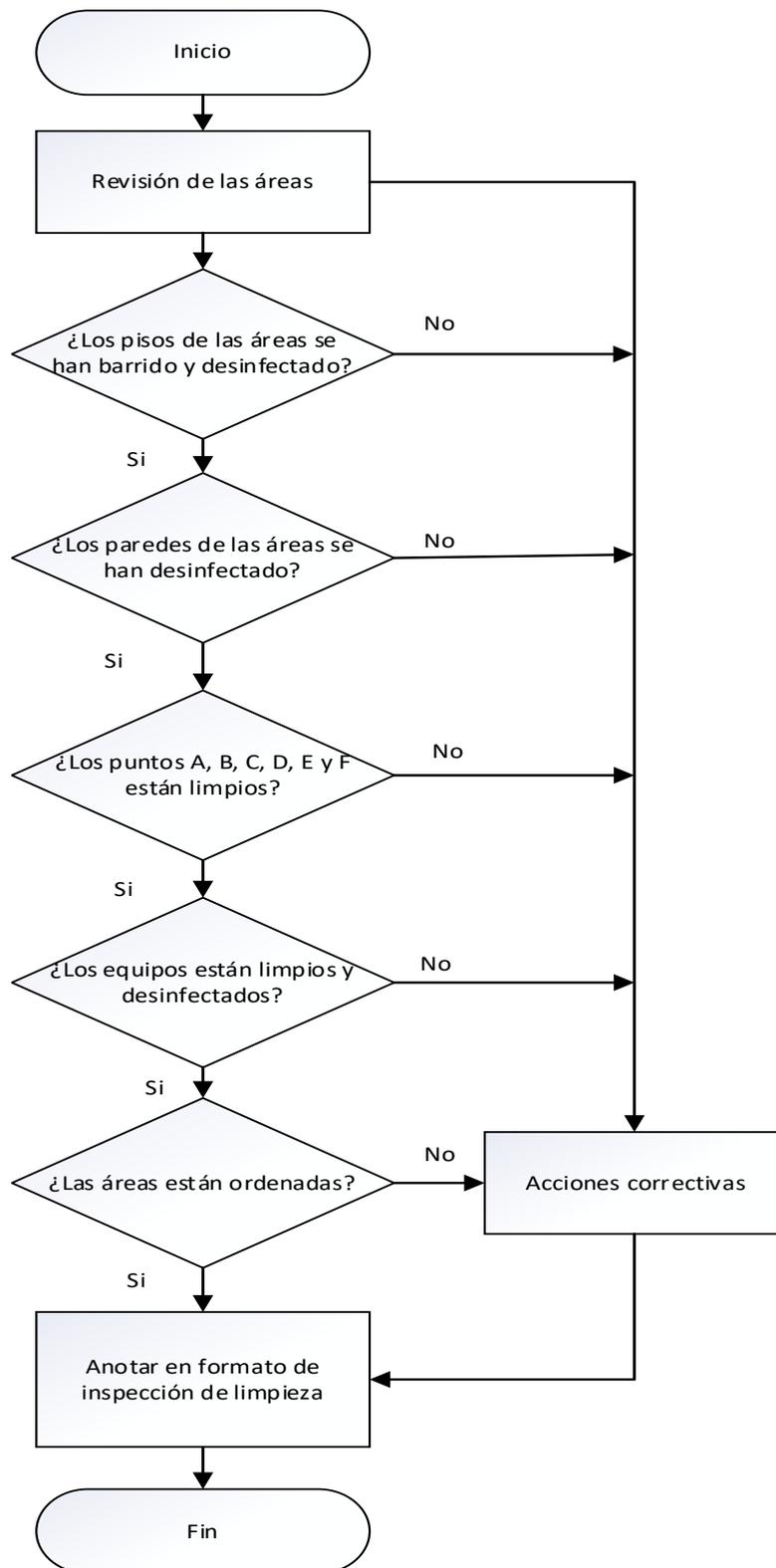
Fuente: Elaboración propia

Anexo 7. Programa de limpieza

N°	Actividad	Encargado	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
1	Barrer todas las áreas de la planta	4 operarios						
2	Desinfectar los pisos de todas las áreas	4 operarios						
3	Desinfectar paredes de todas las áreas de la planta	4 operarios						
4	Limpiar estantes del Punto A, parihuelas y carros metálicos	3 operarios						
5	Limpiar Punto B	2 operarios						
6	Limpiar estantes del Punto C	2 operarios						
7	Limpiar estantes del Punto D	3 operarios						
8	Limpiar Punto E	3 operarios						
9	Limpieza y desinfección de equipos	4 operarios						
10	Ordenamiento de espacios	4 operarios						
11	Juntar material de desecho en Punto F	2 operarios						
12	Limpiar Punto F	2 operarios						

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Flujoograma del proceso de inspección Seiso



Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Formato de inspección de limpieza

PLANTA DE PROCESAMIENTO	INSPECCIÓN DE LIMPIEZA			Versión: 01 Código: IDL-I5S-2023		
Actividades	Lun	Mar	Mier	Jue	Vie	Sáb
Barrer todas las áreas de la planta						
Desinfectar los pisos de todas las áreas						
Desinfectar paredes de todas las áreas de la planta						
Limpiar estantes del Punto A, parihuelas y carros metálicos						
Limpiar Punto B						
Limpiar estantes del Punto C						
Limpiar estantes del Punto D						
Limpiar Punto E						
Limpieza y desinfección de equipos						
Ordenamiento de espacios						
Juntar material de desecho en Punto F						
Cantidad de Operarios:						
Fecha: del ____ hasta ____ del mes de _____	Observaciones:					
Apellidos y Nombres del auditor:				<hr style="width: 100%;"/> Firma		

Anexo 10. Manual de procedimientos

Manual de procedimientos		
Planta procesadora de quinua	Implementación 5S Clasificación (Seiri)	Versión: 01 Código: MDP-I5S-2023 Pag: 1 de 3
<p>1. Introducción:</p> <p>La primera fase de la metodología 5S es Seiri, su importancia radica en que permite identificar y separar los elementos necesarios de los innecesarios en un espacio de trabajo, eliminando todo aquello que no aporta valor al proceso productivo.</p> <p>2. Objetivo:</p> <p>Establecer criterios de selección para identificar qué materiales son valiosos para el proceso productivo y cuáles no aportan valor y, por lo tanto, deben ser eliminados o retirados de la planta.</p> <p>3. Alcance:</p> <p>Están incluidas todas las áreas y procesos de la planta.</p> <p>4. Responsabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none">• Supervisor de producción: quien es el auditor encargado clave de validar los criterios de selección.• Operarios: quienes a su vez son los facilitadores encargados de los subprocesos, estos trabajan en conjunto para llevar a cabo las acciones asignadas. <p>5. Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none">• Identificación de los elementos necesarios para el proceso de producción.• Identificación de los elementos innecesarios para el proceso de producción.• Aplicación de la tarjeta roja para elementos innecesarios.• Clasificación de los elementos identificados como innecesarios según su destino (desechar, transferir, reciclar).		

Manual de procedimientos		
Planta procesadora de quinua	Implementación 5S Organización (Seiton)	Versión: 01 Código: MDP-I5S-2023 Pag 2 de 3
<p>1. Introducción:</p> <p>La segunda fase de la metodología 5S es Seiri, su importancia radica en que permite mejorar la eficiencia en la organización y disposición de los elementos necesarios para llevar a cabo las actividades en una empresa o lugar de trabajo.</p> <p>2. Objetivo:</p> <p>Organizar y ordenar los elementos necesarios en el lugar de trabajo de tal manera que sean fácilmente accesibles, identificables y utilizables.</p> <p>3. Alcance:</p> <p>Están incluidas todas las áreas y procesos de la planta.</p> <p>4. Responsabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de producción: quien es el auditor encargado clave de aprobar los lugares asignados para la distribución de elementos necesarios. • Operarios: quienes a su vez son los facilitadores encargados de los subprocesos, estos trabajan en conjunto para llevar a cabo las acciones asignadas para la organización de la planta. <p>5. Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación del tipo de material. • Organización de los elementos identificados según su frecuencia de uso, proximidad y acceso. • Establecimiento de un lugar asignado para cada elemento. • Rotulado y demarcación de los elementos para una fácil identificación. 		

Manual de procedimientos		
Planta procesadora de quinua	Implementación 5S Limpieza (Seiso)	Versión: 01 Código: MDP-I5S-2023 Pag 3 de 3
<p>1. Introducción:</p> <p>La tercera fase de la metodología 5S es Seiso, su importancia radica se enfoca en la limpieza y mantenimiento de los espacios de trabajo, lo cual contribuye a crear un ambiente de trabajo seguro y eficiente.</p> <p>2. Objetivo:</p> <p>Eliminar exceso de polvo, suciedad y mantener un ambiente de trabajo limpio.</p> <p>3. Alcance:</p> <p>Están incluidas todas las áreas y procesos de la planta.</p> <p>4. Responsabilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Supervisor de producción: quien es el auditor encargado de aprobar el cronograma de limpieza, solicitar los recursos a la dirección para poder cumplir con esta fase y realizar las inspecciones para asegurar que los estándares de limpieza se cumplan. • Operarios: quienes a su vez son los facilitadores encargados de mantener limpia las áreas de trabajo y en general de toda la planta. <p>5. Procedimiento:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificación de las áreas y procesos que necesitan limpieza. • Establecimiento de la frecuencia y horarios de limpieza en un programa. • Identificación de los materiales y equipos necesarios para la limpieza. • Inspección de las actividades de limpieza en formato. 		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11. Programa de capacitación Shitsuke

Planta procesadora de quinua		Programa de capacitación 5S		
	Objetivo: Mantener la metodología 5S implementada en la empresa, a través de la capacitación y concientización del personal			
N°	Contenido	Encargado	Frecuencia	Herramientas
1	Introducción a la metodología 5S Definición y objetivos de la metodología. Beneficios de la implementación de las 5S en la empresa	Auditor	Cada año	Apoyo audiovisual
2	Identificación de elementos necesarios e innecesarios. Clasificación de elementos y frecuencia de uso.	Auditor	Cada 8 meses	Apoyo audiovisual Evaluación
3	Organización y disposición de los elementos necesarios en la planta. Identificación de ubicaciones adecuadas para su manejo.	Auditor	Cada 8 meses	Apoyo audiovisual Evaluación
4	Definición de procedimientos para la limpieza y mantenimiento de las áreas de trabajo. Identificación de oportunidades de mejora y definición de medidas correctivas	Auditor	Cada 3 meses	Apoyo audiovisual Evaluación
5	Fomento de la disciplina y el compromiso personal en la implementación y mantenimiento de las 5S.	Auditor	Cada 3 meses	Apoyo audiovisual Evaluación

Fuente: Elaboración propia

Anexo 12. Resultados de la evaluación Post test Marzo-Abril

Ficha 5: Registro del tiempo del proceso de producción

POST TEST MES: MARZO																		
Días	Recepción y pesado	Selección	Hidratado y escaldado	Acidificación	Drenado y secado	Envasado y sellado	Estibado en cestos	Pasteurización	Secado y codificado	Rayos x	Etiquetado y encajado	Pesado del producto terminado	Despacho	T (min)	FA %	Tol %	TS (min)	Variación %
Tiempo planificado por día (min)	48	62	10	8	125	35	18	33	85	7	65	145	120	761	100%	5%	799.05	-
1	54	68	13	11	130	39	22	35	90	10	70	155	128	825	100%	5%	866.25	8.4%
2	56	65	12	12	129	41	20	37	89	11	69	152	126	819	100%	5%	859.95	7.6%
3	59	69	13	9	128	40	20	38	91	10	71	154	129	831	100%	5%	872.55	9.2%
4	54	68	13	9	131	38	19	40	90	9	69	153	129	822	100%	5%	863.1	8.0%
5	56	66	14	11	131	39	22	40	88	9	68	150	128	822	100%	5%	863.1	8.0%
6	52	68	13	11	129	42	21	39	90	10	69	153	130	827	100%	5%	868.35	8.7%
7	52	69	13	10	131	38	20	39	89	11	70	156	131	829	100%	5%	870.45	8.9%
8	53	70	12	11	132	38	19	38	89	9	71	154	128	824	100%	5%	865.2	8.3%
9	50	68	13	9	129	39	19	40	92	9	71	152	128	819	100%	5%	859.95	7.6%
10	51	70	14	9	129	39	20	41	88	10	70	151	130	822	100%	5%	863.1	8.0%
11	53	69	13	11	132	41	22	41	89	11	70	150	128	830	100%	5%	871.5	9.1%
12	56	67	13	10	128	42	22	40	89	9	69	149	131	825	100%	5%	866.25	8.4%
13	51	70	12	11	131	38	23	41	88	11	69	150	132	827	100%	5%	868.35	8.7%
14	53	67	14	10	132	41	23	38	91	10	71	149	131	830	100%	5%	871.5	9.1%
15	50	71	14	12	131	38	20	39	92	12	71	152	133	835	100%	5%	876.75	9.7%
16	53	69	15	9	132	42	22	40	93	11	70	151	130	837	100%	5%	878.85	10.0%
17	52	68	15	11	130	40	21	41	92	11	72	149	130	832	100%	5%	873.6	9.3%
18	57	70	14	11	130	41	20	38	91	9	70	152	129	832	100%	5%	873.6	9.3%
19	53	72	13	12	129	40	23	35	89	11	69	152	146	844	100%	5%	886.2	10.9%
20	52	69	12	9	131	39	22	38	89	10	69	151	128	819	100%	5%	859.95	7.6%
21	56	71	12	10	128	43	21	39	91	12	71	155	129	838	100%	5%	879.9	10.1%
22	57	69	13	10	129	39	19	38	89	12	71	154	132	832	100%	5%	873.6	9.3%
23	51	68	12	11	128	40	19	40	92	11	69	152	131	824	100%	5%	865.2	8.3%
24	50	69	14	9	132	42	20	41	92	10	70	151	129	829	100%	5%	870.45	8.9%
25	49	71	15	11	128	39	21	42	91	9	71	150	130	827	100%	5%	868.35	8.7%
26	54	66	15	12	129	39	22	38	90	9	70	149	131	824	100%	5%	865.2	8.3%
Promedio	53.23	68.73	13.31	10.42	129.96	39.88	20.85	39.08	90.15	10.23	70.00	151.77	130.27	827.88	100%	5%	869.28	9%
Tiempo planificado por mes (min)	1248	1612	260	208	3250	910	468	858	2210	182	1690	3770	3120	19786	100%	5%	20775.3	0%
Tiempo real Sumatoria (min)	1384	1787	346	271	3379	1037	542	1016	2344	266	1820	3946	3387	21525	100%	5%	22601.25	9%

POST TEST MES: ABRIL																		
Dias	Recepción y pesado	Selección	Hidratado y escaldado	Acidificación	Drenado y secado	Envasado y sellado	Estibado en cestos	Pasteurización	Secado y codificado	Rayos x	Etiquetado y encajado	Pesado del producto terminado	Despacho	TP (min)	FA %	Tol %	TS (min)	Variación %
Tiempo	48	62	10	8	125	35	18	33	85	7	65	145	120	761	100%	5%	799.05	0%
1	58	67	13	11	129	39	20	38	88	12	69	152	128	824	100%	5%	865.2	8.3%
2	55	66	12	10	128	40	21	39	89	11	69	151	129	820	100%	5%	861	7.8%
3	57	67	13	9	131	42	20	38	92	9	71	149	132	830	100%	5%	871.5	9.1%
4	51	69	14	9	132	39	19	40	93	11	71	152	131	831	100%	5%	872.55	9.2%
5	51	68	14	10	131	39	22	41	91	10	70	152	131	830	100%	5%	871.5	9.1%
6	52	69	13	10	132	38	23	38	89	9	72	154	128	827	100%	5%	868.35	8.7%
7	53	70	12	11	130	39	22	40	92	9	71	152	128	829	100%	5%	870.45	8.9%
8	50	69	12	9	130	39	20	41	88	10	70	151	130	819	100%	5%	859.95	7.6%
9	54	71	13	9	129	41	22	39	89	9	71	150	128	825	100%	5%	866.25	8.4%
10	52	71	13	11	131	42	19	38	89	9	69	149	131	824	100%	5%	865.2	8.3%
11	52	69	14	10	128	40	22	42	91	11	69	151	132	831	100%	5%	872.55	9.2%
12	54	68	12	10	129	38	21	38	90	10	71	151	131	823	100%	5%	864.15	8.1%
13	52	70	13	11	132	39	20	39	89	12	71	152	133	833	100%	5%	874.65	9.5%
14	52	70	13	11	132	42	22	39	93	11	70	152	130	837	100%	5%	878.85	10.0%
15	51	69	14	9	128	38	21	41	92	9	71	154	130	827	100%	5%	868.35	8.7%
16	53	69	13	10	130	39	22	38	92	9	70	152	129	826	100%	5%	867.3	8.5%
17	54	70	12	11	129	40	20	35	88	11	69	152	146	837	100%	5%	878.85	10.0%
18	53	71	15	9	128	39	19	38	89	9	70	151	128	819	100%	5%	859.95	7.6%
19	54	70	14	12	128	42	22	39	90	12	71	150	132	836	100%	5%	877.8	9.9%
20	56	71	12	12	129	39	21	38	88	11	70	149	131	827	100%	5%	868.35	8.7%
21	50	69	14	11	128	40	20	40	88	10	70	152	131	823	100%	5%	864.15	8.1%
22	52	70	14	10	131	42	19	41	90	9	69	154	128	829	100%	5%	870.45	8.9%
23	51	71	13	12	132	39	22	41	91	10	69	152	130	833	100%	5%	874.65	9.5%
24	50	69	15	12	128	41	22	39	89	10	69	152	128	824	100%	5%	865.2	8.3%
Promedio	52.79	69.29	13.21	10.38	129.79	39.83	20.88	39.17	90.00	10.13	70.08	151.50	130.63	827.67	100%	5%	869.05	9%
Tiempo	1152	1488	240	192	3000	840	432	792	2040	168	1560	3480	2880	18264	100%	5%	19177.2	0%
Tiempo real Sumatoria (min)	1267	1663	317	249	3115	956	501	940	2160	243	1682	3636	3135	19864	100%	5%	20857.2	9%

Ficha 6: Registro post test de la producción

PRE TEST MES: MARZO						
N°	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %
1	483	500	1932	2000	475.51	-3%
2	486	500	1944	2000	478.47	-3%
3	488	500	1952	2000	480.44	-2%
4	495	500	1980	2000	487.33	-1%
5	494	500	1976	2000	486.34	-1%
6	488	500	1952	2000	480.44	-2%
7	493	500	1972	2000	485.36	-1%
8	489	500	1956	2000	481.42	-2%
9	493	500	1972	2000	485.36	-1%
10	493	500	1972	2000	485.36	-1%
11	489	500	1956	2000	481.42	-2%
12	495	500	1980	2000	487.33	-1%
13	493	500	1972	2000	485.36	-1%
14	492	500	1968	2000	484.37	-2%
15	487	500	1948	2000	479.45	-3%
16	491	500	1964	2000	483.39	-2%
17	493	500	1972	2000	485.36	-1%
18	487	500	1948	2000	479.45	-3%
19	489	500	1956	2000	481.42	-2%
20	493	500	1972	2000	485.36	-1%
21	492	500	1968	2000	484.37	-2%
22	489	500	1956	2000	481.42	-2%
23	493	500	1972	2000	485.36	-1%
24	496	500	1984	2000	488.31	-1%
25	489	500	1956	2000	481.42	-2%
26	499	500	1996	2000	491.27	0%
Promedio	491.12	500	1964.46	2000	483.50	-2%
Producción		13000		52000	12798.5	
Sumatoria	12769	13000	51076	52000	12571.08	

PRE TEST MES: ABRIL						
N°	Producción real (kg)	Producción planificada (kg)	Producción real (unid)	Producción planificada (unid)	Materia prima utilizada (kg)	Variación %
1	487	500	1948	2000	479.45	-3%
2	490	500	1960	2000	482.41	-2%
3	492	500	1968	2000	484.37	-2%
4	493	500	1972	2000	485.36	-1%
5	492	500	1968	2000	484.37	-2%
6	491	500	1964	2000	483.39	-2%
7	488	500	1952	2000	480.44	-2%
8	489	500	1956	2000	481.42	-2%
9	492	500	1968	2000	484.37	-2%
10	491	500	1964	2000	483.39	-2%
11	489	500	1956	2000	481.42	-2%
12	487	500	1948	2000	479.45	-3%
13	493	500	1972	2000	485.36	-1%
14	496	500	1984	2000	488.31	-1%
15	487	500	1948	2000	479.45	-3%
16	495	500	1980	2000	487.33	-1%
17	493	500	1972	2000	485.36	-1%
18	489	500	1956	2000	481.42	-2%
19	488	500	1952	2000	480.44	-2%
20	491	500	1964	2000	483.39	-2%
21	490	500	1960	2000	482.41	-2%
22	497	500	1988	2000	489.30	-1%
23	492	500	1968	2000	484.37	-2%
24	494	500	1976	2000	486.34	-1%
Promedio	491.08	500	1964.33	2000	483.47	-2%
Producción		12000		48000	11814	
Sumatoria	11786	12000	47144	48000	11603.32	

Anexo 13. Análisis estadístico de los datos para contrastación de hipótesis

Para la contrastación de las hipótesis del estudio, se recurrió al análisis probabilístico ANOVA, para lo cual, a continuación, se plantean las siguientes hipótesis:

H_0 : Las medias de los resultados del pre test y post test son iguales.

H_1 : No todas las medias de los resultados del pre test y post test son iguales.

Se rechazará H_0 y concluir que existen diferencias significativas entre las medias de los resultados del pre y post test si:

$F >$ Valor crítico para F

Tabla 55. Análisis de varianza: Eficiencia

RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
Pre test	8	6.86604005	0.85825501	2.428E-05			
Post test	8	7.35536878	0.9194211	9.7894E-06			

ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	0.0149651	1	0.01496516	878.502223	0.00	4.600109	
Dentro de los grupos	0.0002384	14	1.7035E-05				
Total	0.0152036	15					

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 36 se puede observar que $F=878.502223$ es mayor al Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), por lo que, según la teoría de Análisis de varianza se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, si existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del pre test y post en relación a la eficiencia.

Tabla 56. Análisis de varianza: Eficacia

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Pre test	8	7.63541667	0.95442708	6.0126E-05		
Post test	8	7.85666667	0.98208333	7.2302E-06		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre grupos	0.0030594	1	0.00305947	90.8448079	0.00	4.600109
Dentro de los grupos	0.0004714	14	3.3678E-05			
Total	0.0035309	15				

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 37 se puede observar que $F=90.8448079$ es mayor al Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), por lo que, según la teoría de Análisis de varianza se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, si existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del pre test y post en relación a la eficacia.

Tabla 57. Análisis de varianza: Productividad

RESUMEN						
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza		
Pre test	8	6.55297009	0.8191212	2.7966E-05		
Post test	8	7.22355766	0.9029447	8.4779E-06		
ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F

Entre grupos	0.0281054	1	0.02810548	1542.3931	0.00	4.600109
Dentro de los grupos	0.0002551	14	1.8222E-05			
Total	0.0283605	15				

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 38 se puede observar que $F=90.8448079$ es mayor al Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), por lo que, según la teoría de Análisis de varianza se rechaza la hipótesis nula y se concluye que, si existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del pre test y post en relación a la eficacia.

Tabla 58. Análisis de varianza: Productividad de materia prima

RESUMEN							
Grupos	Cuenta	Suma	Promedio	Varianza			
Pre test	8	32.503809	4.06297	4.5078E-31			
Post test	8	32.503809	4.06297	5.6347E-31			
ANÁLISIS DE VARIANZA							
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F	
Entre grupos	0	1	0	0	1	4.600109	
Dentro de los grupos	7.09975E-30	14	5.0712E-31				
Total	7.09975E-30	15					

Fuente: Elaboración propia

De la Tabla 39 se puede observar que $F=0$ es menor al Valor crítico para $F=4.60010994$ (región de aceptación), por lo que, según la teoría de Análisis de varianza se acepta la hipótesis nula y se concluye que, no existe una diferencia significativa entre las medias de los resultados del pre test y post en relación a la productividad de materia prima.

Anexo 14. Validación de instrumentos (Experto 1)

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING							
	DIMENSIÓN 1: Mapa de flujo de valor (VSM)							
1	<input type="checkbox"/> Actividades que agregan valor	x		x		x		
	<input type="checkbox"/> Lead time	x		x		x		
	DIMENSIÓN 2: 5S							
2	Nivel de cumplimiento de las 5s	x		x		x		
	DIMENSIÓN 3: Kaizen							
3	$Objetivos = \frac{Obj.logrados}{Obj.planificados} \times 100\%$							
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
	DIMENSIÓN 4: Grado de eficacia							
4	$Eficac = \frac{Prod.real}{Pro planificada} \times 100\%$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 5: Grado de eficiencia							
5	$Eficien = \frac{Tiempo real}{Tiempo planificado} \times 100\%$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 6: Nivel de productividad							
6	$P = Eficiencia \times Eficacia$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 7: Productividad de materia prima							
7	$P_{MatPri} = \frac{Prod.real (unid)}{Materia prima (kg)}$	x		x		x		

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

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

Apellidos y nombres del juez validador. Ing: Dayvi Jordy reyes Arteaga

DNI: 70223733

Especialidad del validador: Ingeniero Industrial

02 de diciembre del 2022, Trujillo

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

³Claridad: 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



 DAYVI JORDY REYES ARTEAGA
 Ingeniero Industrial

Firma del Experto Informante

Validación de instrumentos (Experto 2)

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 1: Mapa de flujo de valor (VSM)	x		x		x		
1	Actividades que agregan valor	x		x		x		
	Lead time	x		x		x		
	DIMENSIÓN 2: 5S	x		x		x		
2	Nivel de cumplimiento de las 5s	x		x		x		
	DIMENSIÓN 3: Kaizen	x		x		x		
3	$\text{Objetivos} = \frac{\text{Obj. logrados}}{\text{Obj. planificados}} \times 100 \%$	x		x		x		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD	Si	No	Si	No	Si	No	
	DIMENSIÓN 4: Grado de eficacia	x		x		x		
4	$\text{Eficacia} = \frac{\text{Prod. real}}{\text{Prod. planificada}} \times 100 \%$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 5: Grado de eficiencia	x		x		x		
5	$\text{Eficiencia} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo planificado}} \times 100 \%$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 6: Nivel de productividad	x		x		x		
6	$P = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$	x		x		x		
	DIMENSIÓN 7: Productividad de materia prima	x		x		x		
7	$P_{MP} = \frac{\text{Prod. real (unid)}}{\text{Materia prima (kg)}}$	x		x		x		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador. Dr./ Mg: *Otiniano Pacherras, Liseth Mirella*

DNI: 74240161

Especialidad del validador: Ingeniera Industrial

02 de diciembre del 2022, Trujillo



LISETH MIRELLA
OTINIANO PACHERRES
 Ingeniera Industrial
 CIP N° 285583

Firma del Experto Informante

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

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

³Claridad: 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

Validación de instrumentos (Experto 3)

Nº	VARIABLE/DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹		Relevancia ²		Claridad ³		Sugerencias
		Si	No	Si	No	Si	No	
	VARIABLE INDEPENDIENTE: LEAN MANUFACTURING							
	DIMENSIÓN 1: Mapa de flujo de valor (VSM)							
1	<input type="checkbox"/> Actividades que agregan valor	X		X		X		
	<input type="checkbox"/> Lead time							
	DIMENSIÓN 2: 5S							
2	Nivel de cumplimiento de las 5s	X		X		X		
	DIMENSIÓN 3: Kaizen							
3	$\text{Objetivos} = \frac{\text{Obj. logrados}}{\text{Obj. planificados}} \times 100\%$	X		X		X		
	VARIABLE DEPENDIENTE: PRODUCTIVIDAD							
	DIMENSIÓN 4: Grado de eficacia							
4	$\text{Eficac} = \frac{\text{Prod. real}}{\text{Pro planificada}} \times 100\%$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 5: Grado de eficiencia							
5	$\text{Eficien} = \frac{\text{Tiempo real}}{\text{Tiempo planificado}} \times 100\%$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 6: Nivel de productividad							
6	$P = \text{Eficiencia} \times \text{Eficacia}$	X		X		X		
	DIMENSIÓN 7: Productividad de materia prima							
7	$P_{\text{MatPri}} = \frac{\text{Prod. real (unid)}}{\text{Materia prima (kg)}}$	X		X		X		

Observaciones (precisar si hay suficiencia): Si hay suficiencia

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

Apellidos y nombres del juez validador: Mg: Gerardo Sosa Panta

DNI: 03591940

Especialidad del validador: Ingeniería Industrial

05 de diciembre del 2022, Trujillo

¹**Pertinencia:** El ítem corresponde al concepto teórico formulado.

²**Relevancia:** El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo

³**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




Firma del Experto Informante