

Implementation of Engineering Tools to Increase Productivity in the Production Area of a Manufacturing Company Trujillo-2024

Carlos Enrique Mendoza Ocaña, Magister¹, Fernando Jeremy Lozano Cabana, estudiante de Ingeniería Industrial², Claudia Alejandra Muñoz Cruzado, estudiante de Ingeniería Industrial³, Jaime Carlos Enrique Salcedo Marreros, estudiante de Ingeniería Industrial⁴, Erick Salinas Polo, estudiante de Ingeniería Industrial⁵, Luis Gerardo Santiago Vargas, estudiante de Ingeniería Industrial⁶

¹Universidad Privada del Norte, Perú, carlos.mendoza@upn.edu.pe, n00234399@upn.pe, n00234640@upn.pe, n00235462@upn.pe, n00260170@upn.pe, n00144573@upn.pe

Abstract– A research work was carried out with the purpose of analyzing the application of engineering tools to increase productivity in the production area in a manufacturing company in Peru. The Ishikawa diagram and Pareto diagram were used; and then apply engineering tools, such as Preventive Maintenance, Poka Yoke, Guerchet Method, Method Study and Internal Plant Training. An annual economic loss of S/ 313,037.14 was determined, generated by 5 root causes: lack of a maintenance plan, inefficient processes, inefficient plant distribution, deficient process in the dust chamber and lack of training. After implementing the improvements, accepted values were obtained, an annual benefit of S/ 134,274.98, with a NPV of S/ 94,644.78, an IRR of 33% and B/C of 4,7. Therefore, it was determined that the application of engineering tools does increase productivity in the area of productivity in a food industry company. Keywords: Engineering tools, Productivity, Preventive Maintenance, Internal training, Poka Yoke

Implementación de Herramientas de Ingeniería para Incrementar la Productividad en el Área de Producción de una empresa manufacturera Trujillo-2024

Carlos Enrique Mendoza Ocaña, Magister¹, Fernando Jeremy Lozano Cabana, estudiante de Ingeniería Industrial², Claudia Alejandra Muñoz Cruzado, estudiante de Ingeniería Industrial³, Jaime Carlos Enrique Salcedo Marreros, estudiante de Ingeniería Industrial⁴, Erick Salinas Polo, estudiante de Ingeniería Industrial⁵, Luis Gerardo Santiago Vargas, estudiante de Ingeniería Industrial⁶

¹Universidad Privada del Norte, Perú, carlos.mendoza@upn.edu.pe, n00234399@upn.pe, n00234640@upn.pe, n00235462@upn.pe, n00260170@upn.pe, n00144573@upn.pe

Resumen– Se realizó un trabajo de investigación con el propósito de analizar la aplicación de herramientas de ingeniería para incrementar la productividad en el área de producción en una empresa manufacturera de Perú. Se utilizó el diagrama de Ishikawa, diagrama de Pareto; para luego aplicar herramientas de ingeniería, tales como Mantenimiento Preventivo, Poka Yoke, Método de Guerchet, Estudio de métodos y Capacitación interna en planta. Se determinó una pérdida económica anual de S/ 313,037.14, generadas por 5 causas raíz: falta de un plan de mantenimiento, procesos ineficientes, distribución ineficiente de planta, deficiente proceso en la cámara de polvo y falta de capacitación. Después de implementar las mejoras, se obtuvo valores aceptados, un beneficio anual de S/ 134,274.98, un VAN positivo de S/ 94,644.78, un TIR de 33% y un B/C de 4,7. Por lo tanto, se determinó que la aplicación de herramientas de ingeniería si incrementa la productividad en el área de productividad en una empresa de industria alimentaria.

Palabras claves: *Herramientas de ingeniería, Productividad, Mantenimiento Preventivo, Capacitación interna, Poka Yoke*

Abstract– A research work was carried out with the purpose of analyzing the application of engineering tools to increase productivity in the production area in a manufacturing company in Peru. The Ishikawa diagram and Pareto diagram were used; and then apply engineering tools, such as Preventive Maintenance, Poka Yoke, Guerchet Method, Method Study and Internal Plant Training. An annual economic loss of S/ 313,037.14 was determined, generated by 5 root causes: lack of a maintenance plan, inefficient processes, inefficient plant distribution, deficient process in the dust chamber and lack of training. After implementing the improvements, accepted values were obtained, an annual benefit of S/ 134,274.98, with a NPV of S/ 94,644.78, an IRR of 33% and B/C of 4,7. Therefore, it was determined that the application of engineering tools does increase productivity in the area of productivity in a food industry company.

Keywords: *Engineering tools, Productivity, Preventive Maintenance, Internal training, Poka Yoke*

Keywords: *Engineering tools, Productivity, Preventive Maintenance, Internal training, Poka Yoke*

I. INTRODUCCIÓN

El Programa Nacional de Alimentación Escolar "Qali Warma" es una iniciativa crucial del gobierno peruano para abordar el desafío del bajo rendimiento académico, especialmente entre aquellos en situación de pobreza y extrema pobreza [1][12]. Desde su creación en 2013, Qali Warma ha demostrado ser un programa eficaz para mejorar la atención en clases, aumentar la asistencia escolar y promover hábitos alimenticios saludables entre los niños de las instituciones educativas públicas en Perú [1]. El programa garantiza el servicio alimentario durante todo el año escolar, adaptando los menús escolares a las ocho regiones alimentarias del país, proporcionando alimentos culturalmente pertinentes y nutritivos [2].

La empresa estudiada esta dedicada a la producción de una mezcla en polvo a base de azúcar, arroz, avena, cebada y clavo. Este producto se ofrece en presentaciones de sacos de 50kg y de 1 kg, siendo sus principales clientes las municipalidades que compran la mezcla para el programa Qali Warma. Actualmente, la empresa presenta problemas de baja productividad, lo cual repercute en el uso eficiente de sus recursos con relación a la producción y afecta negativamente su rentabilidad.

Se han identificado varias causas raíz para los problemas de productividad en la empresa. La primera causa raíz es la falta de un plan de mantenimiento, lo cual genera paradas frecuentes de las máquinas durante la producción. La empresa no cuenta con un monitoreo sistemático de los componentes fundamentales para el funcionamiento de las máquinas, lo que resulta en mantenimientos correctivos no programados y elevados costos. Este problema afecta a varias máquinas, incluyendo la separadora, limpiadora, cascaradora, laminadoras y mezcladora, con un total de 35 paradas por mes y una pérdida de S/ 2,050 mensuales.

La segunda causa raíz es la ineficiencia en los procesos de producción, que genera pérdidas de materia prima debido a la falta de un sistema de seguimiento preciso y a errores en los procesos manuales. Esto resulta en un promedio de 25 sacos de materia prima desperdiciada por mes, causando una pérdida

total de S/ 6,161.43 mensuales. La tercera causa raíz es una distribución ineficiente de la planta, lo que genera tiempos de traslado extensos entre las áreas de producción y aumenta el tiempo de fabricación de los productos finales. Esto provoca una pérdida por horas improductivas de S/ 87.50 diarios por operario, sumando S/ 2,625 mensuales.

La cuarta causa raíz es un deficiente proceso en la cámara de polvo, que afecta la calidad del producto terminado, volviéndolo invendible. Esto genera una pérdida mensual promedio de S/ 11,250. La quinta causa raíz es la falta de capacitación del personal, lo cual conduce a la necesidad de reprocesar productos debido a errores durante la producción. Esta situación representa una pérdida mensual de S/ 27,000.

Varios estudios previos han demostrado cómo diferentes herramientas y técnicas pueden mejorar la productividad y reducir costos en diversas industrias. Por ejemplo, Laguna y Sánchez señalaron que la implementación del Mantenimiento Productivo Total (TPM) en una empresa de calzado redujo los costos de mantenimiento correctivo de S/. 147,952.09 a S/. 29,590.42 y alcanzó una disponibilidad del 98.39% en sus activos [3]. Asimismo, Toro mostró cómo la implementación de Poka Yoke en la elaboración de fichas técnicas redujo las pérdidas asociadas con errores y tiempos de espera en un 75%, mejorando la eficiencia del 56% al 83% [4]. Aldáz et al. destacan una mejora significativa en el uso del espacio en la planta de lácteos Alanba mediante el método Guerchet, pasando del 37% al 96% [5].

Suárez demostró que la implementación del estudio de métodos en el proceso de armado de tanques de acero redujo el tiempo estándar de 1259.98 horas a 1025.48 horas, obteniendo un VAN positivo de US \$15,274.31 [6]. Córdova resaltó la importancia de la capacitación de operarios para mejorar la eficiencia y reducir costos en la producción de pegamentos de cerámica, incrementando la producción mensual de 2634 a 4536 bolsas y el valor de venta de S/ 47,412 a S/ 81,648 [7].

Dado el contexto competitivo de la industria alimentaria actual, donde los márgenes de ganancia están estrechamente vinculados con la capacidad de producción y la eficiencia de los procesos, un incremento en la productividad puede resultar en beneficios significativos en términos de rentabilidad y posicionamiento de mercado. Por ello, es esencial abordar la pregunta de investigación: ¿Cuál es el impacto de la aplicación de herramientas de ingeniería en la productividad en el área de producción de la empresa curtiembre Trujillo - 2024?

En este sentido, el objetivo general de esta investigación es determinar el impacto de diversas herramientas de ingeniería en el incremento de la productividad en el área de producción de una empresa manufacturera. Para alcanzar este objetivo, se han planteado los siguientes objetivos específicos: diagnosticar la productividad actual en el área de producción, diseñar herramientas de ingeniería específicas para incrementar la productividad, y evaluar la viabilidad económica de las herramientas diseñadas. Esta planificación busca no solo identificar áreas de mejora, sino también diseñar e implementar soluciones prácticas y sostenibles.

La hipótesis planteada sostiene que la implementación de herramientas de ingeniería en el área de producción incrementará significativamente la productividad de una empresa manufacturera de Perú.

Este proyecto no solo pretende mejorar la productividad de la empresa, sino también servir como un caso de estudio para otras empresas del sector alimentario. Al proporcionar un marco replicable y ajustable para la mejora continua en diferentes contextos productivos, se fomenta una cultura de innovación y excelencia en la ingeniería de procesos a nivel industrial.

II. METODOLOGÍA

El diseño de la investigación es diagnóstico propositivo, la cual es una aproximación a la investigación que no solo busca comprender y describir un fenómeno en la realidad, sino también proponer soluciones o modelos que abordan las deficiencias identificadas [8].

La variable independiente corresponde a la aplicación de herramientas de ingeniería, mientras que la variable dependiente, al aumento de la productividad en la empresa manufacturera.

Mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron las causas raíz que generan pérdidas económicas por el problema principal de la baja productividad.

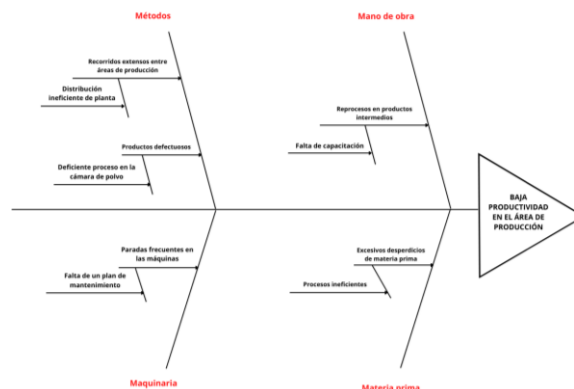


Fig. 1 Diagrama de Ishikawa

Estas causas raíz se cuantifican en la Tabla I mediante indicadores, para luego calcular el valor actual de pérdidas en porcentaje, pérdida total y las alternativas de solución seleccionada para su diseño e implementación en la empresa manufacturera.

TABLA I
MATRIZ DE INDICADORES

CAUSA RAÍZ	INDICADOR	VALOR ACTUAL	PÉRDIDA ACTUAL	ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN
CR1: Falta de un plan de mantenimiento	$(\text{Tiempo total de paradas} / \text{Tiempo total de producción}) * 100$	34,17%	S/ 2.050,00	Mantenimiento preventivo
CR2: Procesos ineficientes	$(\text{Materia prima desperdiciada} / \text{Total de materia prima recibida}) * 100$	4,93%	S/ 6.161,43	Poka Yoke
CR3: Distribución ineficiente de planta	$(\text{Tiempo de traslado} / \text{Tiempo total de producción}) * 100$	33,3%	S/ 2.625,00	Redistribución de planta con el método de Guerchet
CR4: Deficiente proceso en la cámara de polvo	$(\text{N}^{\circ} \text{ de productos defectuosos} / \text{N}^{\circ} \text{ de productos producidos}) * 100$	3%	S/ 11.250,00	Estudio de métodos
CR5: Falta de capacitación	$(\text{N}^{\circ} \text{ de productos intermedios reprocesados} / \text{N}^{\circ} \text{ de productos})$	8,65%	S/ 4.000,00	Capacitación interna en planta

Para abordar el problema principal de baja productividad en el área de Producción de la planta, se realizó un análisis mediante un Diagrama de Ishikawa, que facilitó la identificación de las causas raíz del problema. Entre ellas se encuentran: la falta de

un plan de mantenimiento; procesos ineficientes que generan desperdicios de materia prima; una distribución ineficiente en la planta que impide el flujo óptimo de operaciones; un deficiente proceso en la cámara de polvo que compromete la calidad del producto final, y una evidente falta de capacitación del personal, lo que reduce la productividad general del área.

TABLA II
DESCRIPCIÓN DE CAUSAS RAÍCES PARA PARETO

CAUSA RAÍZ	DESCRIPCIÓN	PÉRDIDA ECONÓMICA	Costo Acumulado	% Costo Acumulado	80 - 20	% Nº de causas acumulado
CR4	Deficiente proceso en la cámara de polvo	S/ 11,250	S/ 11,250	43.13%	80%	20%
CR2	Procesos ineficientes	S/ 6,161	S/ 17,411	66.74%	80%	40%
CR5	Falta de capacitación	S/ 4,000	S/ 21,411	82.08%	80%	60%
CR3	Distribución ineficiente de planta	S/ 2,625	S/ 24,036	92.14%	80%	80%
CR1	Falta de un plan de mantenimiento	S/ 2,050	S/ 26,086	100.00%	80%	100%
TOTAL		S/ 26,086				

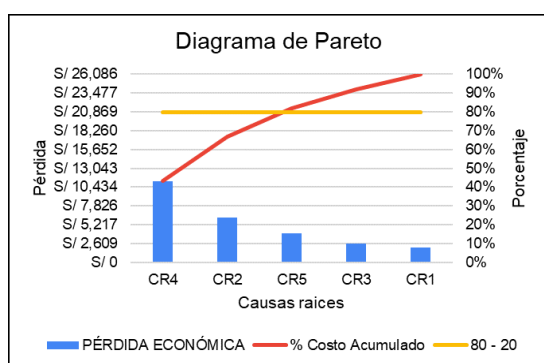


Fig. 2 Diagrama de Pareto

TABLA III
MONETIZACIÓN DE LA CR1

Maquinaria	Tiempo de reparación por paradas (h)	Nº de paradas por mes	Tiempo total de reparación (h)	Costo de MOE/h	Costo Total de MOE
Limpiadora	5	3	15	S/ 25,00	S/ 375,00
Cascaradora	4	4	16	S/ 25,00	S/ 400,00
Laminadora 1	7	1	7	S/ 25,00	S/ 175,00
Laminadora 2	7	1	7	S/ 25,00	S/ 175,00
Molino	4	2	8	S/ 25,00	S/ 200,00
Separadora	5	4	20	S/ 25,00	S/ 500,00
Mezcladora	3	3	9	S/ 25,00	S/ 225,00
TOTAL	35	18	82		S/ 2,050,00

TABLA IV
INDICADORES DE LA CR1

Indicadores	Valor
Tiempo total de producción	240
(Tiempo total de paradas/Tiempo total de producción)*100	34.17%

En la Tabla III se presenta el tiempo total de reparación por paradas en horas y el número de paradas que se contabilizaron durante un mes de producción, lo cual al multiplicarse por el costo de mano de obra externa (MOE), se obtiene una pérdida mensual de S/ 2050. En la Tabla IV se presenta el tiempo total de producción, que es el resultado de multiplicar 30 días de trabajo por mes con un turno de 8 horas. El valor actual de 34.17%, corresponde al porcentaje total que las máquinas se

encuentran paradas con relación al tiempo disponible de producción.

TABLA V
MONETIZACIÓN DE LA CR2

MES	MATERIA PRIMA DESPERDICIADA (KG)	NÚMERO DE SACOS (50kg c/u)
Septiembre	1100	22
Octubre	1010	20.2
Noviembre	1350	27
Diciembre	1250	25
Enero	1410	28.2
Febrero	1153	23.06
Marzo	1353	27.06
Total	8626	172.52
Total promedio por mes	1232.29	24.65

TABLA VI
PÉRDIDA DE LA CR2

MATERIAL	
PRÉCIO (SACOS DE 50 KG)	S/ 250.00
PÉRDIDA	S/ 6,161.43
MP total recibida por mes	500
PÉRDIDA	4.93%

De acuerdo a la Tabla V y VI, se especifica la materia prima desperdiciada en 7 meses, dando un total de 8626 kg y en número de sacos sería 173. Luego se encontró el costo de pérdida de la MP que fue de S/ 6,161.43 por mes. Finalmente, con los datos obtenidos anteriormente se consiguió hallar la pérdida de la MP recibida al mes dándonos un porcentaje de 4.93% al mes.

TABLA VII
MONETIZACIÓN DE LA CR3

Tiempo de traslado	7 min
Tiempo óptimo de traslado	4 min
Tiempo total de producción	21 min
Porcentaje del recorrido	33.3%

PERDIDAS POR OPERARIOS

Sueldo de operarios al mes	9000 soles
Costo de horas improductivas al mes	1125 soles

TABLA VIII
INDICADORES DE LA CR3

Total de sacos al día:	20	
Total sacos al mes:	600	
Número de operario:	6	
Costo de hora:	6.25	soles
Costo de minuto:	0.10	soles
Costo de minutos perdidos / día	14.58	soles

En la Tabla VII y VIII, se identificó que el traslado ocupa el 33.3% del tiempo total de producción con un tiempo de 7 min. No siendo este el ideal, ya que las distancias entre áreas son extensas y no cumplen con el tiempo óptimo de traslado. Por lo tanto, está generando por los 6 operarios un costo de horas improductivas de S/ 1125 al mes.

TABLA IX
MONETIZACIÓN DE LA CR4

MES	PRODUCTOS PRODUCIDOS	PRODUCTOS DEFECTUOSOS	INGRESO PERDIDO
Septiembre	600	13	S/9.750,00
Octubre	600	19	S/14.250,00
Noviembre	600	13	S/9.750,00
Diciembre	600	15	S/11.250,00
Enero	600	15	S/11.250,00
Febrero	600	17	S/12.750,00
Marzo	600	13	S/9.750,00
Total	4200	105	S/78.750,00

TABLA X
INDICADORES DE LA CR4

PRECIO DE VENTA (UNIDAD)	S/750,00
PÉRDIDA	3%
PROMEDIO	
PRODUCTOS PRODUCIDOS	PRODUCTOS DEFECTUOSOS
600	15
INGRESO PERDIDO	S/11.250,00

Como se observa en la Tabla IX y X, los productos realizados es de 4200 unidades, junto con unos productos defectuosos es el 3% mensualmente, cuyo promedio mensual de productos producidos es de 600 unidades cuyos productos defectuosos es de 15 unidades, esto nos genera un ingreso perdido de S/ 11.250,00.

TABLA XI
MONETIZACIÓN DE LA CR5

CR5: Falta de capacitación			
MES	SACOS DE CEBADA	PRODUCTOS REPROCESADOS	PÉRDIDA ACTUAL
Septiembre	200	15	S/3.750,00
Octubre	115	18	S/4.500,00
Noviembre	250	13	S/3.250,00
Diciembre	140	14	S/3.500,00
Enero	230	16	S/4.000,00
Febrero	110	15	S/3.750,00
Marzo	245	17	S/4.250,00
TOTAL	1290	108	S/27.000,00

TABLA XII
INDICADORES DE LA CR5

%VALOR ACTUAL	
PRODUCTOS REPROCESADOS	108
PRODUCTOS PRODUCIDOS	1.290,00
PÉRDIDA	8,65%
PRECIO DE VENTA (UNIDAD)	S/250,00

PROMEDIO		
SACOS DE CEBADA	PRODUCTOS REPROCESADOS	PÉRDIDA ACTUAL
185	16	S/4.000,00

La Tabla XI y XII muestran que, durante el período de siete meses, la empresa ha producido un total de 1290 productos intermedios. Sin embargo, 108 de estos productos han necesitado ser reprocesados debido a defectos, lo que ha resultado en una pérdida monetaria acumulada de 27.000,00. Al calcular el porcentaje de productos reprocesados con respecto al total de productos producidos, se obtiene aproximadamente un 8%; esto nos genera una pérdida de S/ 4.000,00. Este 8%

representa una proporción significativa de productos defectuosos en la producción total de la empresa.

III. RESULTADOS

MANTENIMIENTO PREVENTIVO (CR1)

Consiste en realizar inspecciones, ajustes, limpiezas y reparaciones programadas regularmente para evitar fallos y averías inesperadas. Este mantenimiento se lleva a cabo en intervalos específicos de tiempo o según el uso del equipo, basándose en el análisis de las condiciones operativas y las recomendaciones del fabricante.

TABLA XIII
MÁQUINAS DEL ÁREA DE PRODUCCIÓN

Nº	Tipo de Máquina	Marca	Modelo	Peso	Capacidad	Años de Antigüedad	Función	Partes Principales
1	Separadora	Schule	AC-500	2.500kg	500 GPM	2	Separación de sólidos y líquidos	Cámara de centrifugado, conductos, cintas transportadoras, filtros
2	Limpiadora	Beluga	CMX-200	1.800kg	200 GPM	1	Limpieza y filtrado	Rodillos ajustables, tolvas
3	Cascaradora	Bühler	HP-350	1.200kg	350 kg/h	3	Remoción de cáscaras de granos	Rodillos de presión, sistema de enfriamiento
4	Laminadora 1	Schule	SP-1000	3.000kg	1 ton/h	5	Laminación de granos	Rodillos de presión, sistema de enfriamiento
5	Laminadora 2	Schule	SP-1000B	3.000kg	1 ton/h	5	Laminación de granos	Rodillos de presión, sistema de enfriamiento
6	Molino	Bühler	GT-500	1.500kg	500 kg/h	4	Molienda de productos secos	Piedras de molino, motor
7	Mezcladora	Beluga	MW-800	2.200kg	800 kg/h	2	Mezclado de ingredientes secos	Palas mezcladoras, tolva de carga

Como se muestra en la Tabla XIII, a la fecha, la empresa cuenta con 7 máquinas para la obtención de la mezcla en polvo a base de ingredientes como azúcar, arroz, avena, cebada, y saborizantes.

TABLA XIV
INVERSIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	Tipo de Máquina	Tareas de Mantenimiento	Frecuencia	Detalles de la Tarea
1	Separadora	Limpieza, revisión de rodamientos	Mensual	Limpieza de componentes, verificar y reemplazar rodamientos si es necesario
		Cambio de aceite	Semestral	Cambiar aceite de la máquina para asegurar lubricación adecuada
2	Limpiadora	Inspección de filtros, correas	Mensual	Revisar y limpiar filtros, ajustar o reemplazar correas
3	Cascaradora	Ajuste de mecanismos, lubricación	Trimestral	Ajustar componentes mecánicos y lubricar partes móviles
4	Laminadora 1	Verificación de rodillos, alineación	Mensual	Comprobar desgaste de rodillos, realinear si es necesario
5	Molino	Mantenimiento general	Anual	Revisión completa de la máquina para prevenir fallas
		Revisión de cuchillas o piedras	Mensual	Inspeccionar y afilar/reemplazar cuchillas o piedras
6	Mezcladora	Limpieza profunda	Trimestral	Limpieza a fondo para evitar contaminación cruzada
		Verificación de mezcladores, sellos	Mensual	Inspeccionar mezcladores y cambiar sellos si se detectan fugas
7	Laminadora 2	Inspección de presión de rodillos	Mensual	Verificar y ajustar la presión de los rodillos
		Revisión general	Semestral	Realizar mantenimiento general para asegurar operación óptima

Como se observa en el plan de mantenimiento preventivo, se plantea realizar tareas de forma mensual, semestral y trimestral, para cada máquina.

TABLA XV
INVERSIÓN PARA EL MANTENIMIENTO PREVENTIVO

Nº	Tipo de Máquina	Costo de Inspección y Diagnóstico	Costo de Repuestos y Materiales	Costo de Mano de Obra	Costo de Implementación	Costo Total Estimado
1	Separadora	S/200,00	S/200,00	S/50,00	S/120,00	S/570,00
2	Limpiadora	S/200,00	S/300,00	S/90,00	S/200,00	S/790,00
3	Cascaradora	S/200,00	S/400,00	S/80,00	S/300,00	S/980,00
4	Laminadora 1	S/100,00	S/300,00	S/70,00	S/400,00	S/870,00
5	Laminadora 2	S/200,00	S/400,00	S/80,00	S/120,00	S/800,00
6	Molino	S/300,00	S/500,00	S/70,00	S/80,00	S/950,00
7	Mezcladora	S/100,00	S/300,00	S/80,00	S/20,00	S/500,00
TOTAL						S/5.460,00

En la Tabla XV se presenta el tiempo total mejorado de reparación por paradas en horas, que se reduce de 82 a 36 horas.

TABLA XVI
PÉRDIDA MEJORADA DE LA CR1

Maquinaria	Tiempo de reparación por paradas (h)	Nº de paradas por mes	Tiempo total de reparación (h)	Costo de MOE*h	Costo Total de MOE
Limpiadora	2	3	6	S/25.00	S/150.00
Cascaradora	2	4	8	S/25.00	S/200.00
Laminadora 1	3	1	3	S/25.00	S/75.00
Laminadora 2	3	1	3	S/25.00	S/75.00
Molino	3	2	6	S/25.00	S/150.00
Separadora	1	4	4	S/25.00	S/100.00
Mezcladora	2	3	6	S/25.00	S/150.00
TOTAL	16	18	36		S/900.00

Como se muestra en la Tabla XVI, producto del diseño del Mantenimiento Preventivo, la pérdida que era S/ 2050 se reduce a S/ 900 por mes.

TABLA XVII
PÉRDIDA MEJORADA DE LA CR1

Indicadores	Valor
Tiempo total de producción	240
(Tiempo total de paradas/Tiempo total de producción)*100	15.00%

Asimismo, en la Tabla XVII se muestra que el indicador de la CR1 se logra reducir de 34.17% a 15%.

POKA YOKE (CR2)

Implementación de sensores de nivel que determine la cantidad exacta en la que el operador realice el cambio de saco que esté lleno con MP a un nuevo saco para que no se desperdicie la MP. Este Poka -Yoke consiste en un sensor de nivel que determine la cantidad exacta en la que el operador realice el llenado exacto de los sacos de productos en proceso. Esto ayudará a garantizar un buen proceso, consistente y evitar errores que causen pérdidas de MP innecesarias a la empresa. A continuación, se presentan los pasos para implementarlo:

-Identificación del punto crítico: Identificamos el punto crítico en el proceso donde se debe realizar la implementación. Ubicamos el lugar exacto en el que debemos implementar la herramienta para que el operador realice un proceso correcto en el área de producción.

-Realizar un diseño de la herramienta Poka Yoke: Diseñar un sistema que incluya un sensor de nivel instalado en la zona donde se llenan los sacos, en donde el sensor estará configurado para detectar cuando un saco este lleno y cuando eso ocurra este debe enviar una señal de alerta al operador.

-Selección del sensor de nivel: Elegir un sensor de nivel adecuado para el entorno de trabajo, considerando factores como la distancia de detección, el tipo de material a detectar y la firmeza requerida. En cuanto a marcas y modelos específicos de sensores de nivel, estas serían algunas opciones evaluadas a instalar:

-Instalación y calibración del sensor: Se instala el sensor del nivel en la máquina, de manera que calcule el llenado exacto requerido para realizar el cambio de saco. Se debe asegurar la calibración del sensor de nivel correctamente, para obtener las mediciones lo más precisas y confiables posibles.

-Pruebas y ajustes: Se realizan pruebas exhaustivas para asegurarse de que el sensor de nivel esté funcionando correctamente y que el sistema de control responda de acuerdo con las mediciones. Ajustamos por última vez los parámetros y límites para garantizar la precisión y consistencia del proceso.
-Capacitación de los trabajadores: Capacitamos a los operadores y al personal encargado del proceso sobre la importancia de la implementación de este poka-yoke y cómo utilizar el sensor de nivel correctamente.

TABLA XVIII
INDICADORES MEJORADOS

MATERIAL	
PRECIO(SACOS DE 50 KG)	S/250.00
PERDIDA	S/2,161.43
MP total recibida por mes	500
PÉRDIDA	1.73%

Como se muestra en la Tabla XVIII, producto del diseño de la implementación de la herramienta del Poka Yoke, el indicador de la CR2 se reducirá de 4.93% a 1.73%. Asimismo, la pérdida que era S/ 6161.43 se reducirá a S/ 2161.43 por mes.

TABLA XIX
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN

PASOS A SEGUIR	DURACIÓN (Semanas)	MANO DE OBRA (Semanas)	COSTO UNITARIO (En S/)	COSTO TOTAL (En S/)
que sea aprobado	0.5	1	S/800.00	S/400.00
Identificación del punto crítico potencia	0.5	1	S/750.00	S/375.00
Realizar un diseño de solución	1	1	S/650.00	S/650.00
Adquisición de los materiales	1	1	S/2,000.00	S/2,000.00
Instalación y calibración del sensor	0.5	1	S/1,500.00	S/750.00
Hacer la prueba y los ajustes necesarios	1	1	S/850.00	S/850.00
Plan de capacitación	1	1	S/600.00	S/600.00
Mantenimiento y actualizaciones	0.5	1	S/800.00	S/400.00
Mejora continua y retroalimentaciones	1	1	S/750.00	S/750.00
TOTAL	7			S/6,775.00

Como se muestra en la tabla XIX, se muestra el costo de implementación de la herramienta Poka Yoke.

TABLA XX
COMPARACIÓN DE PÉRDIDA

Alternativas de la causa raíz 2	Valor económico	Duración	Accesibilidad
Poka Yoke	S/6,775.00	7	85%
Automatización	S/36,300.00	12	55%

GUERCHET (CR3)

Para este punto se inició haciendo el cálculo de las áreas requeridas a través del método Guerchet.

TABLA XXI
APLICACIÓN MÉTODO DE GUERCHET

Área	Área propuesta (m2)	Área Actual (m2)	Espacio requerido
Almacén de materia prima	3262	3000	262
Área de producción	2600	2000	650
Almacén de producto terminado	2250	2000	250
Control de calidad	100	60	40
Almacén de paja	750	500	250
Almacén de sacos y bolsas	225	160	65
Área de mantenimiento	150	0	150
Área de SS.HH	25	0	25
Oficinas	225	150	75
Área de carga y descarga	1400	800	600
Total	10987	8670	2367

En la tabla XXI se puede concluir que todas las áreas requieren un espacio mayor, en la actualidad tiene un 8670 m² y con la propuesta se requiere 10987 es decir 2367 m² más para poder desarrollarse de mejor manera y conseguir un mayor beneficio para la empresa.

Luego de la redistribución y ampliación de las áreas. A continuación, se muestra la distancia recorrida por los colaboradores durante un día de trabajo.

TABLA XXII
DISTANCIA RECORRIDA ANTES DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE GUERCHET

Área	Movimiento	Distancia Unitaria (m)	Nº de veces	Distancia total recorrida (m)
Almacén MP	De secado a Tolva	38	250	9500
	A almacén de sacos	15	250	3750
	A almacén materia prima	15	250	3750
Producción	Traslado área de Limpio	15	3	45
	Traslada a cascadora	3	3	9
	Traslado a Laminadora 1	5	4	20
	A Laminadora 2	20	5	100
	Al molino	19	12	228
	A máquina separadora	3	25	75
	A mezcladora	8	30	240
	Llenado de sacos	3	25	75
	Almacén PT	Arrastra bolsa	3	200
	A recoger bolsa	4	200	800
	A almacén PT	6	200	1200
Total		119		10892

De la tabla anterior se deduce que la distancia recorrida es de 10892 metros en un día de trabajo.

TABLA XXIII
DISTANCIA RECORRIDA DESPUÉS DE LA APLICACIÓN DEL MÉTODO DE GUERCHET

Área	Movimiento	Distancia Unitaria (m)	Nº de veces	Distancia total recorrida (m)
Almacén MP	De secado a Tolva	5	250	1250
	A almacén de sacos	2	250	500
	A almacén materia prima	4	250	1000
Producción	Traslado área de Limpio	12	3	36
	Traslada a cascadora	2	3	6
	Traslado a Laminadora 1	2	4	8
	A Laminadora 2	5	5	25
	Al molino	6	12	72
	A máquina separadora	2	25	50
	A mezcladora	3	30	90
	Llenado de sacos	3	25	75
	Almacén PT	Arrastra bolsa	2	200
	A recoger bolsa	2	200	400
	A almacén PT	3	200	600
Total		48		3262

Podemos observar que la distancia recorrida en un día de trabajo disminuyó a notablemente 7630 metros, es decir de 10892 metros a 3262 metros.

TABLA XXIV
COSTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE CR3

MÉTODO GUERCHET	DURACION (Semanas)	MANO DE OBRA (Semanas)	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
PASOS A SEGUIR				
Medición de las dimensiones que tiene cada máquina	1	1	S/.400.00	S/.400.00
Hacer planos donde muestren las medidas de todas las áreas	1	1	S/.500.00	S/.500.00
Realizar la disposición de cada máquina	1	2	S/.350.00	S/.700.00
Calcular la superficie de trabajo	1	2	S/.400.00	S/.800.00
Elaborar un informe donde se muestre cada máquina con su nombre	1	1	S/.350.00	S/.350.00
Analizar la distribución de planta mediante el metodo guerchet	1	2	S/.400.00	S/.800.00
Traslado de máquinas	3	2	S/.1,500.00	S/.9,000.00
Proponer el plan de implementación y que sea aprobado	1	1	S/.500.00	S/.500.00
TOTAL	10			S/.13,050.00

En la tabla XXIV nos muestra el paso a paso para la implementación del método de Guerchet, además del tiempo de su duración que tomará aplicarla, la mano de obra necesaria, el costo unitario y por último el costo total de la implementación de esta herramienta.

TABLA XXV
INDICADORES DE LA CR3

Indicadores	Actual	Mejorado
Tiempo total de recorrido	7 min	5.3
(Tiempo total de paradas/Tiempo total de producción)* 100	33%	25%
Pérdida por el costo de horas improductivas	S/. 1125	S/. 487.5

Como se muestra en la Tabla XXV, el diseño de la implementación del método de Guerchet, disminuye el porcentaje a 25% con 5.3 min de recorrido. Mejorando significativamente el tiempo de traslado que actualmente es el 33% del tiempo total de producción. Asimismo, la diferencia de la pérdida por el costo de horas improductivas de la actual y la mejorada se redujo en S/. 637.5 menos.

ESTUDIO DE MÉTODOS (CR4)

Elevados productos defectuosos debido a un deficiente proceso en la cámara de polvo que conlleva a la disminución de la calidad del producto terminado o inclusive de que el producto se perjudique de una manera que no se pueda vender, y de ese modo se deja de ganar el valor unitario del producto.

La cámara de polvo, donde ciertas materias primas y productos finales se encuentra para su posterior uso, no está completamente cerrado, esto puede conllevar a ciertos problemas como la más leve que es la entrada de residuos externos que pueda afectar al producto, a que se origine una plaga que directamente hace que la materia prima y productos finales no se pueda utilizar para la fabricación o para su posible venta.

Como alternativas para solucionar el problema se encuentra una instalación de luces UV para eliminar posibles organismos que se encuentren en la cámara de polvo, una instalación de equipos de volumen de refrigeración variante (VRF), y como posible alternativa una instalación de cortinas de tela pesada o lonas de polietileno que ayude a mantener el lugar cerrado.

TABLA XXVI
ALTERNATIVAS PARA LUCES UV

Instalación de luces UV	Valor unitario	Calidad del producto (mejor a peor)	Reconocimiento (mejor a peor)
Proveedor 1	S/.756,00	3	2
Proveedor 2	S/.567,00	4	4
Proveedor 3	S/.945,00	1	1
Proveedor 4	S/.756,00	2	3

TABLA XXVII
ALTERNATIVAS PARA EL EQUIPO DE REFRIGERACIÓN

Equipos de volumen de refrigeración variante	Valor unitario	Calidad del producto (mejor a peor)	Reconocimiento (mejor a peor)
Proveedor 1	S/.3.024,00	2	2
Proveedor 2	S/.2.646,00	4	4
Proveedor 3	S/.2.835,00	1	1
Proveedor 4	S/.3.024,00	3	3

TABLA XXVIII
ALTERNATIVAS PARA CORTINAS

Cortinas de tela pesada o lonas de polietileno	Valor unitario	Calidad del producto (mejor a peor)	Reconocimiento (mejor a peor)
Proveedor 1	S/.1.890,00	3	3
Proveedor 2	S/.3.024,00	2	1
Proveedor 3	S/.2.268,00	1	2

Elección óptima

Como elección para la instalación de luces UV se elige al proveedor 3, aunque el coste de instalación sea un poco elevado la calidad y el reconocimiento de la empresa es la mejor que las otras.

Como elección para la instalación de un equipo y volumen de refrigeración variante se elige el proveedor 3, por ende está asegurado la calidad del producto y el reconocimiento, esta es una de las razones principales para elegir esta empresa

Como elección de cortinas de tela pesada o lonas de polietileno se elige el proveedor 3, se considera que la calidad del producto es la mejor que las otras opciones.

Compra de equipos: La etapa de compra de equipos implica adquirir los recursos necesarios para implementar las soluciones identificadas durante el proceso de resolución de problemas.

Realización de la compra: Una vez se haya llegado a un acuerdo con el proveedor, se procede a realizar la compra de los equipos. Asegurándose de seguir los procedimientos y requisitos de compra establecidos por la organización.

Seguimiento de la entrega: Supervisar el proceso de entrega de los equipos para asegurarse de que se entreguen según lo acordado. Comprobar que los equipos recibidos cumplan con las especificaciones y condiciones establecidas en el acuerdo de compra.

Una vez que los equipos hayan sido entregados, se **debe** proceder con su instalación y puesta en marcha de acuerdo con las instrucciones del fabricante. Asegúrate de seguir los procedimientos de seguridad y capacitación necesarios

TABLA XXIX
COSTO DE IMPLEMENTACIÓN

PASOS	DURACION (semana)	MANO DE OBRA	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Definir el Problema	1	2	S/ 200,00	S/ 400,00
Análisis de las causas	2	2	S/ 100,00	S/ 400,00
Estudio de la implementación de equipamientos faltar	1	2	S/ 100,00	S/ 200,00
Exploración de alternativas para los equipos	1	2	S/ 50,00	S/ 100,00
Comparación de opciones	1	2	S/ 50,00	S/ 100,00
Elección óptima	1	2	S/ 100,00	S/ 200,00
Compra de equipos	1	1	S/ 6.048,00	S/ 6.048,00
Desarrollo de plan de acción	2	2	S/ 200,00	S/ 800,00
Monitoreo continuo	1	1	S/ 300,00	S/ 300,00
Evaluación y ajustes	1	1	S/ 200,00	S/ 200,00
TOTAL	12			S/ 8.748,00

Como se muestra en la Tabla XXIX, el costo de implementación de equipamiento corresponde a S/ 8,748, considerando costos de manos obra, costo unitario y costo total, así como la duración total de la implementación, que es 12 semanas, por lo que el beneficio se percibirá en el mes 4.

TABLA XXX
COMPARACIÓN DE PÉRDIDA

CAUSA RAÍZ	PÉRDIDA ACTUAL	PÉRDIDA PRONOSTICADA
CR4: Deficiente proceso en la cámara de polvo	S/.11.250,00	S/.9.000,00

CAPACITACIÓN INTERNA DE LA PLANTA (CRL5)

TABLA XXXI
PLAN DE CAPACITACIÓN AL PERSONAL

Nº	PREGUNTAS	SÍ	NO
1	¿Conoce cómo se obtienen los tiempos estándar en cada uno de sus procesos?		
2	¿Se evalúa constantemente el rendimiento de cada operario de acuerdo con lo que ha producido en base a los tiempos estándar?		
3	¿Existe un sistema para calcular la cantidad de materia prima e insumos requeridos por cada proceso?		
4	¿Existe un control de la cantidad que cada operario debe producir con el fin de cumplir con la meta solicitada?		
5	¿Se inspecciona si existe o no y cuáles son los motivos de los tiempos perdidos en cada una de las fases de producción?		
6	¿Existe un sistema de mantenimiento para las máquinas?		
7	¿Existe orden y limpieza en cada una de las áreas de producción?		
8	¿Cuenta con un sistema de las 5s en cada una de las áreas de producción?		
9	¿Cuenta con una persona capacitada que verifique si los productos cumplen o no con las inspecciones de calidad en cada fase del proceso productivo?		
10	¿Cuenta con herramientas que permitan conocer si los clientes están o no satisfechos con el producto?		
11	¿Se aplica herramientas de calidad (Espina de Ishikawa, diagrama Pareto, carta control u otras) para determinar las causas principales de los defectos en la línea de producción?		
12	¿Realizan periódicamente reuniones para identificar los problemas que están ocasionando productos defectuosos y por lo tanto perdidas en la empresa?		
13	¿Cuentan actualmente con un sistema de control de calidad?		
	TOTAL		

En la tabla anterior se observa el modelo de encuesta que se aplicará a los trabajadores de la empresa con el fin de identificar los principales temas del plan de capacitación que se llevará a cabo.

TABLA XXXII
CAPACITACIÓN PARA LOS OPERARIOS EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN

I. ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	ALFA INDUSTRIAS ALIMENTARIAS S.A.C. se destaca por su compromiso con la calidad en la elaboración de productos alimenticios y por su enfoque en la satisfacción del cliente a través de un sistema de producción eficiente y orientado al servicio.
II. JUSTIFICACIÓN	El factor humano es el recurso más importante en cualquier empresa, debido a que de su desempeño en las actividades laborales dependen de que la organización cumpla con sus objetivos y logre posicionarse en el mercado. Es por eso, que es fundamental tener un personal motivado y capacitado con el fin de que realice su labor de manera eficiente y eficaz buscando siempre el bienestar de la empresa.
III. ALCANCE	El presente plan y registro de capacitación va dirigido a los operarios del área de producción de la empresa.
IV. FINES DE LA CAPACITACIÓN	El fin del plan de capacitación es mejorar el desempeño de los operarios en cada una de las fases del proceso productivo generando en ellos conductas orientadas a tener un mayor control sobre todo en los aspectos de calidad. Y por lo tanto mejorar la productividad de la empresa y la satisfacción de sus clientes.
V. OBJETIVOS DE LA CAPACITACIÓN	Objetivo general: <ul style="list-style-type: none"> Mejorar el desempeño de los operarios para que realicen sus actividades laborales de manera eficiente y eficaz. Objetivos específicos: <ul style="list-style-type: none"> Capacitar a los operarios en temas de gestión de calidad con el fin de que tenga un control detallado en cada una de las fases verificando que se cumpla con las condiciones establecidas. Actualizar a todos los trabajadores de la empresa sobre la modernización de aplicar herramientas de calidad para la mejora de las actividades. Monitorar a los operarios si cumplen o no con las nuevas alternativas propuestas de mejora.
VI. TEMAS DE CAPACITACIÓN	Los temas de capacitación para los trabajadores en base a la encuesta desarrollada que permitió conocer los principales aspectos que generan un mal desempeño en las actividades laborales son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Procesos de fabricación de productos alimenticios. Control de calidad en la elaboración de productos alimenticios.
VII. ESTRATEGIAS	Las estrategias son las siguientes: <ul style="list-style-type: none"> Metodología de exposición-diálogo. Talleres Evaluaciones
VIII. RECURSOS	Humanos: <ul style="list-style-type: none"> El recurso humano está conformado por los operarios del área de producción, facilitadores y expositores especializados. Materiales: <ul style="list-style-type: none"> La infraestructura donde se llevará a cabo las capacitaciones proporcionas dados por el dueño de la empresa. El mobiliario y equipos tecnológicos (laptop, proyector multimedia, carpetas, mesas de trabajo, pizarra, plumones, etc.) Documentos de estudio, tales como encuestas, material de estudio, etc.
IX. METAS	Capacitar al 100% a los operarios del área de producción.
X. NÚMERO DE TRABAJADORES CAPACITADOS	4 trabajadores
XI. TIEMPO DE REALIZACIÓN	8 días (16 horas)

Para realizar esta capacitación se ha decidido contratar a un Ingeniero Industrial para que realice la capacitación al personal en el área de producción de la empresa.

TABLA XXXIII
COMPARACIÓN DE LA PÉRDIDA

CAUSA RAÍZ	PÉRDIDA ACTUAL	PÉRDIDA PRONOSTICADA
CR5: Falta de capacitación	S/4,000.00	S/1,000.00

La falta de capacitación, identificada como la causa raíz, resultó en una pérdida actual de S/. 4,000, representando un 8.65%. Sin embargo, mediante el uso de la herramienta de capacitación interna en la planta, se pronostica una reducción significativa en las pérdidas futuras, estimadas en S/. 1,000 que representa un 2.16%.

TABLA XXXIV
COMPARACIÓN DE VALORES

Problema	Herramienta	Valor Actual	Valor Estándar	Valor Simulado
Falta de un plan de mantenimiento	Mantenimiento Preventivo	34.17%	10%	15.00%
Procesos ineficientes	Poka Yoke	4.93%	0.00%	1.73%
Deficiente proceso en la cámara de polvo	Estudio de métodos	3%	0%	1.00%
Falta de capacitación	Capacitación interna en planta	8.65%	0.00%	2.24%
Distribución ineficiente de planta	Método Guerchet	33.00%	15.00%	10.00%

En la tabla XXXIV, se observa el antes y después del valor obtenido y el valor simulado de las fallas de cada uno de las causas raíz.

TABLA XXXV
BENEFICIOS ECONÓMICOS E INVERSIÓN DE SOLUCIONES

CAUSA RAÍZ	PÉRDIDA INICIAL	PÉRDIDA MEJORADA	BENEFICIO	INVERSIÓN
CR1: Falta de un plan de mantenimiento	S/2,050.00	S/900.00	S/1,150.00	S/5,460.00
CR2: Procesos ineficientes	S/6,161.43	S/2,161.43	S/4,000.00	S/6,775.00
CR3: Distribución ineficiente de planta	S/2,625.00	S/487.50	S/2,137.50	S/3,950.00
CR4: Deficiente proceso en la cámara de polvo	S/11,250.00	S/9,000.00	S/2,250.00	S/8,748.00
CR5: Falta de capacitación	S/4,000.00	S/1,000.00	S/3,000.00	S/1,120.00
TOTAL	S/26,086.43	S/13,548.93	S/12,537.50	S/26,053.00

En la tabla XXXV, se observa el beneficio mensual obtenido luego de la aplicación de las herramientas de ingeniería; la inversión total de S/ 26,053, y la pérdida inicial mensual de S/ 26,086.43. Por lo que la pérdida anual corresponde a S/ 313,037.14.

TABLA XXXVI
FLUJO DE CAJA (MES 0 AL 6)

MES	0	1	2	3	4	5	6
EGRESOS							
Implementación	S/26,053.00						
Capacitación							
TOTAL EGRESOS	S/26,053.00	0	0	0	0	0	0
BENEFICIOS							
Beneficios CR1		S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00
Beneficios CR2		S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00
Beneficios CR3		S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50
Beneficios CR4		S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00
Beneficios CR5		S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00
TOTAL BENEFICIOS	0	S/3,000.00	S/8,150.00	S/10,287.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50
FLUJO MENSUAL DE CAJA	-S/26,053.00	S/3,000.00	S/8,150.00	S/10,287.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50

TABLA XXXVII
FLUJO DE CAJA (MES 7 AL 12)

MES	7	8	9	10	11	12
EGRESOS						
Implementación						
Capacitación						
TOTAL EGRESOS	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00	S/0.00
BENEFICIOS						
Beneficios CR1	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00	S/1,150.00
Beneficios CR2	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00	S/4,000.00
Beneficios CR3	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50	S/2,137.50
Beneficios CR4	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00	S/2,250.00
Beneficios CR5	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00	S/3,000.00
TOTAL BENEFICIOS	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50
FLUJO MENSUAL DE CAJA	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50	S/12,537.50

TABLA XXXVIII
INDICADORES ECONÓMICOS DE LA IMPLEMENTACIÓN

INDICADORES ECONÓMICOS	
TMAR	1.53%
VAN	S/94,644.78
TIR	33%
B/C	4.70

El cuadro de indicadores económicos muestra una TMAR de 1.53%, un VAN positivo de S/. 94,644.78, una TIR del 33% y una ratio beneficio/costo de 4.70. Estos valores indican que el proyecto es altamente rentable y eficiente, generando un retorno significativamente superior al costo de oportunidad del capital y proporcionando un retorno de 3.70 soles por cada sol invertido.

IV. DISCUSIONES

El problema de la baja productividad en las empresas de procesamiento de alimentos es una preocupación significativa con impactos tangibles. Por ejemplo, en una empresa de procesamiento de aceitunas, factores como la capacitación inadecuada de los trabajadores, la capacidad de producción y el desorden llevaron a un bajo nivel de productividad, lo que resultó en un aumento del desperdicio [9]. En otro estudio en la India, la pérdida post-cosecha de frutas y verduras debido a una tecnología deficiente asciende a una cifra alarmante de entre 200 y 250 millones de rupias anuales, lo que subraya la necesidad de industrias de procesamiento de alimentos eficientes para mitigar tales pérdidas [10].

La implementación de metodologías de control de calidad es esencial no solo para asegurar la calidad del producto, sino también para optimizar la gestión de inventarios, lo que ayuda a reducir la pérdida de material y mejorar el seguimiento del stock de productos [11]. Mediante un plan de abastecimiento, rediseño del layout del almacén y la adopción de un sistema ABC, lograron una notable reducción de S/ 123,635 anuales en costos operativos, equivalente al 44.68% respecto a la situación inicial. En contraste, el estudio de Suárez sobre el estudio de métodos en el proceso de armado de tanques de acero también demostró una significativa reducción de costos operativos al optimizar métodos de trabajo, reduciendo el tiempo estándar de armado y mejorando la eficiencia en el uso de recursos, lo cual generó un retorno económico positivo [6].

Por otro lado, Córdova enfatizó cómo la capacitación de operarios en la producción de pegamentos de cerámica no solo mejoró la eficiencia operativa, sino que también redujo los costos operativos al aumentar la producción mensual y reducir los tiempos muertos [7]. El método Guerchet, aplicado en el estudio de Aldáz, et al. en la planta de lácteos Alanba, destacó la optimización del espacio y procesos como clave para reducir costos operativos [5]. Este enfoque logró ser altamente relevante para la empresa estudiada., ofreciendo mejoras significativas en eficiencia y reducción de costos. Asimismo, según Toro, la implementación de Poka Yoke en la elaboración de fichas técnicas mejoró la precisión y eficiencia operativa, reduciendo errores y pérdidas asociadas [4].

Comparando estos resultados con los obtenidos tras la simulación de la implementación de Mantenimiento Preventivo, Poka Yoke, Método Guerchet y Capacitación Interna de la empresa manufacturera, se observa que, aunque los porcentajes de reducción de costos pueden ser menores en comparación con algunos de los estudios mencionados, aun así, representan una mejora significativa.

La falta de capacitación, identificada como la causa raíz, actualmente genera una pérdida de S/ 4,000, equivalente al 8.65%. Sin embargo, se proyecta reducir estas pérdidas futuras a S/ 1,000 (2.24%) mediante la implementación de un programa de capacitación interna. Además, la implementación del método de Guerchet se espera que reduzca este porcentaje al 10%,

mejorando notablemente el tiempo de producción actualmente ocupado en un 33% por traslados.

En cuanto al Poka Yoke, se anticipó una reducción del indicador de la causa raíz del 4.93% al 1.73%, disminuyendo la pérdida mensual de S/ 6,161.43 a S/ 2,161.43. Finalmente, el diseño del Mantenimiento Preventivo tuvo como objetivo reducir el indicador de la causa raíz del 34.17% al 15%, disminuyendo la pérdida mensual de S/ 2,050 a S/ 900. Estos resultados destacan el impacto positivo de estas herramientas en la reducción de costos y mejora de la productividad en la empresa manufacturera., alineándose con las mejores prácticas de eficiencia operativa y mejora continua en la industria alimentaria.

V. CONCLUSIONES

Se estima que la aplicación del Mantenimiento Preventivo, Poka Yoke, Método de Guerchet, Estudio de métodos y Capacitación interna incrementa la productividad del área producción en la empresa manufacturera con un beneficio anual de S/ 134,274.98.

En la investigación se hallaron 5 causas raíz que generaron el problema principal de baja productividad, dentro de ellas: deficiente proceso en la cámara de polvo, el cual genera que la calidad del producto terminado baje; procesos ineficientes debido a que no se cuenta con un sistema de seguimiento preciso de la materia prima en proceso, y la falta de capacitación lo cual conduce a la necesidad de reprocesar los productos. Por otro lado, la distribución ineficiente de planta, lo cual genera incremento en el tiempo en el que se fabrican los productos finales, y la falta de un plan de mantenimiento, que ocasiona paradas frecuentes de las máquinas durante la producción. Por lo tanto, todas las causas raíz son controladas y mejoradas mediante las herramientas mencionadas al inicio.

La implementación de las propuestas de mejora definidas por herramientas como el Mantenimiento Preventivo, Poka Yoke, Método de Guerchet, Estudio de métodos y Capacitación interna, son económicamente viables y rentables, ya que se obtiene un VAN positivo de S/ S/ 94,644.78, un TIR de 33% y un B/C de 4,7.

El valor del porcentaje de paradas de la producción se redujo en un 19.17%, mediante la utilización de la herramienta de mantenimiento preventivo. Asimismo, el indicador de porcentaje de materia prima desperdiciada se redujo en un 3.20% mediante la herramienta Poka Yoke. Por otro lado, el valor del porcentaje de productos defectuosos disminuyó en un 2% a través de la aplicación de un estudio de métodos. Además, el porcentaje de productos intermedios reprocesados se redujo en 6.41%. Finalmente, el porcentaje de traslado en la producción disminuyó en 23% mediante el método de Guerchet.

REFERENCIAS

- [1] M. Lache, "Los programas de compensación social como instrumentos eficaces para reducir la pobreza", Doctoral dissertation, Universidad Nacional Federico Villarreal, Lima, Perú, 2019. [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.13084/3546>
- [2] MIDIS, "Necesidades y posibles soluciones de innovación en el programa nacional de alimentación escolar Qali Warma", MIDIS Evidencia [Online]. Available: <https://evidencia.midis.gob.pe/wp-content/uploads/2021/07/2021-Informe-final-PNAEQW-Innovacion.pdf>, 2021.
- [3] L. J. Laguna Castañeda y C. A. Sánchez Mimbela, "Propuesta de un sistema integrado de producción y mantenimiento para reducir los costos de la empresa Vicarela SAC-Trujillo," Tesis, Universidad Privada del Norte, Trujillo, Perú, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/11566>.
- [4] M. A. Jiménez Toro, "Propuesta para la implementación de la herramienta Poka Yoke en la elaboración de las fichas técnicas en el área de oficina técnica de la empresa C. I. Dugotex S.A.," Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia, 2016. [En línea]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/11349/4947>.
- [5] M. D. Aldáz Parra, B. F. Castillo Parra, F. P. Erazo Rodríguez, y C. G. Santiana Espín, «Evaluación y rediseño de plantas en la empresa de lácteos Alanba», CCD, vol. 3, n.º 3, pp. 416-434, ago. 2020. [En línea]. Disponible en: <https://doi.org/10.33262/concienciadigital.v3i3.1335>
- [6] M. A. Suarez, "Estudio de métodos en el proceso de armado de tanques para mejorar la productividad de una empresa metalmeccánica", Tesis de ingeniería, Universidad Continental, Huancayo, Perú, 2023. [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/14063>
- [7] L. Córdova, "Aplicación de la ingeniería de métodos para mejorar la productividad de la producción de pegamentos de cerámico de la empresa Yuraq Pacha, Huancayo - 2020," Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Industrial, Escuela Académico Profesional de Ingeniería Industrial, Universidad Continental, Huancayo, Perú, 2021. [En línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/10456>.
- [8] J. Rubio, "Modelo metodológico para promover habilidades investigativas en estudiantes de la carrera profesional de matemática y computación, facultad de ciencias histórico sociales y educación, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo – 2017", Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Lambayeque, Perú, 2017.
- [9] C. Valverde, A. De la Cruz, L. Cano, I. Alvarez, y I. Raymundo, "Lean management model for waste reduction in the production area of a food processing and preservation SME", ResearchGate [Online]. Available: https://www.researchgate.net/publication/337434366_Lean_Management_Model_for_Waste_Reduction_in_the_Production_Area_of_A_Food_Processing_and_Preservation_SME, 2019.
- [10] B. Sachindra, Nagaraju, y Manjunatha, "Performance of food processing industry in india", Enviro Biotech Journals [Online]. Available: <http://www.envirobiotechjournals.com/EEC/augsuppl2022/EEC-13.pdf>, 2021.
- [11] W. A. Shewhart, *Control económico de la calidad de productos manufacturados*. 1ª ed., Madrid: Ediciones Díaz de Santos, 1997. [En Línea]. Disponible en: <https://books.google.com.pe/books?id=9xmX4Bbqec0C&printsec=copyright&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- [12] E. Gomez, "Cogestión municipal en la articulación de estrategias del PNAE "Qali Warma" con la Municipalidad Distrital de Chilca", Master's thesis, Universidad Continental, Huancayo, Perú, 2022. [En Línea]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11444>