

Design and implementation of Preventive Maintenance and 5'S tools to reduce costs in a bakery company

Mendoza Ocaña, Carlos Enrique, Ingeniero Industrial¹, Cruz Salinas, Luis Edgardo, Ingeniero Industrial², Cortijo Vare Yariixa Marisol³, Vera Alvarado Karen Celeny⁴,

¹Docente de la Universidad Privada del Norte, Perú, carlos.mendoza@upn.edu.pe, ²Docente de la Universidad Privada del Norte, Perú, luis.salinas@upn.pe, ³Estudiante de la Universidad Privada del Norte, Perú, N00221115@upn.pe, ⁴Estudiante de la Universidad Privada del Norte, Perú, N00227180@upn.pe

Abstract– *The present study focused on a baking company, specialized in the production and sale of bakery products. During the investigation, two main problems were identified: The poor maintenance plan of the industrial oven and the lack of order and cleanliness. To carry out these improvements, the implementation of preventive maintenance and the 5S methodology was proposed. Specific action plans were developed using Monte Carlo to simulate various scenarios such as downtime due to unplanned shutdowns and to obtain more realistic estimates of the time required to complete 5S-related tasks. Additionally, a financial evaluation was carried out, projecting a positive cash flow and calculating key indicators. The results revealed a significant reduction of 14.83% and 29% for preventive maintenance and 5S methodology, respectively. In the economic evaluation, a Net Present Value (NPV) of S/. 22,751.99 and an Internal Rate of Return (IRR) of 56.11%. These findings indicate the positive and profitable impact of implementing these improvements on the efficiency and profitability of the baking company.*

Keywords—Industry, bakery, preventive maintenance, 5'S.

I. INTRODUCCIÓN

El mundo empresarial ha experimentado cambios significativos, lo que ha llevado a las organizaciones a buscar y adoptar oportunidades de mejora para destacar en sus respectivos sectores. En este trabajo se analiza una microempresa que se dedica principalmente a la producción y venta de productos de panadería, atendiendo principalmente a diversos negocios en Trujillo y ofreciendo productos de alta calidad que satisfacen las necesidades de sus clientes. A pesar de contar con personal con experiencia en el rubro de panadería, se han identificado tiempos muertos en otros procesos, lo que ha resultado en sobre costos operativos. Estos problemas han generado menores ganancias para la empresa debido a deficiencias en la gestión de la planta. Por lo tanto, mediante este artículo, a través de los diagnósticos presentados a continuación, se proponen soluciones alternativas aplicando herramientas de ingeniería.

En este sentido, según Ref. [1], el mantenimiento preventivo consiste en una serie de actividades programadas para abordar el origen de las posibles fallas en los activos. La planificación y programación de estas actividades puede basarse en factores como el uso, el tiempo o el estado del equipo.

Y, según Ref. [2], la metodología 5'S es una herramienta

que trata de mejorar el espacio de trabajo para tener mayor eficiencia y eficacia en el proceso operativo por medio de rutinas se pretende estandarizar el trabajo para eliminar las mudas y los desperdicios de tiempo con base a la clasificación (seiri), orden (seiton), limpieza (seiso), estandarizar (seiketsu) y conservar (shitsuke). En el mismo contexto, se tiene investigaciones que anteceden a esta, una de ellas es de Ref. [3], quienes en su trabajo diseñaron un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de las máquinas y equipos de la empresa Rocagu S.R.L. Pacasmayo. Los desafíos incluyeron la falta de un plan de mantenimiento preventivo, lo que generó interrupciones imprevistas y la producción de artículos defectuosos. Como resultado, la eficiencia de los equipos y del sistema se elevó del 65,87% al 78,24% .

Asimismo, Ref. [4], en su investigación diseñaron e implementaron un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elena, cuyo propósito es optimizar las prácticas de mantenimiento preventivo en los equipos de producción de Nutrishing S.A. Los problemas encontrados fueron demoras en el proceso de producción, variaciones en lo que respecta calidad del producto terminado, los posibles daños significativos en las máquinas y la necesidad de esperar la llegada de repuestos para reparaciones. Con la implementación de esta herramienta, la eficiencia de la máquina aumentó del 67,37% al 85,24%.

También, Ref. [5], en su artículo científico implementó un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad. Se diagnosticó los puntos críticos que originan las averías. Posteriormente, elaboró e implementó programas de mantenimiento preventivo para las máquinas que intervienen en el proceso de fabricación, tal suceso dio lugar a que los minutos de paradas se reduzcan en un 97,81%, las frecuencias de fallas en un 81,43%, los costos de fallas mecánicas en un 75,14%, la producción en total aumentó a 7 153 productos, los ingresos aumentaron a S/. 699 401, el dinero no percibido se redujo a S/. 48 803,21. Asimismo, las horas trabajadas incrementaron en 0,027, la de insumos en 0,76, la de materia prima en 0,145.

Por su parte, Ref. [6], en su trabajo de investigación, tiene como objetivo determinar en qué medida la implementación de la herramienta 5S incrementará la eficiencia en la pastelería

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).

ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).

DO NOT REMOVE

Patty's. Determinó que, antes de la implementación, la pastelería Patty's tenía un índice de productividad del 0.51 y después de la implementación, el índice de productividad incremento a 0.88; por lo que se concluye que la productividad en la pastelería Patty's ha incrementado en un 37%, esto mejoró positivamente la productividad.

Además, Ref. [7], en su investigación, tiene como objetivo determinar de qué manera las 5'S mejora la productividad en el área de producción de la empresa Serinpes S.A., Villa María del Triunfo, 2021. El problema encontrado fue la baja productividad en su área de producción debido a la falta de orden y limpieza. Después de la implementación de la metodología 5s se llegó a obtener una mejora de la productividad de 70% a 81%, una eficiencia de 84% a 89% y una eficacia de 83% a 91%.

Por un lado, Ref. [8], en su proyecto de investigación, tiene como objetivo determinar cómo la aplicación de la metodología 5'S mejora la productividad de los trabajos de termofusión en la empresa SMED PERU. El tipo de investigación fue aplicada con enfoque cuantitativo y diseño pre-experimental. La conclusión principal fue, que la metodología 5'S mejora significativamente la productividad de los trabajos de termofusión de la empresa SMED PERU, con una prueba de hipótesis que resultó significativa, observándose un incremento de la productividad de 15.62%.

Por otro lado, Ref. [9], en su artículo de investigación, tiene como objetivo determinar como la implementación de la Metodología de las 5'S mejora la productividad en el área de producción de botellas plásticas en la empresa Amcor Rigid Plastics del Perú S.A. El tipo de investigación es aplicada y de diseño cuasi experimental. La implementación de la metodología 5S mejoró la productividad en 19%, la eficiencia en 11%, y la eficacia en 11% en el área de producción.

En este sentido, un problema identificado en la empresa fue el deficiente plan de mantenimiento del horno industrial el cual provoca fallas consecutivas de la máquina debido al desgaste de quemadores, desgaste de resistencias y la falta de calibración del sistema de control de temperatura; que, a su vez, impactan negativamente sobre la calidad del producto terminado, y, por ende, a la imagen de la empresa si son entregados en mal estado a los clientes ya sea incorrecta cocción u olor desagradable. Este problema es frecuente ocasionando paradas en la producción de pasteles expresados en 33.5 hr/mes y representando costos equivalentes a S/. 2,435.92 mensuales.

Otro problema identificado dentro de la empresa es la carencia de orden y limpieza en las áreas, debido a la falta de accesibilidad, ocasionando la pérdida de ingredientes y recursos. Este problema genera pérdidas de tiempos de reposición de materiales de 1.04 hr/mes y representando costos equivalentes a S/. 52.67 mensuales.

Por lo tanto, este trabajo de investigación tiene como objetivo general determinar el impacto del diseño e implementación del mantenimiento preventivo y la metodología 5S sobre los costos de la empresa y, como objetivos específicos diagnosticar la situación actual dentro del

área de producción de pasteles de la empresa, diseñar herramientas de ingeniería que permitan reducir los costos operativos en la empresa y monetizar las pérdidas en el área de producción.

II. METODOLOGÍA

La presente investigación es de tipo Aplicada y diseño experimental: Pre Experimental porque se utilizará conceptos teóricos existentes y establecidos para diseñar y ejecutar herramientas de ingeniería como Mantenimiento Preventivo y la metodología 5'S para reducir los costos de la empresa. En este sentido, este diseño se representa de la siguiente manera:

$$G \rightarrow O1 - X - O2$$

En donde:

G: Los dos operarios encargados de las áreas de producción y almacenamiento en la empresa.

O1: Costos iniciales, antes de implementar el plan de mantenimiento preventivo y la metodología 5'S.

X: Plan de Mantenimiento Preventivo y metodología 5'S.

O2: Costos finales, luego de implementar el plan de mantenimiento preventivo y la metodología 5'S.

A. Diagnóstico inicial

Se realizó un diagnóstico inicial de la situación de la empresa (Figura 1) para identificar los principales problemas que afectan su productividad y costos operativos en los procesos de producción y almacenamiento de materia prima e insumos. En este sentido, se han identificado dos problemas principales, deficiente plan de mantenimiento preventivo del horno industrial: no existe un correcto plan de mantenimiento preventivo del horno industrial, lo que genera paradas no planificadas en el proceso de producción de pasteles de 33.5 horas mensuales. Esto, a su vez, afecta la productividad de la empresa, debido a productos inacabados, quemados o crudos. Todo ello, genera pérdidas de S/. 2,435.92 mensuales. Carencia de orden y limpieza: no se cuenta con accesibilidad a las áreas, lo que genera pérdidas de tiempos de reposición de materiales de 1.04 hr/mes. Todo ello, genera pérdidas de S/. 52.67 mensuales. Para solucionar estos problemas, se propone aplicar herramientas de ingeniería tales como Mantenimiento preventivo, mantenimiento productivo total, la metodología 5'S y layout.



Figura 1. Diagrama Ishikawa de la empresa de panadería.

B. Selección de alternativas de solución

Para solucionar los dos principales problemas de la empresa, se propusieron dos alternativas de solución, que se

muestran en la tabla 1 a continuación.

TABLA I
ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN

Problemas identificados	Alternativas de solución	
	Alternativa 1	Alternativa 2
Deficiente plan de mantenimiento del horno industrial	Mantenimiento Preventivo	Mantenimiento Productivo Total
Carencia de orden y limpieza en el almacén	Metodología 5 S	Layout

Para escoger la mejor alternativa para la implementación, se tuvo en cuenta cuatro restricciones tales como: tiempo, inversión, usabilidad y sostenibilidad. Para ello, se utilizaron los instrumentos diagrama gantt, presupuesto y cuestionario como se muestra a continuación en las tablas 2 y 3.

TABLA II
COMPARACIÓN DE LAS RESTRICCIONES PARA LAS ALTERNATIVAS

Problema 1: Deficiente plan de mantenimiento del horno industrial	Mantenimiento Preventivo	TPM
Tiempo	6 días	11 días
Inversión	S/. 4,023.24	S/4,124.16
Usabilidad	92.50%	60%
Sostenibilidad	90.00%	62.50%

TABLA III
COMPARACIÓN DE LAS RESTRICCIONES PARA LAS ALTERNATIVAS

Problema 2: Carencia de orden y limpieza en el almacén	Metodología 5 S	Layout
Tiempo	7 días	9 días
Inversión	S/. 404.90	S/756.40
Usabilidad	100%	85%
Sostenibilidad	100%	75%

A partir de la evaluación de las cuatro restricciones para cada problema detallada anteriormente, se concluyó que la mejor opción para la implementación sería la alternativa 1 pues cumplen con las restricciones (Tabla 1).

C. *Diseño de las alternativas de solución seleccionadas*

En este apartado, se diseña cada una de las alternativas seleccionadas para solucionar los problemas de la empresa.

Problema 1: Deficiencia del plan de mantenimiento del horno industrial - Herramienta de solución: Mantenimiento Preventivo

El mantenimiento preventivo se basa en el mantenimiento programado y predictivo, que consta de la realización de actividades de mantenimiento programadas periódicamente con la finalidad de evitar anomalías y fallas imprevistas a futuro del horno industrial que afecten la producción de tortas y bocaditos de la empresa.

Mantenimiento preventivo - Programado:

Para la elaboración del cronograma de Mantenimiento Programado del horno industrial, se hace uso de fichas de registro para plantear actividades preventivas. En primera

instancia, se presenta un diagrama de flujo del mantenimiento programado (Figura 2).

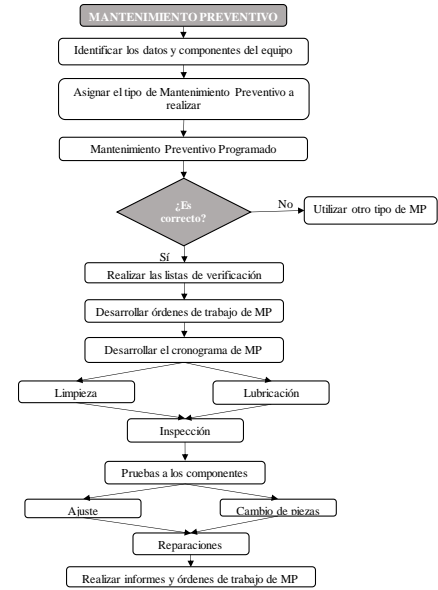


Figura 2. Diagrama de flujo de Mantenimiento programado.

Asimismo, es importante recalcar que, para un correcto mantenimiento preventivo programado del horno industrial, se debe contar con la información técnica de la máquina y foto referencial (Figura 3), para asignar correctamente el plan de mantenimiento a realizar, así como también, se debe desarrollar órdenes de trabajo y listas de verificación de cumplimiento de actividades. Para el desarrollo del programa de mantenimiento preventivo programado, se consideran 4 actividades básicas que son limpieza, lubricación, inspección y ajustes de los componentes del equipo tal como se puede ver en la tabla 4. Posteriormente, se realizan informes del estado de la maquinaria y órdenes de trabajo para documentar el trabajo realizado y de esta manera se cuente con un historial de mantenimiento de la máquina.



Figura 3. Foto del horno industrial

Después de identificar los componentes del horno industrial, se elaboró la matriz AMFE para identificar los modos de falla

(Tabla 4), entre los cuales destacan, las grietas en los cimientos y paredes, falta de lubricación de bisagras de la puerta, altas temperaturas del horno, quemadores sucios y flamas irregulares. Estos, deben ser considerados en el plan de mantenimiento preventivo para mitigar su efecto sobre la producción de pasteles y calidad del producto.

TABLA IV

MATRIZ AMFE DEL HORNO INDUSTRIAL

Descripción de los componentes	Función o Componente del Servicio	Modos de fallo	Efectos	Causas	Modo de detección	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad	N° Prioridad de riesgo (NPR) Inicial	Acciones recomendadas	Responsable	Acción emprendida	Gravedad	Frecuencia	Detectabilidad	N° Prioridad de riesgo (NPR) Final	
Área del Horno industrial a gas	Cimientos y paredes	Concentración de la cocción	Grietas	Calentura en el ambiente	Apariencia física y percepción	7	4	3	84	Inspeccionar a detalle el ambiente	Supervisor de Calidad	Reflexión del ambiente	2	2	1	4	
	Puerta	Falta de lubricación en los resortes	Ruido al abrir puerta del horno	Oxidación de maquinaria	Sonido	4	8	1	32	Lubricar todas las partes de la maquinaria	Operarios de mantenimiento	Mantenimiento del horno industrial a gas	2	2	1	4	
	Cámara de combustión	Flujo de aire en el interior	Posibles enfermedades respiratorias	Temperaturas excesivamente altas	Apariencia física	4	6	3	72	Cokcar un desfogue en el área	Área de Cuant. de Calidad	Implementar desfogue y temperar ambiente	2	3	1	6	
	Quemadores	Españío de aire y fuego	Productos dañinos	Tubos sucios	Apariencia física y sonidos anormales		5	8	1	40	Fraguar todas las tuberías de la maquinaria	Operarios de mantenimiento	Realizando el fraguado de tuberías	2	2	2	8
			Producción estancada	Estabilizador dañado	Percepción en la producción		5	5	4	100	Realizar mantenimiento al estabilizador	Operarios de mantenimiento	Reparación de estabilizador	2	2	1	4
Flamas	Flamas irregulares	Mala presentación a clientes	Mala cocción de productos	Apariencia física		9	8	1	72	Regular las flamas para obtener la producción completa	Operarios de mantenimiento	Ajuste de espátula de flamas a niveles	2	2	1	4	

Nota. El valor del NPR se obtiene a partir de la multiplicación de la gravedad, frecuencia y detectabilidad asignados

Después de analizar la matriz AMFE, se diseñó el plan de mantenimiento preventivo que se observa en la tabla 5.

TABLA V

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL HORNO INDUSTRIAL

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PROGRAMADO													
MÁQUINA: HORNO INDUSTRIAL A GAS													
Ítem	Operación	Descripción	Responsable	Frecuencia									
				Semana 1				Semana 2					
1	Limpieza	Limpiar con un líquido quita grasa y un trapo seco las paredes internas y externas del horno y los quemadores.	Operario de mantenimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Lubricación	Aplicar aceite para máquina a los resortes y bisagras de la puerta del horno.	Operario de mantenimiento	X					X				
3	Inspección	Observar minuciosamente las paredes internas y externas del horno industrial a gas para determinar anomalías.	Asistente de mantenimiento	X		X			X				X
4	Pruebas	Se enciende los quemadores para observar variaciones en la temperatura y la válvula de gas	Asistente de mantenimiento	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Ajustes	Se ajusta los quemadores a fin de mantener una temperatura adecuada.	Operario de mantenimiento	X					X				
6		Se gira y ajusta la válvula de gas para evitar fugas.	Operario de mantenimiento	X					X				
7	Cambio de piezas	Se revisa y reemplaza la bombilla averiada	Operario de mantenimiento	X									
8		Se revisa y cambia el cable de alimentación de la máquina	Operario de mantenimiento	X									
9		Se revisa y reemplaza los quemadores y resistencias en mal estado haciendo uso de herramientas adecuadas	Operario de mantenimiento	X					X				
10	Reparaciones	Se realiza una inspección general del horno y si se encuentran anomalías, se procede a realizar reparaciones menores	Operario de mantenimiento						X				X

Luego, se presenta el modelo de orden de trabajo (Figura 4) elaborada para su uso cuando se requiera aplicar el mantenimiento preventivo al horno industrial de la empresa. En este caso, se establece el escenario de falla y el costo de reparar el problema encontrado durante el mantenimiento preventivo. Por consiguiente, se presente un modelo de lista de verificación (Figura 5) para controlar el cumplimiento del mantenimiento preventivo programado al horno industrial por parte de los

operarios de mantenimiento. En el cual, se considera un mantenimiento de lunes a domingo.

Orden de trabajo: Horno Industrial		Registro	2023-1	
Máquina: (Modelo, marca)		Fecha	1/10/2023	
Descripción: Mantenimiento preventivo		(Colocar fotografía de la avería o falla mecánica del equipo)		
Clase de intervención: Cambio de quemadores				
Especialidad	Cantidad	Tiempo (hrs)	Observaciones	
Operador de mantenimiento	1	1	Ninguna	
Repuesto	Cantidad	Costo (\$/.)		Total (\$/.)
Quemador			65	130
Materiales				
Trapo industrial	2			
Llave mecánica				
Aceite o grasa				
Escobilla				

Figura 4. Orden de trabajo

Lista de verificación de mantenimiento preventivo programado								
Equipo	Activo	HI_001	Periodo de Mantenimiento Preventivo 01/10/2023 al					
N	Actividad	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
1	Limpieza							
2	Lubricación							
3	Inspección							
4	Pruebas							
5	Ajustes							
6								
7								
8	Cambio de piezas							
9								
10	Reparaciones							

Figura 5. Checklist de mantenimiento preventivo

Mantenimiento Preventivo - Predictivo:

Como parte del mantenimiento preventivo de tipo predictivo, se presenta también un cronograma de mantenimiento predictivo (Figura 6) que se basa en el análisis de vibración, térmico, y de presión. A continuación, se muestra el plan de mantenimiento predictivo mensual diseñado.

PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO - PREDICTIVO												
MÁQUINA: HORNO INDUSTRIAL												
ÍTEM	OPERACIÓN	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA								
				MES 1			MES 2					
1	Análisis de vibraciones / monitoreo de vibraciones	Realizar el monitoreo de vibraciones para observar el comportamiento dinámico de la máquina, detectando fallas como: desbalanceo, desalineación, holguras, roces, problemas de montaje, resonancia, rodamientos, engranajes y fallos de origen.	Operario de mantenimiento	X								X
2	Termografía	Aplicar la termografía infrarroja para monitorizar y optimizar la temperatura.	Operario de mantenimiento	X	X		X	X				X
3	Medición de la presión	Programar la presión correcta	Operario de mantenimiento	X					X			

Figura 6. Cronograma de mantenimiento predictivo

Problema 2: Carencia de orden y limpieza – Herramienta de solución: Las 5'S

Se realizó una evaluación de las instalaciones de la empresa para lograr efectuar correctamente el plan de acción y minimizar o erradicar los problemas. Para la implementación se ejecutaron las siguientes actividades:

Seiri (clasificación): En esta etapa se define lo innecesario y necesario del área de producción, donde lo definido como innecesario se retira, para esto se realizó el método ABC ya que facilita identificar los elementos que cuentan con un mayor uso como se observa en la Tabla 6.

TABLA VI
METODO ABC

Materia Prima	Cantidad	I. Acumulado	% I. Acumulado	Clasificación
Azúcar R.	13	13	8.44%	A
Harina	15	28	18.18%	A
Chocolate negro	11	39	25.32%	A
Pofo de hornear	10	49	31.82%	A
Vainilla	9	58	37.66%	A
Azúcar impalpable	8	66	42.86%	A
Aceite	7	73	47.40%	A
Manjar	7	80	51.95%	A
Fresa	6	86	55.84%	A
Leche condensada	6	92	59.74%	A
Mantequilla	5	97	62.99%	A
Fudge	4	101	65.58%	A
Leche fresca	5	106	68.83%	A
Chispas de CHB.	4	110	71.43%	A
Huevo	3	113	73.38%	A
Leche evaporada	3	116	75.32%	A
Pecana	3	119	77.27%	A
Crema de leche	3	122	79.22%	A
Yogurt Griego	3	125	81.17%	B
Chispas de CHN.	3	128	83.12%	B
Nuez moscada	3	131	85.06%	B
Cocoa Winter	1	132	85.71%	B
Pudin vainilla	3	135	87.66%	B
Café instantáneo	2	137	88.96%	B
Maicena	3	140	90.91%	B
Canela Molida	2	142	92.21%	B
Arándano	2	144	93.51%	B
Limón	1	145	94.16%	B
Azúcar blanca	3	148	96.10%	C
Sal	2	150	97.40%	C
Pudin chocolate	3	153	99.35%	C
Bidón de agua	1	154	100.00%	C

Adicionalmente al análisis ABC, se implementó las "tarjetas rojas" (Figura 7) el cual es un método visual para identificar elementos innecesarios.

TARJETA ROJA	
N° de tarjeta	
Nombre del material/utensilio	
Cantidad	
Destino	
Características	
Herramienta <input type="checkbox"/>	Materia prima <input type="checkbox"/>
Máquina <input type="checkbox"/>	Otros: <input type="checkbox"/>
Categoría	
Defectuoso <input type="checkbox"/>	Innecesario <input type="checkbox"/>
Roto <input type="checkbox"/>	Uso desconocido <input type="checkbox"/>
Otros: <input type="checkbox"/>	
Acción correctiva	
Eliminar <input type="checkbox"/>	Reciclar <input type="checkbox"/>
Reubicar <input type="checkbox"/>	Reparar <input type="checkbox"/>
Fecha de inicio:	Fecha de colocación de etiqueta:

Figura 7. Tarjeta roja

Seiton (orden): Una vez que todo este clasificado y todo lo innecesario en el área de trabajo se ha desechado, se realiza el orden. Para entender mejor el proceso se diseñó un plano indicando la correcta distribución de las áreas (Figura 8).

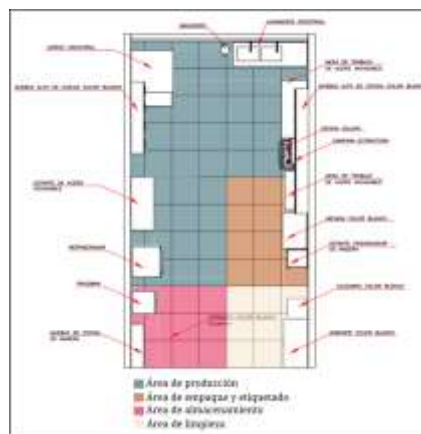


Figura 8. Plano del área de trabajo

Seiso (Limpieza e inspección): Esta etapa se centra en la limpieza, el objetivo es contar con un área de trabajo higiénico y seguro para lograr garantizar la calidad de los productos y seguridad de los colaboradores. La limpieza se realizará de manera diaria ya que andan en constante producción utilizando un check list (Figura 9) sobre los productos de limpieza.

Responsable:		Fecha:	
ÁREA DE PREPARACIÓN DE ALIMENTOS			
MAQUINARIA			
1. Batidora	<input type="checkbox"/> Detergente	6. Horno Industrial	<input type="checkbox"/> Detergente
	<input type="checkbox"/> Esponja		<input type="checkbox"/> Trapos desechables
	<input type="checkbox"/> Desinfectante		<input type="checkbox"/> Cepillo pequeño
2. Licuadora	<input type="checkbox"/> Detergente		<input type="checkbox"/> Raspador de horno (verificar)
	<input type="checkbox"/> Esponja	7. Cocina Volcán	<input type="checkbox"/> Guantes
	<input type="checkbox"/> Desinfectante		<input type="checkbox"/> Detergente
	<input type="checkbox"/> Cepillo pequeño		<input type="checkbox"/> Trapos desechables
3. Refrigerador	<input type="checkbox"/> Detergente		<input type="checkbox"/> Cepillo pequeño
	<input type="checkbox"/> Trapos desechables		<input type="checkbox"/> Quita grasa
	<input type="checkbox"/> Cepillo pequeño		<input type="checkbox"/> Desinfectante
4. Balanza	<input type="checkbox"/> Detergente	8. Lavamanos Industrial	<input type="checkbox"/> Detergente
	<input type="checkbox"/> Detergente		<input type="checkbox"/> Trapos desechables
	<input type="checkbox"/> Trapos desechables		<input type="checkbox"/> Desinfectante
	<input type="checkbox"/> Desinfectante	9. Campana extractora	<input type="checkbox"/> Detergente
5. Frigorifer	<input type="checkbox"/> Detergente		<input type="checkbox"/> Trapos desechables
	<input type="checkbox"/> Trapos desechables		<input type="checkbox"/> Trapos desechables
	<input type="checkbox"/> Cepillo pequeño		<input type="checkbox"/> Quita grasa
	<input type="checkbox"/> Desinfectante		<input type="checkbox"/> Guantes

Figura 9. Check list de limpieza para las maquinaria

Seiketsu y Shitsuke (Estandarizar y Disciplina): El objetivo de estandarizar es encontrar fácilmente las anomalías en el proceso de las S's anteriores, para ello se elaboraron los formatos de tarjeta roja, check list y controles para que así los colaboradores estén familiarizados con este proceso y puedan realizarlo continuamente, por tal razón se debe indicar a los colaboradores la importancia de estandarizar, mantener y usar los formatos dados. Por otro lado, se implementará un check list de control (Figura 10) en las auditorías, donde se realizará la inspección del área de trabajo para que así genere la motivación de seguir mejorando y verificar el cumplimiento de los procedimientos dados.

HOJA DE VERIFICACIONES		CALIFICACIÓN FINAL:	
FECHA:	SUPERVISOR:	SI	NO
SECCIÓN (Clasificación)			
1. ¿Se eliminaron los elementos innecesarios?			
2. ¿Consideras importante los formatos para separar lo innecesario con lo necesario?			
3. ¿Se realiza frecuentemente la clasificación?			
4. ¿El área de trabajo se encuentra accesible?			
SECCIÓN (Orden)			
5. ¿Se usa correctamente los estantes y gabinetes?			
6. ¿El uso de etiquetas facilita la búsqueda de los materiales?			
7. ¿Consideras correcta la división de áreas de trabajo?			
8. ¿El área de trabajo se encuentra en un correcto orden?			
SECCIÓN (Limpieza)			
9. ¿Consideras que los colaboradores realizan una limpieza frecuente?			
10. ¿Consideras importante los check list para realizar la limpieza?			
11. ¿El área de trabajo se encuentra correctamente limpio?			
12. ¿Consideras la ubicación para los desechos correcta?			

Figura 10. Check list de control 3 S's

D. Identificación y selección de estándares de ingeniería

En esta fase, se seleccionaron los siguientes estándares de ingeniería para el diseño de cada herramienta tales como, ISO 55000: 2014 (Gestión de activos - Aspectos generales, principios y terminología), ISO 55001:2014 (Gestión de activos– Sistemas de gestión – Requisitos), ISO 55002: 2018 (Gestión de activos – Sistemas de gestión – Directrices para la aplicación de la ISO 5001), ISO 13374-3:2012 (Monitoreo de condición y diagnóstico de máquinas), CFR Parte 110: Buenas prácticas de fabricación actuales en la fabricación, envasado o conservación de alimentos humanos y la ISO 22000: 2018 (Sistemas de gestión de seguridad alimentaria). Estos, están íntimamente relacionados con la mejora continua en la empresa, a fin de que se asegure la alta calidad de los productos terminados y; de esta manera se reduzcan los costos de los problemas anteriormente identificados en la organización.

E. Formulación y cálculo de indicadores

Se han definido indicadores para medir el grado de influencia de las mejoras implementadas en el proceso de producción. En este sentido, para medir la eficacia del plan de mantenimiento preventivo implementado, se formula el indicador de % Tiempo inactivo por paradas no planificadas (Ecuación 1), que se detalla a continuación.

$$\frac{\text{Horas de paradas no planificadas}}{\text{Horas totales}} \times 100 \quad (1)$$

El valor inicial de este indicador fue de 18.4%, que se obtuvo a través del análisis de la data histórica de la empresa respecto al mes de agosto del año 2023, en el cual, las horas paradas no planificadas del horno industrial fueron de 33.5 h, el cual operó un turno de 7 h/día durante 26 días.

Asimismo, para medir la eficacia de la implementación de las 5'S, se formula el indicador % de Materia prima desperdiciada (Ecuación 2), que se muestra a continuación.

$$\frac{\text{MP desperdiciado}}{\text{Total de MP}} \times 100 \quad (2)$$

El valor inicial de este indicador fue de 33%, que se obtuvo a través del análisis de la data histórica de la empresa respecto al mes de agosto del año 2023.

F. Diseño del modelo de simulación

Para elegir el modelo de simulación, se tomaron en cuenta los métodos monte carlo, promodel, simul8, stella y flexsim y; a través de un análisis riguroso, se optó por utilizar el modelo monte carlo (Figura 11).

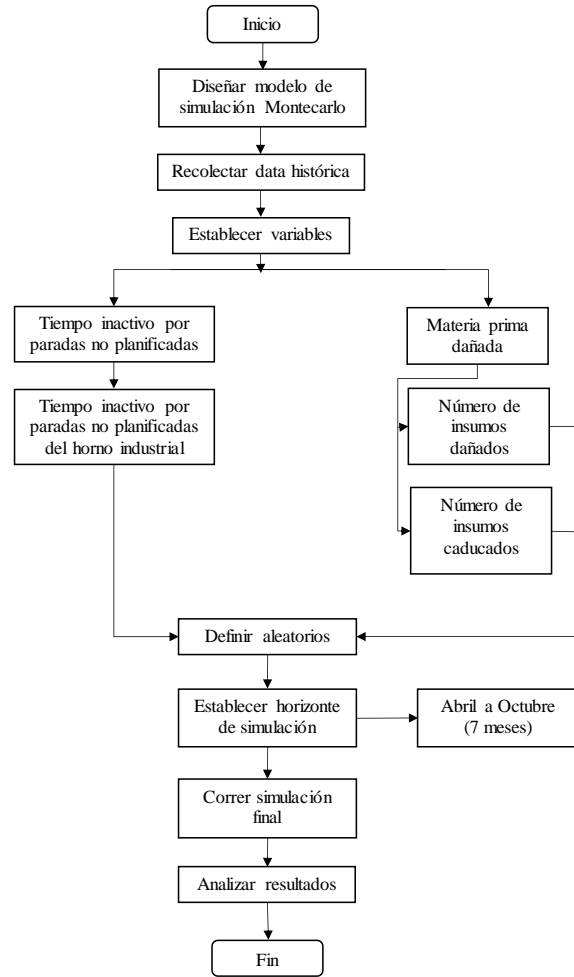


Figura 11. Flujograma de simulación Monte Carlo

III. RESULTADOS

En este sentido, en cuanto al problema de deficiente mantenimiento del horno industrial, se utiliza Montecarlo (Tabla 7) para simular varios escenarios como el tiempo inactivo por paradas no planificadas, donde se analiza una data histórica con las paradas que se presentaron en el horno industrial de la empresa, para luego aplicar el plan de mantenimiento preventivo para la máquina, generando tantos escenarios sin y con la implementación, todo ello garantiza una solución para este problema.

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL HORNO INDUSTRIAL

Días	Aleatorio	Motivo de falla	Tiempo inactivo (h)	Costo reparación de
1	0.963426478	Avería por falta de calibración	2	S/.80.00
2	0.491701582	No hubo averías	0	S/.0.00
3	0.747084501	Avería por desgaste de resistencias	3	S/.180.00
4	0.397919868	No hubo averías	0	S/.0.00
5	0.513824519	No hubo averías	0	S/.0.00
6	0.025158235	No hubo averías	0	S/.0.00
7	0.603440963	No hubo averías	0	S/.0.00
8	0.702119546	No hubo averías	0	S/.0.00
9	0.400424273	No hubo averías	0	S/.0.00
10	0.440836172	No hubo averías	0	S/.0.00
11	0.476200699	No hubo averías	0	S/.0.00
12	0.198027886	No hubo averías	0	S/.0.00
13	0.263846365	No hubo averías	0	S/.0.00
14	0.856458212	No enciende	1.5	S/.58.30
15	0.479353272	No hubo averías	0	S/.0.00
16	0.408568027	No hubo averías	0	S/.0.00
17	0.289484305	No hubo averías	0	S/.0.00
18	0.472192316	No hubo averías	0	S/.0.00
19	0.832520057	No hubo averías	0	S/.0.00
20	0.894314498	No enciende	0	S/.58.30
21	0.069819039	No hubo averías	0	S/.0.00
22	0.460629709	No hubo averías	0	S/.0.00
23	0.45567562	No hubo averías	0	S/.0.00
24	0.214727191	No hubo averías	0	S/.0.00
25	0.788356507	No hubo averías	0	S/.0.00
26	0.424820184	No hubo averías	0	S/.0.00
Total			6.50 h	S/.376.60

COSTOS POR PARADAS DE PRODUCCIÓN Y TOTAL DE LA SIMULACIÓN DE PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO DEL HORNO INDUSTRIAL

Costos por paradas de producción	
Total de horas de trabajo perdidos	6.5
Costo de mano de obra por hora	3.46
Número de trabajadores	2
Pérdidas en mano de obra por tiempo muerto	S/.44.98
PERDIDA TOTAL	S/.421.58

Entonces, de las Tabla 7 y 8 se deduce que después de la implementación del plan de mantenimiento preventivo al horno industrial, durante el mes de octubre solo se incurrió en 6.5 horas de tiempo muerto debido a una avería por falta de calibración, desgaste de resistencias y no encendió, que se traduce en una pérdida de tan solo S/. 421.58.

Por otro lado, para el problema carencia de orden y limpieza, la simulación de montecarlo (Tabla 9) es especialmente útil cuando existe variabilidad en los tiempos de ejecución de las tareas y en la frecuencia de ocurrencia de eventos. Al incorporar esta variabilidad en la simulación, se pueden obtener estimaciones más realistas del tiempo necesario para completar las tareas relacionadas con las 5S. Al modelar diferentes escenarios, se pueden destacar áreas críticas que podrían afectar la eficiencia y la efectividad de las actividades, esto puede ayudar a evitar la subutilización o la sobrecarga de recursos, asegurando un flujo de trabajo más equilibrado.

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN 5'

Días	Aleatorio	Tipo de desperdicio	Insumo dañado	Costo invertido x insumo dañado
1	0.919030438	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70

2	0.592646963	Insumo caducado	Mantequilla	S/.14.50
3	0.44044245	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
4	0.712033461	Insumo caducado	Mantequilla	S/.14.50
5	0.109813039	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
6	0.799537997	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
7	0.263675353	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
8	0.486716544	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
9	0.99756903	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
10	0.962608672	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
11	0.071147063	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
12	0.045179862	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
13	0.405779634	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
14	0.117125002	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
15	0.13921657	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
16	0.833752316	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
17	0.795464856	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
18	0.036798455	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
19	0.915465868	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
20	0.764405371	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
21	0.92429209	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
22	0.552336052	Insumo caducado	Mantequilla	S/.14.50
23	0.221004158	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
24	0.142315284	Sin desperdicio	Ningún insumo	S/.0.00
25	0.903599732	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
26	0.773710453	Insumo dañado	Huevo	S/.0.70
Total				S/.51.20

COSTOS POR INSUMOS DAÑADOS

Costos por paradas de producción	
Insumo frecuente dañado	Huevo
Costo por tiempo de reposición	S/.23.00
Costo invertido x insumo dañado	S/.51.20
Pérdida Total	S/.74.20

Entonces, de las Tablas 9 y 10 se deduce que después de la implementación de las 5 S, durante el mes de octubre el insumo frecuente de dañado es el huevo, seguido de la mantequilla; que se traduce en una pérdida de tan solo S/. 74.20.

En base a la data mencionada, se calcularon las pérdidas monetarias antes y después de la implementación de las herramientas de mejora (Tabla 11), como se muestra en la siguiente tabla.

PÉRDIDAS MONETARIAS ANTES Y DESPUÉS DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LASHERRAMIENTAS DE MEJORA

Herramientas	Indicador	Valor actual		Valor mejorado		Variación	
		Cálculo	Monetario	Cálculo	Monetario	%	Monetaria
Plan de mantenimiento preventivo	% Tiempo inactivo por paradas no planificadas	18.40%	S/2,435.92	3.57%	S/421.58	-14.83%	S/2,014.34
5 S	% de MP dañada	33%	S/632.04	4%	S/74.20	-29%	S/557.84

A. Implementación

Implementación del plan de mantenimiento preventivo al horno industrial

Se implementó el plan de mantenimiento preventivo para dar solución al problema 1 identificado en la empresa (Figura 12). Para ello, se tomó en cuenta el cronograma de mantenimiento establecido donde se especifican las tareas que se deben realizar, la frecuencia y recursos necesarios para ejecutarlo, tomando en cuenta que antes de la implementación de plan de mantenimiento preventivo al horno industrial, la empresa no contaba con un mantenimiento específico, es decir, solo se lubricaba algunas piezas tales como las bisagras de la puerta y los resortes. Tampoco se realizaba un seguimiento de

las fallas mecánicas de la máquina.



Figura 12. Identificación de la necesidad de implementar un plan demantenimiento preventivo

Durante la primera etapa de la implementación del cronograma de mantenimiento preventivo del horno industrial, se programó una reunión con la encargada de repostería de la empresa para reforzar sus conocimientos a través de una capacitación. Por último, luego de la capacitación, se verificó que el personal realice el uso correcto de las fichas y hojas de trabajo del plan de mantenimiento preventivo al horno industrial de acuerdo con el cronograma establecido. En este sentido, antes de iniciar cada turno de trabajo, se debe realizar mantenimiento a las piezas/partes del horno industrial juntamente con el llenado de las fichas para tener un registro de su funcionamiento y fallas.

Implementación de las 5'S

Se implementó la herramienta de las 5 S para dar solución al segundo problema identificado en la empresa que es "carencia de orden y limpieza". Para ello, se determinó lo innecesario y necesario del área de producción. adicionalmente, se realizó el uso de las tarjetas rojas (Figura 13) para lograr desechar la totalidad de lo innecesario en el área de producción.

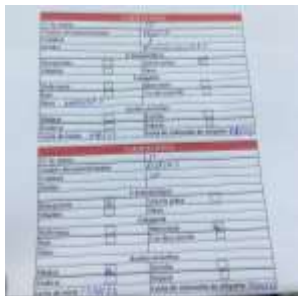


Figura 13. Tarjetas rojas en el área de producción

Una vez que todo se haya clasificado, se realiza el orden del área. Una vez que se haya ordenado todo, se centra en la limpieza donde se realiza el uso de un cronograma (Figura 14), también se efectúa el uso de check list (Figura 15) específicos el área, estas herramientas se le brindan a los trabajadores y encargados para lograr monitorear los procesos y la falta de materiales.



Figura 14. Cronograma de limpieza

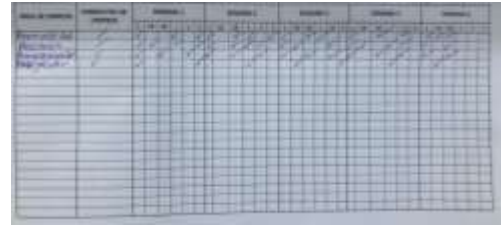


Figura 15. Check list

B. Costos de implementación

En la Tabla 12 y 13 a continuación, se detallan los egresos, beneficios y flujo de caja proyectado para la implementación de cada herramienta. El periodo en evaluación va desde 0 a 12.

TABLA XII
FLUJO DE CAJA PROYECTADO 0 A 6 MESES

Egresos	0	1	2	3	4	5	6
Inversión	S/ 4,428.14						
Gastos en MP	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50
Total egresos	S/ 4,428.14	75.50	75.50	75.50	75.50	75.50	75.50
Beneficios	0	1	2	3	4	5	6
Beneficio MP		S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34
Beneficio 5'S		S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84
Total de beneficios	0	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18
Flujo de Caja	-S/ 14,061.14	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68

TABLA XIII
FLUJO DE CAJA PROYECTADO 7 A 12 MESES

Egresos	7	8	9	10	11	12
Inversión						
Gastos en MP	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50
Total egresos	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50	S/ 75.50
Beneficios	7	8	9	10	11	12
Beneficio MP	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34	S/ 2,014.34
Beneficio 5'S	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84	S/ 557.84
Total de beneficios	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18	S/ 2,572.18
Flujo de Caja	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68	S/ 2,496.68

En primer lugar, se considera S/. 4,428.14 como egresos que representa la inversión para implementar las dos herramientas en el periodo 0. Por consiguiente, se considera egresos de S/. 75.50 mensuales para el mantenimiento preventivo de la máquina.

En segundo lugar, se presentan los beneficios de la implementación de cada herramienta, que se calcularon considerando su buen impacto sobre la productividad y calidad de la empresa.

Por último, se presenta el flujo de caja, donde en el periodo

0, se muestra el valor S/. -4,428.14 debido a la inversión, por consiguiente, a partir del periodo 1, el flujo de caja es positivo con un valor de S/. 2,496.68 mensuales. Entonces, se concluye que, se si implementan las dos herramientas Mantenimiento Preventivo y 5'S se obtiene un flujo de caja positivo.

C. Evaluación económica

Para la tasa mínima aceptable de rendimiento (TMAR), que es el rendimiento mínimo que se espera obtener de la inversión para que sea considerada atractiva, se consideró una tasa del 20% (Tabla 14).

TABLA XIV
INDICADORES DE EVALUACIÓN ECONÓMICA

Indicadores	
TMAR	1.53%
VAN	S/ 22,751.99
TIR	56.11%
B/C	5.33
VAN ingresos	S/ 28,002.06
VAN egresos	S/ 5,250.07

La TMAR, resulta en un valor de 1.53%, lo que indica que cualquier inversión superior a este porcentaje se considera beneficiosa para la empresa.

El VAN (Valor Actual Neto) es S/. 22,751.99, que indica que, después de cubrir todos los costos y ajustar los beneficios futuros a su valor presente, la empresa espera obtener un beneficio neto de S/. 22,751.99

La TIR (Tasa Interna de Retorno) es de 56.11%, lo cual es significativamente mayor que la TMAR. Esto indica que la inversión en las herramientas está generando un retorno mucho mayor que el mínimo aceptable, lo que sugiere que la inversión ha sido muy rentable.

El B/C (Beneficio/Costo) es 5.33 significa que, por cada sol invertido, la empresa está generando un beneficio de S/. 5.33. Este es un indicador sólido de una inversión rentable.

VAN Beneficios y VAN Egresos, estos indicadores indican que después de ajustar todos los beneficios y egresos futuros a su valor presente, se espera que la empresa obtenga beneficios netos de S/45,315.52 y tenga egresos de S/.14,883.07. La diferencia entre estos dos valores es el VAN mencionado anteriormente.

Por ende, estos resultados sugieren que la inversión en las 2 herramientas de ingeniería para mejorar los procesos en la empresa ha sido altamente rentable y ha superado el rendimiento mínimo requerido por la empresa (TMAR).

III. DISCUSIÓN

Problema 1: Deficiente mantenimiento del horno industrial

Se consideró el indicador %Tiempo inactivo por paradas no planificadas, para analizar el valor actual, estándar, simulado e implementado, con la finalidad de analizar la situación actual de la empresa y así brindar posibles soluciones de mejora para minimizar las consecuencias de este problema.

En este sentido, se evidencia un valor actual de 18.4% de tiempo inactivo por paradas no planificadas, lo que indica una situación crítica para la empresa por lo que debe ser atendida con urgencia. Este valor, refleja que el horno industrial se malogra constantemente por lo que hay paradas en la producción de 33.5 horas, es decir, tiempo muerto, lo que se traduce en un deficiente mantenimiento de esta máquina, ocasionando altos costos operativos y retrasos en la producción. Asimismo, el valor estándar de 0 representa lo que la empresa en un panorama ideal debe alcanzar. Esto significa que no debería existir tiempos inactivos por paradas no planificadas en la producción durante el mes. A su vez, implica una eficiente gestión de mantenimiento, puesto que se realizan actividades diarias de lubricación, inspección, cambio de piezas y limpieza al horno industrial lo que garantiza el buen funcionamiento de la máquina. Al conseguir este valor estándar, se garantiza la reducción de costos y una producción continua, así como, una mejora respecto al valor actual, simulado e implementado.

Por otro lado, el valor simulado de 3.57% de tiempo inactivo por paradas no planificadas muestra una mejora en comparación con el valor actual de 18.4% de tiempo inactivo por paradas no planificadas. De acuerdo con la simulación Montecarlo, se deduce que la implementación del plan de mantenimiento preventivo del horno industrial trae consigo una disminución del número de fallas mecánicas y, en consecuencia, del tiempo inactivo por paradas no planificadas en la máquina industrial al mes.

Finalmente, el valor implementado de 2.17% de tiempo inactivo por paradas no planificadas indica un progreso muy positivo respecto del valor actual de 18.4% de tiempo inactivo por paradas no planificadas. Esto significa que, el plan de mantenimiento preventivo del horno industrial ha sido muy eficaz. Sin embargo, el cronograma de mantenimiento preventivo establecido se debe cumplir a cabalidad y el plan de mantenimiento preventivo propuesto debe estar en mejora continua de acuerdo con las necesidades de la máquina hasta lograr alcanzar un valor estándar de 0%.

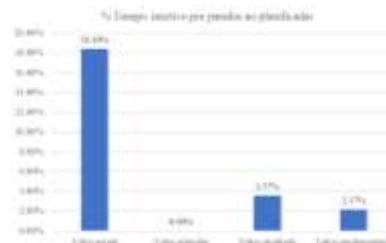


Figura 16. Valor actual, estándar, simulado e implementado

Problema 2: Carencia de orden y limpieza

Se consideró el indicador de materia prima dañada, para analizar el valor actual, estándar, simulado e implementado. En este sentido, se evidencia un valor actual de 33% de materia prima dañada lo que corresponde al % de pérdida en insumos de la celda de huevos (30 unidades), la harina (6 unidades) y dos kilos de mantequilla; son 2 unidades de huevo, una unidad de harina y 200 gramos de mantequilla los que se dañan, en

consecuencia, como % nos arroja un 33% del total. Este valor, refleja que no se está cumpliendo el orden correspondiente en el área de producción, por lo que no se cuenta con la cantidad de insumos necesario lo que provoca las pérdidas monetarias.

Asimismo, el valor estándar de 0 representa lo que la empresa en un panorama ideal debe alcanzar. Esto significa que no debería existir insumos dañados al mes. Al conseguir este valor estándar, se garantiza la reducción de pérdidas monetarias, así como, una mejora respecto al valor actual, simulado e implementado.

Por otro lado, el valor simulado de 4% de materia prima dañada muestra una mejora en comparación con el valor actual de 33%. De acuerdo con la simulación. Montecarlo en Excel, se deduce que la implementación de la herramienta 5 S trae consigo una disminución de daño en los insumos.

Finalmente, el valor implementado de 4% de materia prima dañada al mes representa un valor muy positivo respecto del valor actual de 33% de materia prima dañada. Esto significa que, la herramienta 5 S ha sido muy eficaz.

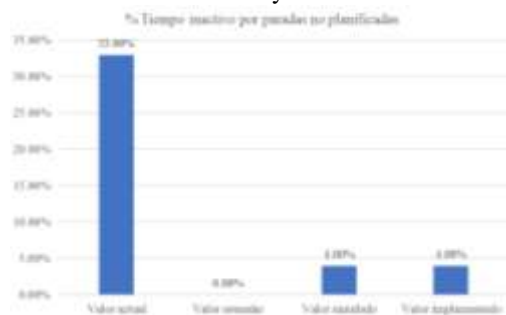


Figura 17. Valor actual, estándar, simulado e implementado

III. CONCLUSIONES

La implementación del Mantenimiento Preventivo y la aplicación de la metodología 5S en la producción de productos de panadería. Se logró reducir el tiempo de inactividad debido a paradas no planificadas, disminuyendo del 18.4% al 3.57%. La simulación estimó una reducción del 14.83%, la disminución observada resulta significativa. Esta mejora es especialmente importante, ya que las fallas recurrentes de las maquinarias generaban costos innecesarios y afectaban el flujo del proceso productivo.

Adicionalmente, la implementación de la metodología 5S en el área de producción condujo a una disminución del indicador de materia prima dañada, mejorando así la organización y eficiencia en la producción. Se espera que la metodología 5S continúe optimizando la organización y reduciendo los tiempos de reposición de materiales, contribuyendo a una mayor eficiencia operativa.

La implementación del Mantenimiento Preventivo y la metodología 5S resultó en un aumento de la rentabilidad de la empresa. Esto subraya la capacidad de las herramientas de mejora continua para generar un impacto positivo y significativo en la eficiencia, calidad y rentabilidad de la empresa, consolidando su posición competitiva en el mercado. La evaluación económica del proyecto reveló que la

implementación de estas herramientas sería rentable. El Valor Actual Neto (VAN) fue positivo, alcanzando los S/. 22 751.99, indicando que el proyecto generaría un retorno favorable, superando la inversión inicial. La Tasa Interna de Retorno (TIR) calculada fue del 56.11%, considerablemente superior a la Tasa Mínima de Atracción de Recursos (TMAR) del 1.53%, fortaleciendo la rentabilidad del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Rayme, M & Díaz, Jorge. (2021). "Mantenimiento preventivo para incrementar la productividad en los equipos de medición". Qantu Yachay. <https://doi.org/10.54942/qantuyachay.v1i1>.
- [2] Hernández, C. C., Villagrana, R., Cruz, K., & Caamal, A. (2023). Aplicación de la metodología 5S en un almacén para mejora en una industria azucarera. *593 Digital Publisher CEIT*, 8(1-1), 317-327. <https://doi.org/10.33386/593dp.2023.1-1.1640>
- [3] Lozada y Vasquez. (2020). "Diseño de un plan de gestión de mantenimiento preventivo para mejorar la eficiencia de las máquinas y equipos de la empresa Rocagu S.R.L. Pacasmayo". Universidad Señor de Sipán. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/7608>
- [4] Alárcon, B. & Romero, D. (2020). "Diseño de un plan de mantenimiento preventivo para una empresa productora y comercializadora de harina y aceite de pescado ubicada en la ciudad de Santa Elen" a. Obtenido de Universidad Politécnica Salesiana-Guayaquil: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20080/1/UPS-GT003160.pdf>
- [5] Alban (2017). "Implementación de un plan de mantenimiento preventivo centrado en la confiabilidad de las maquinarias en la empresa Construcciones Reyes S.R.L. para incrementar la productividad". USAT. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/798/3/TL_AlbanSalazarNery.pdf
- [6] Videá, J. (2022). Implementación de las 5S para incrementar la productividad en la Pastelería Patty'S, Cusco, 2021. Universidad Andina del Cusco. <https://hdl.handle.net/20.500.12557/4798>
- [7] Saman, A. (2021). Aplicación de las 5S para mejorar la productividad en el área de producción de la empresa Serinpes S.A., Villa María Del Triunfo, 2021. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/86309>
- [8] Cuellar, A. (2022). Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad de trabajos de termofusión en la empresa SMED PERU, Lima 2022. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/101976>
- [9] Zegarra, W. (2018). Implementación de la metodología 5S para mejorar la Productividad en el área de producción de botellas plásticas en la empresa Amcor Rigid Plastics del Perú S.A., Los Olivos, 2018. Universidad César Vallejo. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/36958>