








Improvement plan to reduce costs in a balanced food company, Trujillo, 2023

Iván Olivares-Espino, Doctor¹, Hermes Sifuentes-Inostroza, Doctor¹, Angel Hernández-Molina, Master¹, José Ruiz-Sirlopu, Master¹, José González-Sánchez, Master¹, Joel Vargas-Sagastegui, Master¹, Teodoro Geldres-Marchena, Master's Industrial Engineering¹

¹Industrial Engineering Professors at the Universidad Nacional de Trujillo, Peru, iolivares@unitru.edu.pe, hsifuentes@unitru.edu.pe, ahernandez@unitru.edu.pe, jsirlopu@unitru.edu.pe, jgonzalez@unitru.edu.pe, jvargass@unitru.edu.pe, tgeldres@unitru.edu.pe

Abstract— This study was developed with the fundamental purpose of implementing improvements aimed at reducing cost overruns in a balanced food processing company. A pre-experimental design was chosen that included pretest and post-test tests. The study population covered all the company's operations. Five key problems that impacted the company's current costs were identified, namely: bottlenecks in the receipt of raw materials, unplanned downtime due to sealing machine failures, production cost overruns resulting from a disorderly warehouse, high worker turnover, and health problems among employees. To address these problems, a comprehensive plan was proposed that incorporated maintenance, process standardization, IPERC analysis, 5S methodology implementation and the application of OWAS methods. At the conclusion of the study, through the use of simulators such as Montecarlo and Ergoniza, a significant reduction in cost overruns was achieved. The results indicated that the project was viable, as evidenced by a Net Present Value (NPV) of S/ 28,454.04 and an Internal Rate of Return (IRR) of 49%.

Keywords— Montercarlo simulation; Ergoniza; OWAS; IPERC; maintenance; standardization

Digital Object Identifier: (only for full papers, inserted by LACCEI).
ISSN, ISBN: (to be inserted by LACCEI).
DO NOT REMOVE

Plan de mejoras para reducir costos en una empresa de alimentos balanceados, Trujillo, 2023

Iván Olivares-Espino, Doctor¹, Hermes Sifuentes-Inostroza, Doctor¹, Angel Hernández-Molina, Maestro¹, José Ruiz-Sirlopú, Magister¹, José González-Sánchez, Maestro¹, Joel Vargas-Sagastegui, Magister¹, Teodoro Geldres-Marchena, Maestro en Ingeniería Industrial¹

¹Docentes de Ingeniería Industrial de la Universidad Nacional de Trujillo, Peru, iolivares@unitru.edu.pe, hsifuentes@unitru.edu.pe, ahernandez@unitru.edu.pe, jsirlopu@unitru.edu.pe, jgonzalez@unitru.edu.pe, jvargass@unitru.edu.pe, tgeldres@unitru.edu.pe

Resumen— El presente estudio se desarrolló con el propósito fundamental de implementar mejoras destinadas a reducir los sobrecostos en una empresa procesadora de alimentos balanceados. Se optó por un diseño preexperimental que incluyó pruebas pretest y post test. La población objeto del estudio abarcó todas las operaciones de la empresa. Se identificaron cinco problemas clave que impactaban los costos actuales de la compañía, a saber: cuellos de botella en la recepción de materia prima, paradas imprevistas debido a fallos en la máquina selladora, sobrecostos de producción derivados de un almacén desordenado, alta rotación de trabajadores y problemas de salud entre los empleados. Para abordar estos problemas, se propuso un plan integral que incorporó mantenimiento, estandarización de procesos, análisis IPERC, implementación de la metodología 5S y la aplicación de los métodos OWAS. Al concluir el estudio, gracias al uso de simuladores como Montecarlo y Ergoniza, se logró una reducción significativa de los costos excesivos. Los resultados indicaron que el proyecto era viable, evidenciado por un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 28,454.04 y una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 49%.

Palabras Clave— Simulación Montecarlo; Ergoniza; OWAS; IPERC; mantenimiento; estandarización

I. INTRODUCCIÓN

Durante los 11 primeros meses del año 2022 en comparación al anterior, los envíos de alimentos balanceados para animales presentaron un alza del 7% respecto de su valor total, no obstante a ello, se evidenció un 2% menos en lo que respecta al volumen, el cual se vio materializado en 14,656 toneladas [1]. Es por eso que se necesita tener una compañía lista para afrontar cualesquiera tipos de cambios, ya sean de producción o económicos. La empresa en estudio, está enfocada en la producción y la venta al por mayor no especializada, en el campo de alimentos balanceados para todo tipo de animales de granja, la empresa está ubicada en el pueblo de Moche, La Libertad, Perú. La misión de la empresa es asegurar a sus clientes del sector pecuario alimentos de alto rendimiento y calidad nutricional, generando valor para los clientes, colaboradores, accionistas y la comunidad. Su visión es la de ser una empresa competitiva a nivel nacional e internacional, incursionando con éxito en el negocio de alimentos para animales del mercado andino. Dentro de la problemática de la empresa se tienen varios problemas que afectan al correcto funcionamiento de esta. La empresa enfrenta un cuello de

botella en su proceso de producción debido a retrasos recurrentes en la entrega de materias primas necesarias para la fabricación de alimentos balanceados. Estos retrasos tienen un impacto negativo en la eficiencia de la producción y la capacidad de cumplir con los pedidos a tiempo. Las máquinas selladoras utilizadas en el proceso de empaque de productos terminados experimentan fallas con regularidad, lo que resulta en la pérdida de productos y retrasos en los envíos. El área de almacén está desorganizada, pues no se ha realizado una clasificación por tipo de producto terminado. Esto ocasiona que, cuando el personal se dirige al almacén a la búsqueda de cierto producto terminado, tarde más de lo necesario. La empresa experimenta una alta rotación de trabajadores en sus líneas de producción. Los empleados no permanecen mucho tiempo en sus puestos, lo que afecta la consistencia y la calidad del trabajo. La empresa posee varios problemas ergonómicos en la fila de sus trabajadores, lo cual genera problemas a la salud a largo plazo.

Las dificultades identificadas en la empresa, están ocasionando pérdidas económicas que impactan negativamente en sus ganancias. Estos problemas son evidencia de la necesidad de implementar estrategias planificadas mediante herramientas

de ingeniería. Estas medidas contribuirán a superar los desafíos identificados y, al mismo tiempo, reducirán los costos adicionales.

II. METODOLOGÍA

El diseño utilizado en este estudio fue preexperimental con una prueba pretest y post test. Las variables que se definen son O₁ (antes de la influencia de la variable independiente), x (variable independiente), O₂ (después de la influencia de la variable independiente). Este proyecto se clasifica como investigación aplicada, ya que se enfoca en la implementación de un plan de mejoras fundamentado en herramientas de la Ingeniería Industrial.

TABLA I
DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

| O1 | X | O2 |
|------------|-----------------|-------------|
| Pre - test | Plan de mejoras | Post - test |

Donde:

O₁: Medición de los costos operativos antes del plan de mejoras.

X: Plan de mejoras para la reducción de costos en la empresa, utilizando la metodología 5S, FODA, matrices EFI y EFE, diagrama Ishikawa, diagrama Gantt, estudio de tiempos, OWAS, IPERC.

O₂: Medición de costos operativos después de simular la implementación del plan de mejoras.

A. Diagnóstico inicial

Para el desarrollo del presente estudio, se obtuvieron datos de la empresa objeto de estudio, mediante un análisis de las instalaciones, el personal y los procedimientos de trabajo. Con base en la información recopilada, se formuló un diagnóstico inicial con el objetivo de evaluar la situación actual de la empresa a escala global. Este análisis se llevó a cabo mediante la aplicación de las metodologías: Matriz FODA, 5 Fuerzas de Porter, Análisis PEST, Matrices EFE-EFI, estas metodologías posibilitaron examinar el entorno en el que opera la empresa, junto con los elementos internos y externos que influyen en ella. Según el diagnóstico realizado se detectaron los siguientes problemas: “Cuello de botella en ingreso de materia prima”, “Paradas inesperadas por fallas de maquinaria selladora”, “Sobrecostos de producción por almacén desordenado”, “Alta rotación de obreros” y “Problemas de salud de los trabajadores”, los cuales representaron costos operativos que deben ser reducidos.

B. Selección de alternativa de solución

Con el diagnóstico, se logró obtener una comprensión más clara de los objetivos a corto y largo plazo para la empresa. En base a esto, se generaron dos conjuntos de propuestas de solución. Se priorizó el empleo de diversas herramientas de ingeniería con el fin de obtener resultados precisos y realistas,

haciendo énfasis en el diseño de ingeniería, múltiples restricciones realistas y estándares de ingeniería. En el caso de la primera alternativa, se emplearon herramientas como el plan de mantenimiento, el Método OWAS, análisis IPERC, estandarización de procesos y la Metodología 5S. Se consideraron diversos aspectos, como capacitaciones, especialistas, equipos de protección personal (EPPS), entre otros. Tras la identificación de todos los elementos, se determinó una inversión total de S/ 3,850.00. Por otro lado, la segunda alternativa implicó el uso de herramientas como la calibración y lubricación de la máquina selladora, la adquisición de EPPS, la Metodología 5S y la capacitación para el correcto proceso de estibas. Esta alternativa conllevó a una inversión total de S/ 2,699.00.

TABLA II
COSTOS ALTERNATIVOS DE SOLUCIÓN

| Nº de Alternativa | Herramientas | Recurso | Cantidad | Costo (S/) | Costo Total (S/) |
|-------------------|---|----------------|----------|------------|------------------|
| Alternativa 1 | Plan de Mantenimiento | Técnico | 1 | 1,200.00 | 3,850.00 |
| | | Capacitación | 2 | 1,000.00 | |
| | Implementación de OWAS | Capacitación | 2 | 400.00 | |
| | | Especialista | 3 | 450.00 | |
| | Implementación de análisis IPERC | Capacitación | 1 | 200.00 | |
| | Estandarización de procesos | Capacitación | 1 | 200.00 | |
| | Implementación de las 5S | Capacitación | 2 | 400.00 | |
| Alternativa 2 | Calibración y lubricación de maquina selladora | Técnico | 1 | 1,200.00 | 2,699.00 |
| | Compra de EPPS para reducir lesiones | Mascarillas AS | 10 | 29.00 | |
| | | Faja lumbar | 10 | 480.00 | |
| | Implementación de 5S | Capacitación | 1 | 400.00 | |
| | Entrenamiento y capacitación en el correcto proceso de estiba | Capacitación | 1 | 200.00 | |
| Especialista | | 3 | 390.00 | | |

Para seleccionar la alternativa correcta se tuvieron en cuenta los criterios de selección: la efectividad, la inversión, relación beneficio/costo, factibilidad técnica y el tiempo de ejecución, y las restricciones realistas: presupuesto económico (S/ 10 000), plazo de ejecución (3 meses), cumplimiento de estándares de calidad y la no inversión en maquinaria y personal adicional al

existente. De esta manera se optó por seleccionar la alternativa 1.

C. Diseño de alternativa de solución

En la figura 1, se detalla el diseño de la alternativa seleccionada, el cual empieza por estandarizar los procesos en la empresa en estudio. Primero se realiza la observación del proceso productivo, luego se recopilan los datos de tiempos, se elaboran los diagramas DOP y DAP, se realiza el análisis de tiempos, se calcula los tiempos estandarizados, se procede a aprobar el plan de capacitación, se capacita al personal en el nuevo proceso. Finalmente, se monitorea al personal periódicamente.

Por otro lado, se ha diseñado una herramienta, el IPERC, que consta de cinco etapas. Primero, la identificación de peligros, luego la evaluación de riesgos, la priorización de riesgos, registro y documentación. Finalmente, se establece una revisión periódica. Una vez finalizado el IPERC, se procedió a implementar el método OWAS a causa de problemas de salud identificados. Luego, se ha realizado el desarrollo de plan de mantenimiento preventivo para la máquina selladora.

Finalmente, se ha implementado la metodología de las 5S, a causa de sobrecostos de producción por almacén inadecuado. Esto incluye una auditoría inicial y final, con intención de mantener la disciplina de las 5S a través de inspecciones regulares. La totalidad del proceso mencionado se representó en un diagrama de flujo, y se creó un calendario de implementación para la alternativa de solución utilizando un Diagrama de Gantt a través del software Ms Project.

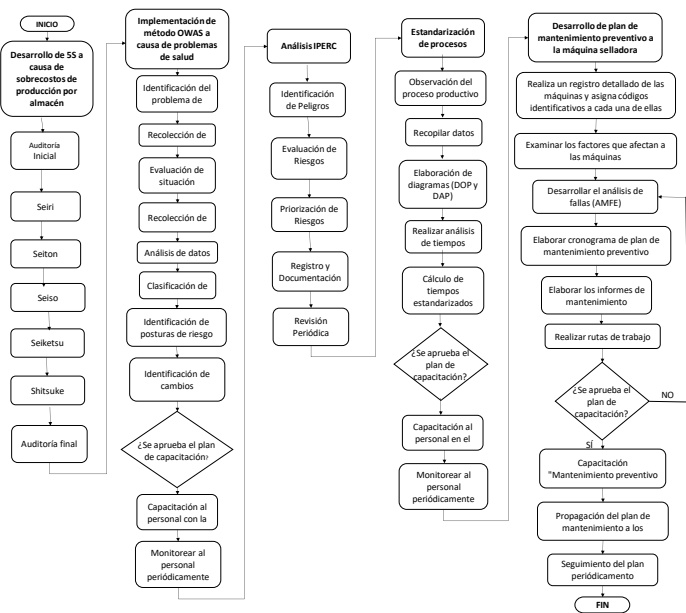


Fig. 1 Flujoograma de alternativa de solución

D. Identificación y selección de estándares de ingeniería

Se llevó a cabo la búsqueda de normas nacionales e internacionales, tales como reglamentos, decretos y estándares, que guardaran relación con las herramientas de ingeniería

contempladas en el plan de mejora. Fue creado un conjunto de datos que comprende quince estándares, detallando información como descripción, enlace web y las fuentes de origen. De las fuentes que se adquirieron, la mayoría incluían múltiples estándares potencialmente valiosos para la investigación y eran de origen internacional. Se establecieron criterios de priorización en una escala del 1 al 3 para seleccionar los estándares, donde 1 representa una calificación de poca importancia, 2 una calificación de importancia y 3 la calificación más significativa. La asignación de puntajes se determinó considerando tanto la importancia del estándar como su impacto en los procesos de la empresa. Se seleccionó once estándares de los cuales cuatro fueron nacionales y siete internacionales.

Después, se llevó a cabo la comparación entre los estándares y las herramientas del plan de mejora, detallando el grado de influencia en el desarrollo de dichas herramientas. Se determinó si esto implicaría un cambio en el diseño, ya sea a nivel estructural o en otros aspectos.

TABLA III
ESTÁNDARES DE INGENIERÍA

| Ítem | Estándar de ingeniería seleccionada |
|------|---|
| 1 | RM-375- 2008-TR: NORMA BÁSICA DE ERGONOMÍA Y DE PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN DE RIESGO DISERGONÓMICO |
| 2 | ISO/TR 12295:2014(en) Ergonomics—Application document for International Standards on manual handling (ISO 11228- 1, ISO 11228-2 and ISO 11228-3) and evaluation of static |
| 3 | LEY 29783 |
| 4 | ISO 9001:2015 Sistemas de Gestión de la Calidad - Requisitos |
| 5 | NTP 577: Sistema de gestión preventiva: revisiones de seguridad y mantenimiento de equipos |
| 6 | Norma ISO 45001:2018 sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo International Organization for Standardization (ISO) |
| 7 | ISO 22000: 2018 |
| 8 | Sistema de Gestión Seguridad para la cadena de suministro ISO 28001:2007 |
| 9 | Reglamento de la Ley General de Inspección de Trabajo - Ley N.º 28806 Nacional Ministerio de trabajo y promoción del empleo (MTPE) |
| 10 | Norma COVENIN 2500-93. Manual para Evaluar los Sistemas de Mantenimiento en la Industria Internacional (Venezuela) Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN) |
| 11 | NTP 481 |

E. Formulación y cálculos de indicadores

Identificando la alternativa elegida y, especialmente, las herramientas a utilizar, se procede a definir indicadores.

Este indicador se refiere al tiempo de inactividad no planificado de las máquinas en horas, originado por fallos imprevistos, deficiencias en el mantenimiento, errores humanos, entre otros. Este fenómeno resulta en detenciones de producción, productos defectuosos o incumplimiento de las metas diarias. Su cálculo implica dividir el tiempo de inactividad por máquina entre el tiempo disponible como se evidencia en (1), dando como resultado un costo mensual de S/ 1,350.00, lo cual equivale al 27% de los costos totales de la empresa.

$$\frac{\text{Tiempo de paradas } \times \text{ máquinas}}{\text{Tiempo disponible}} \times 100 \quad (1)$$

El segundo indicador fue elaborado considerando la duración que el operario requiere para entregar la lista de material al almacén, dividiendo el tiempo no productivo entre el tiempo total empleado como se muestra en (2).

$$\frac{\text{Tiempo improductivos}}{\text{Total de tiempo empleado}} \times 100 \quad (2)$$

Esto resulta en un costo mensual de S/ 595.00. Además, se identificó que el 12% del tiempo en el área de almacén no se utiliza en el proceso.

El tercer indicador hace alusión a los periodos improductivos o tiempos ociosos de los operarios, originados por tareas duplicadas, fallos en equipos, errores de terceros, emergencias por accidentes, falta de información o conocimiento, entre otros. Se obtiene calculando el total de tiempos muertos de producción dividido entre el total de horas de trabajo empleadas como se muestra en (3).

$$\frac{\text{N}^\circ \text{ de horas excedentes } \times \text{ PT}}{\text{N}^\circ \text{ de horas de producción normal } \times \text{ PT}} \times 100 \quad (3)$$

Resultando en un costo mensual de S/ 275.00. Este valor representa un 6% de tiempo no productivo en la empresa en estudio.

En cuanto al cuarto indicador, se refiere a la cantidad total de casos al año de lesiones superficiales en la empresa, abarcando golpes leves, cortaduras pequeñas, molestias e irritaciones leves, así como dolores de cabeza como se evidencia en (4). De acuerdo con la Resolución Ministerial 050-2013-TR, estos daños superficiales no resultan en la pérdida de días laborables y su gravedad en términos de riesgos y peligros es considerada como mínima. Además, las pérdidas asociadas a cada lesión no superan los S/ 260 nuevos soles.

$$\text{Número de daños superficiales } \times \text{ año} \quad (4)$$

Este último indicador se refiere a la cantidad total de casos de días de descanso médico producto de los problemas lumbares/ergonómicos a los trabajadores de producción/estiba como se muestra en (5). Además, las pérdidas asociadas a cada descanso ascienden a los S/ 1460 nuevos soles en días no laborables para los trabajadores.

$$\text{Número de días de descanso } \times \text{ año} \quad (5)$$

III. RESULTADOS

A. Elección de modelos de simulación

Con la totalidad de la información requerida para llevar a cabo el proyecto, se procede a identificar los modelos de simulación más apropiados para abordar los problemas específicos de la empresa en estudio. Los más destacados en este proceso fueron los presentados en la tabla IV.

Después de explorar distintos simuladores, se procede a la elección de algunos de ellos que serán empleados en la simulación de los problemas.

TABLA IV
MODELOS DE SIMULADORES

| Simulador o software | Problema |
|----------------------|---|
| Montecarlo | Paradas y fallas de la máquina selladora |
| Arena | Sobretiempos en la entrega de materia prima |
| Promodel | Sobrecostos de producción por inadecuado almacén |
| Ergoniza | Problemas ergonómicos a largo plazo Alta rotación de trabajadores en la producción |

Se utilizaron diversos criterios de selección, incluyendo el costo, donde se asignaron puntuaciones de 5 para opciones gratuitas, 3 para alternativas aceptables en términos de costo y 0 para aquellas consideradas costosas. Asimismo, se evaluó la disponibilidad de información, otorgando una calificación de 5 si se encontraron manuales, tutoriales y videos explicativos, 3 si la información hallada fue puntual sobre el simulador y 0 si no se encontró información clara. Además, se analizó la facilidad de manejo, asignando una puntuación de 5 si era comprensible para todos, 3 si resultaba poco entendible y 0 si el manejo no era claro ni comprensible.

TABLA V
CRITERIOS DE SELECCIÓN

| Criterios de selección | Simuladores | | | |
|------------------------|-------------|----------|----------|-----------|
| | Montecarlo | Promodel | Arena | Ergoniza |
| Costo | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Información | 5 | 0 | 0 | 5 |
| Manejo | 5 | 3 | 0 | 5 |
| Total | 15 | 8 | 5 | 15 |

Con la ayuda de la matriz de criterios de selección, se estableció la elección de dos simuladores, siendo estos Montecarlo y Ergoniza, para llevar a cabo la implementación del proyecto.

B. Ejecución de simulación

Para llevar a cabo la implementación de los simuladores, se comenzó evaluando las distintas alternativas de software, modelos y programas disponibles mediante una investigación de información, con el objetivo de abordar los problemas particulares en la empresa en estudio.

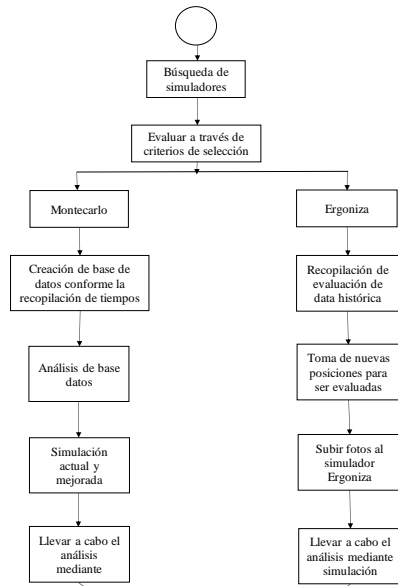


Fig. 3 Flujo de los simuladores

B. Evaluación económica

Se empleó la técnica de flujo de caja para analizar la sustentabilidad financiera del plan de mejora. Inicialmente, se consideraron los gastos vinculados con la aplicación de cada herramienta, tomando en cuenta el año de ejecución. La evaluación abarcó un periodo de cuatro años. Posteriormente, se determinaron los rendimientos asociados a cada herramienta, considerando la inversión realizada.

| Nº | Estación 1 | Estación 2 | Estación 3 | Estación 4 | Estación 5 | Estación 6 | Estación 7 | Estación 8 | Estación 9 | Estación 10 | Tiempo Total |
|----|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|--------------|
| 1 | 15.59 | 10.00 | 5.53 | 14.46 | 13.78 | 10.91 | 11.54 | 15.19 | 14.89 | 10.39 | 122.28 |
| 2 | 15.92 | 10.00 | 5.19 | 14.06 | 13.37 | 10.07 | 11.49 | 15.67 | 14.56 | 10.40 | 120.72 |
| 3 | 15.42 | 10.83 | 5.78 | 14.62 | 13.37 | 10.71 | 11.59 | 15.89 | 14.28 | 10.64 | 123.12 |
| 4 | 15.64 | 10.62 | 5.17 | 14.82 | 13.35 | 10.42 | 11.50 | 15.48 | 14.74 | 10.17 | 121.90 |
| 5 | 15.39 | 10.61 | 5.34 | 14.76 | 13.39 | 10.69 | 11.66 | 15.62 | 14.33 | 10.34 | 122.13 |
| 6 | 15.79 | 10.53 | 5.82 | 14.97 | 13.40 | 10.88 | 11.66 | 15.41 | 14.32 | 10.64 | 123.41 |
| 7 | 15.86 | 10.55 | 5.15 | 14.19 | 13.64 | 10.76 | 11.59 | 15.23 | 14.58 | 10.39 | 121.94 |
| 8 | 15.58 | 10.35 | 5.34 | 14.65 | 13.82 | 10.25 | 11.60 | 15.09 | 14.76 | 10.79 | 122.24 |
| 9 | 15.34 | 10.34 | 5.38 | 14.87 | 13.67 | 10.51 | 11.57 | 15.81 | 14.28 | 10.86 | 122.62 |
| 10 | 15.90 | 10.61 | 5.49 | 14.50 | 13.62 | 10.70 | 11.60 | 15.93 | 14.44 | 10.56 | 123.34 |

Fig. 4 Estudio de tiempos

Posteriormente a la base de datos se analizó y se procedió a calcular la frecuencia relativa y acumulada, los intervalos y el tiempo de operación mejorado

| Nº | Estación | Tiempo de operación | Frecuencia relativa | Frecuencia acumulada | h% | H% | Simulación Montecarlo | | | |
|------------|----------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|-----|------|-----------------------|------------|---------------------|-----------|
| | | | | | | | Intervalos | Aleatorio | Tiempo de Operación | |
| 1 | Recepción de materia prima | 15.64 | 0.12782562 | 0.12782562 | 13% | 13% | 0 | 0.12782562 | 0.9808705 | 10.51625 |
| 2 | Descarga de materia prima | 10.44 | 0.08534818 | 0.2131738 | 9% | 21% | 0.12782562 | 0.2131738 | 0.6037477 | 11.57975 |
| 3 | Molienda | 5.42 | 0.04427428 | 0.25744808 | 4% | 26% | 0.2131738 | 0.25744808 | 0.8205183 | 14.518 |
| 4 | Mezclado | 14.59 | 0.11922042 | 0.37666851 | 12% | 38% | 0.25744808 | 0.37666851 | 0.3386518 | 14.58875 |
| 5 | Enculado | 13.54 | 0.11065506 | 0.48732357 | 11% | 49% | 0.37666851 | 0.48732357 | 0.2550827 | 5.41775 |
| 6 | Paletizado | 10.59 | 0.08653517 | 0.57385874 | 9% | 57% | 0.48732357 | 0.57385874 | 0.2266562 | 5.41775 |
| 7 | Acondicionado | 11.58 | 0.09463064 | 0.66848938 | 9% | 67% | 0.57385874 | 0.66848938 | 0.8145673 | 14.518 |
| 8 | Presado | 15.53 | 0.12692874 | 0.79541812 | 13% | 80% | 0.66848938 | 0.79541812 | 0.5597240 | 10.589125 |
| 9 | Enfriado | 14.52 | 0.11864225 | 0.91406037 | 12% | 91% | 0.79541812 | 0.91406037 | 0.9685845 | 10.51625 |
| 10 | Empaquetado | 10.52 | 0.08593963 | 1 | 9% | 100% | 0.91406037 | 1 | 0.8352373 | 14.518 |
| 122.37 | | | | | | | | | | |
| 112.179625 | | | | | | | | | | |

Fig. 5 Simulación Montecarlo problema 1

Para el segundo problema “Paradas inesperadas por falla de maquinaria”, se detectaron las paradas frecuentes de las máquinas se implementó el simulador Montecarlo con el fin de aproximar el costo mensual por parada de cada máquina, analizando cada día del mes, cada máquina y el costo por parada.

| Día | Máquina del pesado | | | | Máquina selladora | | | | Máquina impresión | | | | Costo total | | | |
|----------------------------------|---------------------------|-----------|-------------|---------------------|-------------------|---------------------------|-----------|-------------|---------------------|-------|---------------------------|-----------|-------------|-------------|---------------------|-------|
| | Estado inicial del equipo | Aleatorio | Falla SI/NO | Nº de fallas al día | Costo | Estado inicial del equipo | Aleatorio | Falla SI/NO | Nº de fallas al día | Costo | Estado inicial del equipo | Aleatorio | | Falla SI/NO | Nº de fallas al día | Costo |
| 1 | Nuevo | 0.15000 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.52 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.46 | No paradas | 0 | 0 | |
| 2 | Nuevo | 0.16000 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.72 | Paradas | 1 | 90 | Nuevo | 0.81 | Paradas | 1 | 70 | 160 |
| 3 | Nuevo | 0.17000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.19 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.91 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 4 | Nuevo | 0.43000 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.31 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.24 | No paradas | 1 | 0 | 0 |
| 5 | Nuevo | 0.59000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.77 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.91 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 6 | Nuevo | 0.58000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.4 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.36 | No paradas | 1 | 0 | 0 |
| 7 | Nuevo | 0.11000 | Paradas | 1 | 80 | Nuevo | 0.85 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.28 | Paradas | 0 | 0 | 80 |
| 8 | Nuevo | 0.01000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.24 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.81 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 9 | Nuevo | 0.72000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.3 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.76 | Paradas | 1 | 70 | 70 |
| 10 | Nuevo | 0.70000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.78 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.24 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 11 | Nuevo | 0.64000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.83 | Paradas | 1 | 90 | Nuevo | 0.86 | No paradas | 1 | 0 | 90 |
| 12 | Nuevo | 0.25000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.89 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.13 | No paradas | 1 | 0 | 0 |
| 13 | Nuevo | 0.77000 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.99 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.84 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 14 | Nuevo | 0.95000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.39 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.21 | Paradas | 0 | 0 | 0 |
| 15 | Nuevo | 0.52000 | No paradas | 1 | 80 | Nuevo | 0.45 | Paradas | 1 | 90 | Nuevo | 0.53 | Paradas | 1 | 70 | 160 |
| 16 | Nuevo | 0.48000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.35 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.32 | Paradas | 1 | 70 | 70 |
| 17 | Nuevo | 0.73000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.61 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.06 | No paradas | 1 | 0 | 0 |
| 18 | Nuevo | 0.65000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.33 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.55 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 19 | Nuevo | 0.37000 | No paradas | 1 | 80 | Nuevo | 0.82 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.29 | No paradas | 0 | 0 | 80 |
| 20 | Nuevo | 0.99000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.68 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.61 | No paradas | 1 | 0 | 0 |
| 21 | Nuevo | 0.64000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.15 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.38 | Paradas | 0 | 0 | 0 |
| 22 | Nuevo | 0.98000 | Paradas | 1 | 80 | Nuevo | 0.96 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.42 | Paradas | 0 | 0 | 80 |
| 23 | Nuevo | 0.30000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.65 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.88 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 24 | Nuevo | 0.59000 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.21 | No paradas | 1 | 0 | Nuevo | 0.52 | No paradas | 0 | 0 | 0 |
| 25 | Nuevo | 0.31000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.42 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.48 | Paradas | 0 | 0 | 0 |
| 26 | Nuevo | 0.16000 | Paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.56 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.32 | Paradas | 1 | 70 | 70 |
| 27 | Nuevo | 0.20000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.4 | Paradas | 1 | 90 | Nuevo | 0.11 | No paradas | 1 | 0 | 90 |
| 28 | Nuevo | 0.06000 | Paradas | 1 | 80 | Nuevo | 0.94 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.15 | No paradas | 0 | 0 | 80 |
| 29 | Nuevo | 0.70000 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.14 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.66 | Paradas | 0 | 0 | 0 |
| 30 | Nuevo | 0.32000 | Paradas | 0 | 2 | Nuevo | 0.02 | No paradas | 0 | 0 | Nuevo | 0.59 | Paradas | 1 | 70 | 72 |
| COSTO TOTAL AL MES: \$/ 1.030.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| COSTO ANUAL: \$/12.360.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |

Fig. 6 Simulación Montecarlo problema 2

Para el siguiente problema “Sobrecostos por almacén inadecuado”, se aplicó un enfoque similar al utilizado en los indicadores de productividad para evaluar el impacto de la implementación de la herramienta 5S en el área de almacén. La simulación, realizada mediante el método Montecarlo, se centró en recopilar información detallada sobre las actividades que generan tiempos improductivos en los operarios. La evaluación específica de cada actividad identificada inicialmente reveló tiempos improductivos de 16 minutos, los cuales fueron reducidos a 13 minutos a través de la simulación. Este resultado, obtenido mediante la generación de números aleatorios, demostró una disminución efectiva de los tiempos improductivos, evidenciando así el impacto positivo de las modificaciones implementadas en el proceso del área de almacén.

| N° | Actividad | Tiempo productivo (min) | Tiempo improductivo (min) | Frecuencia relativa | Frecuencia acumulada | Simulación Montecarlo | | | |
|----|--|-------------------------|---------------------------|---------------------|----------------------|-----------------------|--------------|---------------------------|----|
| | | | | | | Intervalos | N° Aleatorio | Tiempo improductivo (min) | |
| 1 | El operario ingresa al almacén | 3 | 1 | 6% | 6% | 0.000 | 0.063 | 0.086783 | 1 |
| 2 | El operario se traslada de la puerta de ingreso hacia la estación del jefe de almacén. | 3 | 1 | 6% | 13% | 0.063 | 0.125 | 0.055145 | 1 |
| 3 | El jefe solicita y comprueba la lista los productos. | 6 | 3 | 19% | 31% | 0.125 | 0.313 | 0.345641 | 1 |
| 4 | El operario se traslada hacia la búsqueda de productos. | 2 | 1 | 6% | 38% | 0.313 | 0.375 | 0.272113 | 3 |
| 5 | El operario realiza la búsqueda de productos. | 4 | 2 | 13% | 50% | 0.375 | 0.500 | 0.095842 | 1 |
| 6 | El operario se traslada con los productos hacia la estación del jefe. | 3 | 2 | 13% | 63% | 0.500 | 0.625 | 0.488637 | 2 |
| 7 | El jefe entrega lo solicitado. | 5 | 3 | 19% | 81% | 0.625 | 0.813 | 0.800456 | 3 |
| 8 | El operario se traslada de la estación del jefe a la salida del almacén con los productos. | 5 | 3 | 19% | 100% | 0.813 | 1.000 | 0.368701 | 1 |
| | | | 16 | | | | | | 13 |

Fig. 7 Simulación Montecarlo problema 3

Obteniendo así un nuevo valor en base al tiempo improductivo:

| Tipo de resultado | Tiempo total | Tiempo improductivo | % Tiempo improductivo |
|-------------------|--------------|---------------------|-----------------------|
| Actual | 47 | 16 | 34% |
| Simulado | 47 | 13 | 28% |

Fig. 8 Resultados del simulador de problema 3

Siguiendo con el cuarto problema “Alta rotación de obreros”, teniendo en cuenta el número de empleados en el área de estiba, se genera una base de datos de satisfacción laboral aleatoriamente, salario, posibles daños o renuncias, para así poder ver si la probabilidad de rotación de los trabajadores disminuye, simulando estos resultados se obtuvo una baja de ausencias considerable dándonos como beneficio mensual un monto de S/ 848.92. Esto, resultado de la diferencia entre el costo de rotación de trabajadores antes y después de la simulación planteada.

| Empleados | Satisfacción Laboral | Salario | Probabilidad de renuncia | Posibles daños/ausencias | Días de ausencia | Costo de daño/ausencia |
|--------------|----------------------|----------|--------------------------|------------------------------|------------------|------------------------|
| 1 | 0.6874 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 2 | 0.2257 | S/ 1,025 | SI | Renuncia | - | S/ 99.00 |
| 3 | 0.5208 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 4 | 0.7420 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 5 | 0.7984 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 6 | 0.8071 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 7 | 0.8845 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 8 | 0.6840 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 9 | 0.4612 | S/ 1,025 | SI | Lesiones musculoesqueléticas | 3 | S/ 118.27 |
| 10 | 0.5133 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 11 | 0.9467 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 12 | 0.9478 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 13 | 0.5422 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 14 | 0.3969 | S/ 1,025 | SI | Renuncia | - | S/ 99.00 |
| 15 | 0.8848 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 16 | 0.5673 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 17 | 0.7776 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 18 | 0.5530 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 19 | 0.7205 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| 20 | 0.8246 | S/ 1,025 | NO | Ninguno | - | - |
| TOTAL | | | | | | S/ 316.27 |

Fig. 9 Simulación Montecarlo problema 4

Simulación Ergoniza:

Se optó por utilizar el Software Ergoniza, específicamente en la sección dedicada al método OWAS, para llevar a cabo la simulación del problema ergonómico a largo plazo. Esta elección se hizo con el objetivo de verificar y simular de manera efectiva las mejoras aplicadas a las posturas de los trabajadores en el área de estiba. La herramienta proporciona un enfoque integral y avanzado para evaluar y mejorar las condiciones ergonómicas, contribuyendo así a la continua optimización de la salud y el bienestar de los empleados involucrados en estas actividades laborales.

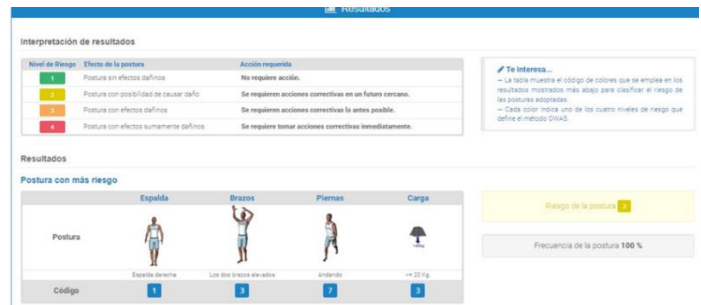


Fig. 10 Simulación Ergoniza problema 5

Se aprecia la nueva mejora del nivel de riesgo que bajó de un nivel 4 (valor inicial) al nivel 2, esto debido a la asociación de nuevas posturas introducidas en Ergoniza.

TABLA VI
MEJORAS EN EL NIVEL DE RIESGO DISERGNÓMICO

| Tipo de Resultado | Nivel de riesgo |
|-------------------|-----------------|
| Actual | 4 |
| Simulado | 2 |

TABLA VII
FLUJO DE CAJA

| Egresos | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Problema 1 | | | | | |
| Compra de una tijera industrial | S/ 110.00 | | | | |
| Otras inversiones | | | | | |
| Nuevo personal contratado | S/ 12,300.00 | S/ 12,300.00 | S/ 12,300.00 | S/ 12,300.00 | S/ 12,300.00 |
| Mantenimiento | | | | | |
| Capacitación | S/ 6,000.00 | S/ 6,000.00 | S/ 6,000.00 | S/ 6,000.00 | S/ 6,000.00 |
| Costos operativos adicionales | | | | | |
| Problema 2 | | | | | |
| Compra de una materiales | | | | | |
| Otras inversiones | | | | | |
| Nuevo personal contratado | | | | | |
| Mantenimiento | S/ 9,000.00 | S/ 9,000.00 | S/ 9,000.00 | S/ 9,000.00 | S/ 9,000.00 |
| Capacitación | S/ 2,700.00 | S/ 2,700.00 | S/ 2,700.00 | S/ 2,700.00 | S/ 2,700.00 |
| Costos operativos adicionales | | | | | |
| Problema 3 | | | | | |
| Compra de una materiales | S/ 300.00 | S/ 300.00 | S/ 300.00 | S/ 300.00 | S/ 300.00 |
| Otras inversiones | | | | | |
| Nuevo personal contratado | | S/ 12,300.00 | | | |
| Mantenimiento | | | | | |
| Capacitación | S/ 1,000.00 | S/ 12,000.00 | | | |
| Costos operativos adicionales | | | | | |
| Problema 4 | | | | | |
| Compra de una materiales | | | | | |
| Otras inversiones | | | | | |
| Nuevo personal contratado | | | | | |
| Mantenimiento | | | | | |
| Capacitación | S/ 700.00 | S/ 700.00 | S/ 700.00 | S/ 700.00 | S/ 700.00 |
| Costos operativos adicionales | | | | | |
| Problema 5 | | | | | |
| Compra de materiales | S/ 2,000.00 | | S/ 2,000.00 | | S/ 2,000.00 |
| Otras inversiones | | | | | |
| Nuevo personal contratado | | | | | |
| Mantenimiento | | | | | |
| Capacitación | S/ 1,025.00 | | S/ 1,025.00 | | |
| Costos operativos adicionales | | | | | |
| Total egresos | S/ 20,135.00 | S/ 55,300.00 | S/ 34,025.00 | S/ 31,000.00 | S/ 33,000.00 |
| Ingresos | | | | | |
| Beneficio problema 1 | | 10000 | 10000 | 10000 | 10000 |
| Beneficio problema 2 | | 22680 | 22680 | 22680 | 22680 |
| Beneficio problema 3 | | 10400 | 10400 | 10400 | 10400 |
| Beneficio problema 4 | | 10187.08 | 10187.08 | 10187.08 | 10187.08 |
| Beneficio problema 5 | | 1250 | 1250 | 1250 | 1250 |
| Total ingresos | 0 | 54517.08 | 54517.08 | 54517.08 | 54517.08 |
| Flujo anual de caja | -S/ 20,135.00 | -S/ 782.92 | S/ 20,492.08 | S/ 23,517.08 | S/ 21,517.08 |
| TMAR | | 10% | | | |
| TIR | | 49% | | | |
| VAN | | S/ 28,454.04 | | | |

IV. DISCUSIÓN

La investigación de Ventura de la referencia [30] sobre la mejora del proceso de pilado de arroz, logró resultados significativos en términos de eficiencia, comparados con datos de referencia. En el estado actual, el tiempo total de operación era de 122.37, con un 52% del tiempo dedicado a la operación. Tras la implementación de mejoras simuladas, el tiempo total se redujo a 112.180, con un notable avance en la eficiencia, representando el 48% del tiempo total de operación. Comparando estos resultados, la implementación de mejoras propuestas por Ventura logró una reducción del 8.16% en el tiempo total de operación y una disminución del 4% en el tiempo dedicado a la operación. Estos porcentajes indican un impacto positivo y significativo en la eficiencia del proceso de pilado de arroz. La eficiencia mejorada, evidenciada por la disminución de tiempos, contribuyó a la notable reducción del 84% en los costos de producción, subrayando la eficacia del enfoque integral propuesto por Ventura en la optimización del proceso productivo.

Se tuvo como objetivo disminuir las paradas de máquinas con el fin de que la empresa disminuya costos. Por causa de las paradas de la maquinas por falta de un mantenimiento se tuvo horas de parada de maquinaria ocasionando un costo a la empresa de S/ 1350.00 mensuales por lo que se planteó la implementación de un Plan de Mantenimiento Preventivo incluyendo el cronograma de mantenimiento, para evitar cualquier tipo de falla o parada de planta inesperada. Es así como luego de la simulación de implementación del programa de mantenimiento preventivo, se prevé un 35.6% de paradas de máquinas ahorrando los S/ 870.00 mensual. Guevara [12] en su investigación “Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW Plastic S.A.C. para la reducción de costos por parada de máquina”, implementó un mantenimiento destinado a corregir los defectos que se van presentando en los distintos equipos, haciendo de ella una propuesta positiva, ya que, se redujeron las horas de paradas y costos de mantenimiento por causa de todo tipo de averías y fallas de los componentes de las máquinas logrando mejorar los indicadores de mantenimiento en los equipos críticos, elevando la confiabilidad un 97,29%, reduciendo la Mantenibilidad un 90,56% e incrementado un 3,83% la disponibilidad.

En el estudio realizado por Alvarado y De La Cruz [2] titulado “Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad del envasado de arroz del molino agroindustria Alexander S.A.C., Pacasmayo, La Libertad, Perú, 2022” tuvo como objetivo principal determinar la influencia de la metodología 5S en la mejora de la productividad del envasado de arroz del molino y obtuvieron como resultado que se incrementó la productividad del envasado de arroz del molino en cuanto al envasado de arroz, de 48% a 77%. A comparación de nuestro plan de mejora, las 5 S’s aumentaron la productividad de 34% a 86%, con lo cual se comprueba que la metodología que se realizó en la empresa en estudio tuvo un resultado efectivo.

La investigación de Franco & Maldonado en la referencia [10] sobre la alta rotación en la fuerza laboral operativa proporciona un marco valioso para abordar problemas similares, como la alta rotación de obreros. Los datos presentados, utilizando un enfoque de frecuencia relativa, ofrecen una visión detallada de la distribución de las renuncias en la empresa, destacando la duración de empleo de los trabajadores. Al considerar este problema de alta rotación de obreros, sería esencial realizar un análisis detallado de las causas subyacentes de las renuncias. Las técnicas cuantitativas y cualitativas utilizadas por Franco & Maldonado, como encuestas y focus groups, son fundamentales para entender las perspectivas y recopilar datos históricos. La implementación de un plan de mejora se basó en rediseñar procesos y estrategias de gestión de recursos humanos. Además, la identificación de factores motivadores para los colaboradores podría contribuir a mejorar la retención del personal y aumentar el compromiso. Al observar los datos de frecuencia relativa presentados, se destaca que la mayoría de las renuncias se producen en los primeros 10 días. Esto sugiere la necesidad de intervenciones tempranas y programas de integración efectivos para mejorar la retención y el compromiso desde el inicio del empleo.

En la referencia [17], los estibadores evaluados con el método REBA obtuvieron una puntuación 10 puntos por encima de lo aceptable, ubicándolos en un nivel de riesgo muy alto de trastornos musculoesqueléticos. Asimismo, los maquinistas en el área de producción superaron los niveles aceptables en 5, 3 y 3 puntos, exponiéndolos a riesgos medio y alto. En contraste, en el trabajo actual, los estibadores, evaluados con el método OWAS, lograron una mejora significativa al reducir su calificación de 4 a 2, indicando un compromiso efectivo con la ergonomía y la reducción de riesgos laborales.

IV. CONCLUSIONES

Se concluye que el empleo de un plan de mejoras respaldado por herramientas de Ingeniería Industrial resulta en una disminución de los costos operativos en la empresa.

Con el respaldo de antecedentes y conocimientos previos sobre el tema, se logró identificar opciones de solución fundamentadas en herramientas de ingeniería y enfoques metodológicos adicionales. Durante este proceso, se tuvieron en cuenta los estándares y normativas nacionales e internacionales para garantizar una aplicación apropiada.

Durante la elaboración del plan de mejoras para la empresa, se exploraron diversas alternativas y se seleccionó la mejor solución en base a criterios técnico-económicos (la efectividad, la inversión, relación beneficio/costo, factibilidad técnica y el tiempo de ejecución) y considerando restricciones realistas, tales como presupuesto económico, plazo de ejecución, cumplimiento de estándares de calidad y la no inversión en maquinaria y personal adicional al existente.

Como respuesta a los problemas identificados, se propuso una estandarización de procesos, la aplicación de la Identificación de Peligros, Evaluación de Riesgos y Controles (IPERC), junto con la elaboración de un Plan de Mantenimiento

Preventivo. Además, se llevó a cabo el desarrollo de iniciativas 5S y la implementación del método OWAS. Este diseño de mejora se basó en estándares y normativas, con la intención de aplicarlo posteriormente y verificar los resultados obtenidos.

La implementación de un plan de mantenimiento preventivo, benefició a la empresa tanto como a los trabajadores, ya que, la empresa tuvo una gran disminución de costos, agregando un cronograma de mantenimiento para la máquina de pesado, impresión y sellado de la empresa, debido a que los trabajadores se encuentran capacitados para detectar de manera eficaz alguna falla o avería que pueda tener alguna, así mismo, pueda darle seguimiento y aplicar las correcciones necesarias a cada una de ellas, guiándose del nuevo plan implementado.

Al simular la implementación del plan de mejoras, con el Software Ergoniza y Montecarlo, se obtuvo una disminución de los gastos excesivos relacionados con problemas como materia prima dañada, falta de stock, producción insuficiente, accidentes y riesgos ergonómicos, lo que conllevó a una reducción en los costos totales anuales. Después de un análisis de los resultados financieros, se comprobó la viabilidad del proyecto, evidenciada por un Valor Actual Neto (VAN) de S/ 28,454.04, una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 49%.

Se sugiere realizar un seguimiento a largo plazo de las medidas implementadas para evaluar su sostenibilidad y efectividad a lo largo del tiempo.

REFERENCIAS

- [1] Posada A. (2023, 6 febrero). Exportaciones de alimentos para animales se incrementan en últimos años. La Cámara. <https://lacamara.pe/exportaciones-de-alimentos-para-animales-se-incrementan-en-ultimos-anos/>
- [2] Alvarado y De La Cruz (2022). Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad del envasado de arroz del molino agroindustria Alexander S.A.C., Pacasmayo, La Libertad, Perú, 2022. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/105154/Alvarado_FDL-DeLaCruz_CAE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [3] Armas et al. (2022). Implementación de Matriz IPERC, estándar de trabajo seguro y Plan de Emergencia en un proyecto de mejoramiento de un camino vecinal en Jaén, Cajamarca. https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/9349/1/REP_JESS.E.ARMAS_KENTI.CHUQUIMIA_IMPLEMENTACION.DE.MATRIZ.IPERC.pdf
- [4] Bernal et al. (2017). Comparación de simulaciones de interferencias en sistemas de acceso inalámbrico móvil usando herramientas que aplican la técnica estadística de Montecarlo. <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/13746/BernalSánchezIsraelRicardo2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- [5] Cruz Hernández, A., Iparraguirre Guillén, D. D., Lozano Vega, E., Parimango Guevara, L. Y., & Castillo Cabrera, R. (2020). Diseño de plan de mantenimiento preventivo, kardex, VSM y balance de línea para reducir costos. Dialnet <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8587540>
- [6] De la fuente, S. (2005) . SIMULACIÓN DE SISTEMA DE COLAS. Universidad Autónoma de Madrid. <https://www.estadistica.net/SIMULACION/Simulacion-Sistemas.pdf>
- [7] Decreto Supremo 42-F. República del Perú. Lima, Perú. 22 de mayo de 1964.
- [8] Decreto Supremo N° 005-2012 - TR - Reglamento de la Ley N° 29783. Diario El Peruano. Lima, Perú. 25 de abril del 2012.
- [9] Escalante Torres, Omar Enrique. (2021). Modelo de balance de línea para mejorar la productividad en una empresa de procesamiento de vidrio templado. Industrial Data, 24(1), 219-242. <https://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.19814>
- [10] Franco, Maldonado, Trigueros y Valencia. (2019). Propuesta de mejora para la gestión de la rotación en la fuerza laboral operaria de una empresa del sector Logístico. Repositorio de la Universidad del Pacífico. https://repositorio.up.edu.pe/bitstream/handle/11354/2543/Maira_Tesis_m aestria_2019.pdf?sequence=1
- [11] Gobierno del Perú. (6 de agosto de 2017). Decreto Supremo que modifica el Reglamento de la Ley General de Inspección del Trabajo. DECRETO SUPREMO - N° 015-2017-TR, 14-16. Lima, Perú: Diario El Peruano. Recuperado de https://www.gacetajuridica.com.pe/boletin-nvnet/img_bol08/DS-N015-2017-TR.pdf
- [12] Guevara C. (2019). Propuesta de gestión de mantenimiento centrado en la confiabilidad en la empresa CGW PLASTIC S.A.C para la reducción de costos por parada de máquina. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2169/1/TL_GuevaraGama rraCesar.pdf
- [13] León Díaz, C. O. (2021). Estandarización en el proceso de construcción de un semi remolque, para mejorar la productividad de la Empresa NASSI, 2020. Tesis. Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Trujillo - La Libertad. Recuperado de <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/82470>
- [14] Ley N° 29783: Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo. Diario El Peruano. Lima, Perú. 20 de agosto del 2011.
- [15] Mendoza. (2021). Matriz IPERC y el grado de accidentabilidad en el proceso de formado y empanizado de la Empresa Redondos S.A. Santa María - 2021
- [16] https://repositorio.unjpsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5316/ME_NDOZA%20UGAS%2c%20CESAR%20LEONARDO.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- [17] Millones, S., & Judihd, Y. (2018). Propuesta de reducción de riesgos dsergonómicos en estiba-producción, de la empresa Agroindustria Abanor S.A.C., para incrementar la productividad. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. <http://hdl.handle.net/20.500.12423/1150>
- [18] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo. (2013). Resolución Directoral N° 002-2013-MTPE/2/15.
- [19] Mira de Jesus, C. Y. (2016). La estandarización de procesos, como herramienta de mejora a la calidad de procesos administrativos. Ciudad de Mexico. <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/10805/Informe>.
- [20] Norma Técnica Peruana 399.010-1-2004. Dirección de Normalización - INACAL. Lima, Perú. 2016 (3).
- [21] Organismo Internacional de Estandarización ISO. (2000). Norma ISO 11226:2000. Ergonomía — Evaluación de posturas de trabajo estáticas. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/25573.html>
- [22] Organismo Internacional de Estandarización ISO. (2011). ISO 26800:2011. Ergonomía — Enfoque general, principios y conceptos. Recuperado de <https://www.iso.org/standard/42885.html>
- [23] Organismo Internacional de Estandarización ISO. (2018). ISO 45001: La norma que mejorará la seguridad de los trabajadores en todo el mundo. Guía práctica.
- [24] Paz Cueva, M. E., & Rojas Abregú, G. M. (2021). Propuesta de mejora en el proceso manual de acanalado en el área de producción para reducir los tiempos improductivos en la empresa Metal Mecánica Macom RMSAC. En: <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27061/Paz>
- [25] Posada A. (2023, 6 febrero). Exportaciones de alimentos para animales se incrementan en últimos años. La Cámara. <https://lacamara.pe/exportaciones-de-alimentos-para-animales-se-incrementan-en-ultimos-anos/>
- [26] Resolución Ministerial 050-2013-TR. República del Perú. Lima, Perú. 14 de marzo del 2013.
- [27] Restrepo (2012). Diseño de un modelo de simulación utilizando el software Promodel para programar la producción de alimentos concentrados de la empresa Itacol de occidente Ltda. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/b10a343c-ccf3-42b9-ab38-2a73ef0654e9/content>
- [28] RM N° 375-2008-TR. República del Perú. Lima, Perú. 28 de noviembre de 2008.
- [29] SUNAT. (2022). Unidad Impositiva Tributaria - UIT. Recuperado de <https://www.sunat.gob.pe/indicestajas/uit.html>
- [30] Ventura, S. (2019). Propuesta de mejora del proceso de pilado de arroz en la empresa de Molino Grano Dorado S.A.C. para reducir costos de producción. https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/4049/1/TL_VenturaMonja Sozani.pdf