

Design of an improvement plan to reduce costs in the textile company "Multiconfecciones Guzmán"

Brenda Dominguez-Garcia¹, Gerald Guerrero-Cárdenas¹, Alysson Urrutia-Rodriguez¹ and Teodoro Geldres-Marchena, Master's Industrial Engineering²

¹Students of Industrial Engineering of Universidad Privada del Norte, Peru, n00196844@upn.pe, n00088909@upn.pe, n00258799@upn.pe

²Industrial Engineering Professor at Universidad Privada del Norte, Peru, teodoro.geldres@upn.pe

Abstract– This research addresses multiple issues and proposes specific solutions in key areas of operations for the textile company Multiconfecciones Guzman EIRL. Through the application of ABC classification, operational costs related to excess stock in the warehouse were reduced by S/ 2,400. Additionally, implementing the cellular manufacturing method resulted in a decrease of S/ 466.22 in operational costs caused by idle times due to transfers. Moreover, the autonomous maintenance approach reduced the resulting cost of downtime for repairs to S/ 1,572.91. By using the REBA method, operational costs were reduced by S/ 385.92 due to production stoppages caused by poor posture. Furthermore, the Kaizen method allowed for cost reduction associated with S/ 4,380.00 by addressing raw material waste. The effectiveness of these improvements was evaluated using the PROMODEL and MONTECARLO simulators, and the results demonstrated significant enhancements in reducing operational costs in all

problematic areas. In summary, implementing the design of the improvement plan has led to substantial reductions in operational costs associated with various issues, emphasizing the importance of strategic and systematic approaches to enhance efficiency and cut costs in the textile company Multiconfecciones Guzman EIRL. instructions give the basic guidelines for preparing papers for the LEIRD conference proceedings adapted from the IEEE 2-Column format for conference proceedings. You can use this document for the instructions and as a template into which you can type your own text over the given text or select the preset styles (shown in parentheses). Full paper submissions are limited to 10 pages maximum, and extended abstracts to 2 pages.

Keywords– Cost reduction, Improvement plan, Simulation, Textile Company, Efficiency improvement.

Diseño de un plan de mejora para reducir costos en la empresa textil “Multiconfecciones Guzman”

Brenda Dominguez-Garcia¹, Gerald Guerrero-Cárdenas¹, Alysson Urrutia-Rodriguez¹ y Teodoro Geldres-Marchena, Maestro en Ingeniería Industrial²

¹Estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad Privada del Norte, Perú, n00196844@upn.pe¹, n00088909@upn.pe², n00258799@upn.pe³

²Docente de Ingeniería Industrial en Universidad Privada del Norte, Perú, teodoro.geldres@upn.pe

Resumen: La presente investigación, aborda múltiples problemáticas y propone soluciones específicas en áreas clave de las operaciones de la empresa textil Multiconfecciones Guzman EIRL. Mediante la aplicación de la clasificación ABC, se logró reducir los costos operativos en S/ 2.400,00 relacionados con el exceso de stock en el almacén. Asimismo, la implementación del método de manufactura celular resultó en una disminución de S/ 466,22 en los costos operativos por tiempos muertos causados por traslados. Además, el enfoque de mantenimiento autónomo redujo el costo resultante del tiempo de reparación por paradas a S/ 1.572,91. Mediante el método REBA, se redujeron los costos operativos a S/ 385,92 ocasionado a las paradas en producción por mala postura. A su vez, el método Kaizen permitió reducir los costos asociados a S/ 4.380,00 al abordar el desperdicio de materia prima. La efectividad de estas mejoras se evaluó utilizando los simuladores PROMODEL y MONTECARLO, y los resultados

demonstraron mejoras significativas en la reducción de costos operativos en todas las áreas problemáticas. En resumen, la implementación del diseño de plan de mejora ha generado reducciones sustanciales en los costos operativos asociados a diversas problemáticas, subrayando la importancia de enfoques estratégicos y sistemáticos para mejorar la eficiencia y reducir los costos en la empresa textil Multiconfecciones Guzman EIRL.

Palabras claves - Reducción de costos, Plan de mejora, Simulación, Empresa Textil, Mejora de eficiencia.

I. INTRODUCCION

La presente investigación se centra en el área de producción de Multiconfecciones Guzmán, debido a que su sostenibilidad depende en gran medida de este departamento. En los últimos tiempos, se han observado varias fallas en este departamento, siendo las más comunes la falta de organización del almacén debido al exceso de stock de materia prima, los tiempos muertos durante el traslado entre procesos, las paradas frecuentes de maquinaria debido a la falta de mantenimiento y

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

la baja calidad de la materia prima debido a la falta de estandarización por parte de los proveedores. Estos problemas han generado pérdidas significativas para la empresa. Para comprender y analizar a fondo esta problemática, se han utilizado diversas herramientas de ingeniería. Se realizó una ficha de observación para medir y analizar los tiempos muertos entre procesos, una guía de entrevista con el gerente general de la empresa para obtener información detallada sobre los principales problemas, y se realizó un análisis documental para recopilar información sobre tiempos, paradas de maquinaria, stock en almacén y gastos. Además, se utilizó el Modelo de Negocio Canvas para visualizar la lógica que la empresa debe seguir para obtener ingresos y se aplicó el análisis FODA y PESTEL para evaluar los factores internos y externos que afectan a la empresa en el contexto político, económico, social, tecnológico, ecológico y legal.

Se utilizó el Diamante de Competitividad de Michael Porter para identificar los factores que generan ventaja competitiva para la empresa y se elaboró un Diagrama de Análisis de Procesos (DAP) para comprender el proceso de confección de buzos y analizar el comportamiento de las actividades involucradas. Asimismo, se aplicó una Matriz de Stakeholders para identificar los grupos de interés relevantes para la empresa y sus niveles de interés e influencia. Por último, se desarrollaron las matrices EFI (Evaluación de Factores Internos) y EFE (Evaluación de Factores Externos) para evaluar la situación interna y externa de la empresa. A partir del análisis realizado, se identificaron las causas raíces de los problemas más destacados en la empresa mediante el uso del Diagrama de Ishikawa. Estas causas raíces se dividieron en cinco categorías: Materia Prima, Medición, Métodos, Mano de Obra y Maquinaria. Estas categorías reflejan los aspectos en los que se deben enfocar las mejoras para incrementar la productividad y reducir las pérdidas económicas. En conclusión, este trabajo de investigación se enfoca en abordar las problemáticas identificadas en el área de producción de Multiconfecciones Guzmán mediante el uso de herramientas de ingeniería. El análisis realizado proporcionará una base sólida para el desarrollo de estrategias y acciones que ayuden a mejorar la eficiencia y sostenibilidad de la empresa, asegurando así su crecimiento y éxito en el mercado.

II. METODOLOGIA

El diseño de la investigación es experimental – preexperimental sin grupo testigo porque en este diseño pre experimental, solo se utiliza un grupo de participantes que se somete a una medición de costos inicial (X1). Luego, se aplica la simulación como intervención (O), y finalmente se realiza una medición de costos adicional (X2).

En este caso, la empresa textil está interesada en reducir los costos en sus diferentes procesos y eso se realizará mediante la implementación de una simulación Este estudio al ser pre-experimental en términos de diseño ya que se trata de

una propuesta de mejora que aún no se ha aplicado en la empresa debido al tiempo que requiere implementarla. El estudio solo llega hasta las conclusiones esperadas, lo cual implica que no se han podido evaluar de manera completamente fiable las variables involucradas. A pesar de ello, se tomarán medidas para analizar los problemas encontrados y se plantearán soluciones adecuadas para abordarlos. Por lo tanto, el estudio se centra en identificar las áreas problemáticas y las posibles soluciones, sin alterar deliberadamente las variables mediante una simulación con las herramientas de mejora. Es importante tener en cuenta que debido a que no se ha llevado a cabo la propuesta de mejora en la empresa, los resultados pueden no ser concluyentes, pero se espera que proporcionen una base sólida para futuras investigaciones y acciones.

A. Diagnóstico inicial

El diagnóstico inicial identifica cinco problemas significativos en la empresa Multiconfecciones Guzmán:

Sobre stock en almacén: Se ha detectado un exceso de materiales almacenados que no se están vendiendo, lo que resulta en una inmovilización económica. Esto genera una pérdida mensual de S/3,535.40 soles y disminuye los márgenes de beneficio del negocio.

Tiempos muertos: Debido a la falta de organización y distribución deficiente de áreas de trabajo, se producen pérdidas de tiempo dentro de la línea productiva. Estos tiempos muertos representan una pérdida mensual de 5,203 minutos, equivalente al 36.67% del total de minutos trabajados, y tienen un costo de S/379.88 soles.

Tiempo de reparación por paradas: La maquinaria utilizada en el área de producción presenta fallas debido a la falta de mantenimiento continuo. Estas paradas generan pérdidas de tiempo y retrasan la entrega de los productos. El análisis muestra un gasto mensual de S/650.00 soles en reparaciones.

Paradas en producción por mala postura: Los trabajadores no mantienen una postura adecuada al realizar sus labores, lo que causa problemas musculoesqueléticos y paradas en la producción. Estas paradas representan una pérdida mensual de 3,737 minutos y tienen un costo de S/272.82 soles.

Costos por materia prima defectuosa: La materia prima obtenida de los proveedores suele estar en malas condiciones, lo que resulta en una producción con defectos en la calidad. La falta de parámetros para la adquisición de materia prima y la falta de verificación de calidad generan una pérdida mensual de S/1,067.65 soles.

Según el diagrama de Pareto, los problemas más costosos son el sobre stock y los costos por materia prima defectuosa, que representan el 66.6% de los problemas pero generan el 80% de los costos. Esto indica la necesidad de abordar estos problemas prioritariamente para mejorar la situación financiera y productiva de la empresa.

B. Selección de la alternativa de solución

Para la correcta selección de la alternativa de solución de cada problema encontrado en la empresa como se muestra en la tabla 1, se tomó en cuenta todas las restricciones y criterios evaluados de forma eficiente. Luego de la evaluación de estas, se eligieron finalmente aquellas alternativas con que cumplían al 100% con cada criterio y restricción. siendo estas las mejores para la resolución de los problemas y genere reducción de costos para la empresa.

TABLA I.
PROBLEMAS IDENTIFICADOS Y POSIBLES HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN

PROBLEMA	HERRAMIENTAS DE SOLUCIÓN		
	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 1	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 2	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN 3
Sobre stock en almacén	ABC	MRP	ABC
Tiempos muertos por traslado	5S	MANUFACTURA CELULAR	MANUFACTURA CELULAR
Tiempo de reparación por paradas	AMFE	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO	MANTENIMIENTO AUTÓNOMO
Paradas en producción por mala postura	METODO OWAS	MÉTODO REBA	MÉTODO REBA
Desperdicio de Materia prima	KAIZEN	HOJAS DE CONTROL	KAIZEN

C. Identificación y Descripción de Restricciones Realistas

Estos criterios son herramientas que ayudan a tomar decisiones que pueden tener un impacto en la dirección futura del negocio. Los cuatro criterios seleccionados son: costos, accesibilidad, tiempo e inversión.

El costo se refiere al desembolso económico necesario para cubrir los recursos como mano de obra, materiales, maquinaria, pago al personal, servicios, entre otros. Estos gastos son necesarios para ejecutar un proyecto específico dentro de la empresa.

La accesibilidad se refiere a la condición que debe cumplir la implementación de una solución propuesta para un problema dentro de la empresa. Se espera que esta solución cumpla con las expectativas del gerente y demuestre una mejora en la organización.

La inversión se refiere al plan en el que se destina capital o dinero para una actividad, proyecto u operación con el objetivo de obtener un rendimiento económico a largo plazo. Es crucial evaluar la efectividad y el funcionamiento interno de la inversión, lo cual se realiza mediante un método que cuantifica el potencial económico en un tiempo determinado.

El tiempo se refiere a la cantidad de períodos de trabajo necesarios para llevar a cabo cada actividad con los recursos estimados. La duración estimada evalúa el proceso, la calidad y la disponibilidad de los factores involucrados. Una gestión adecuada del tiempo en relación con la solución propuesta requiere planificar, programar, supervisar y controlar la implementación de las actividades.

TABLA II.

CRITERIOS Y RESTRICCIONES				
	CRITERIOS/RESTRICCIONES	ALT1	ALT2	ALT3
Costos	CT1	5	3	4
Accesibilidad	CT2	3	4	5
Inversión	CT3	2	3	4
Tiempo	CT4	2	4	5
Presupuesto	R1	X	✓	✓
Tiempo de Plazo	R2	X	X	✓
Sostenibilidad	R3	X	X	✓
Tecnología	R4	X	X	X

D. Selección de alternativa

ABC: Se aplicará la metodología ABC utilizando el diagrama de Pareto para clasificar los materiales en función de su rotación y valor en almacén. Se diagnosticará la situación actual del negocio, se implementará orden en el almacén, se elaborarán etiquetas y fichas de descarte, y se segmentará la mercadería. Se llevará a cabo una capacitación final para evaluar el desempeño de los operarios y se compararán los resultados mediante los ahorros en costos.

Manufactura Celular: Se diseñará una herramienta de manufactura celular para optimizar el proceso de confección en la empresa. Se realizará un estudio de la secuencia de operaciones y la trayectoria de las prendas, se mapearán los procesos y se identificarán las máquinas utilizadas. Se diseñarán células de trabajo y se redistribuirá la maquinaria. Se capacitará a los operarios para implementar el nuevo sistema de trabajo en forma de U, con el objetivo de lograr un flujo estable y continuo.

Método REBA: Se utilizará el método REBA para evaluar los riesgos de posturas laborales en la empresa. Se dividirá el cuerpo en dos grupos y se asignarán valores a cada zona. Se calculará una puntuación final que determinará el riesgo de actividades específicas, lo que permitirá definir acciones de corrección y mejorar la ergonomía en el trabajo.

Kaizen: Se aplicará la filosofía Kaizen, que se enfoca en la mejora continua de los procesos y prácticas en la organización. Se harán pequeñas mejoras constantes, se fomentará la participación de todos los empleados, se prestará atención a los detalles, se reducirán los desperdicios y se promoverá una cultura de trabajo en equipo. La implementación del método Kaizen puede tomar varios meses o incluso años, y se espera aumentar la eficiencia, calidad y productividad en la empresa.

Mantenimiento Autónomo: Se diseñará un plan de mantenimiento autónomo para abordar el problema de las horas perdidas por paradas de máquinas. Se realizará un

diagnóstico previo y se centrará en el mantenimiento de la máquina de coser, que se identificó como crítica. Se requerirá la participación activa y comprometida de toda la organización, desde los directivos hasta los operadores, para cuidar y mantener los equipos en óptimas condiciones.

En conclusión, la alternativa de solución propuesta para Multiconfecciones Guzmán incluye la aplicación de ABC, la implementación de manufactura celular, el uso del método REBA para evaluar posturas laborales, la adopción de la filosofía Kaizen para la mejora continua y el diseño de un plan de mantenimiento autónomo. Se espera que estas medidas optimicen los procesos y reduzcan los costes en la empresa textil. El plazo estimado para implementar estas alternativas es de un máximo de 9 meses.

E. Diseño de la alternativa seleccionada

En este paso, describiremos las alternativas seleccionadas para optimizar los procesos y reducir los costes de la empresa textil Multiconfecciones Guzmán. Más adelante, se presentará el desarrollo de cada alternativa.

Una de las alternativas seleccionadas es la metodología ABC. Según los datos recopilados, la empresa utiliza un enfoque de manejo de almacén tradicional, sin un prorrateo adecuado. Se solicitan grandes cantidades de mercadería sin un control adecuado, bajo la premisa de que más cantidad significa más ahorro en costes. Además, la empresa no tiene una organización estratégica de los materiales en el almacén, lo que dificulta el cumplimiento de los objetivos proyectados. Para abordar esta situación, se aplicará la metodología ABC utilizando el diagrama de Pareto. Esta metodología permitirá identificar los materiales responsables del 20% de las ganancias dentro del almacén de Multiconfecciones Guzmán. A partir de esta información, se procederá a la redistribución estratégica para maximizar el beneficio del negocio. Se clasificará la mercadería según su rotación y valor en el almacén, buscando un equilibrio entre el precio de cada artículo y su frecuencia de rotación. Además, se realizarán capacitaciones, se implementará un orden en el almacén, se elaborarán etiquetas y fichas de descarte, y se segmentará la mercadería. Al finalizar, se realizará una evaluación del desempeño de los operarios y se compararán los resultados a través de los ahorros en costes.

Otra alternativa es el diseño de la herramienta de manufactura celular. En base al análisis realizado, se observó que los desplazamientos realizados en el proceso productivo son considerables, al igual que la distancia entre los diferentes equipos de confección. Esto genera pérdidas de tiempo, movimientos innecesarios y ocupación de espacio por máquinas. Por lo tanto, se propone el diseño de la herramienta de manufactura celular como una oportunidad de mejora. Se lleva a cabo un estudio de la secuencia de operaciones y la trayectoria de las prendas a través de las estaciones de trabajo utilizando un Diagrama de Actividades de Proceso (DAP). Con base en esta información, se realiza un mapeo de procesos y se identifican las máquinas utilizadas para organizarlas

posteriormente en células de trabajo. Dentro de cada célula, las operaciones de confección son llevadas a cabo manualmente por distintos operarios. Se implementará y capacitará a los operarios para adoptar este nuevo método, que incluye un diseño en forma de U para cada célula, fomentando un flujo estable y continuo y promoviendo la interacción entre los trabajadores para impulsar la confianza y verificar el avance de producción.

El método REBA es otra alternativa seleccionada. Este método se utiliza para evaluar los riesgos de posturas laborales, considerando tanto la carga estática como la dinámica, así como la interacción persona-máquina. El cuerpo se divide en dos partes: Grupo A (tronco, cuello y piernas) y Grupo B (brazo, antebrazo y muñeca). Se asignan valores a cada zona y, en base a ello, se obtiene una puntuación final que indica el nivel de riesgo de lesiones o fatiga. Se realizará una evaluación de las posturas laborales de los trabajadores de Multiconfecciones Guzmán utilizando el método REBA. A partir de los resultados obtenidos, se identificarán los puestos de trabajo que presenten mayores riesgos y se propondrán medidas correctivas para reducir esos riesgos, como cambios en la disposición del mobiliario, herramientas ergonómicas, capacitación en posturas correctas, entre otros.

Estas son las alternativas seleccionadas para optimizar los procesos y reducir los costes en Multiconfecciones Guzmán. Cada una de ellas se desarrollará en etapas posteriores para implementar las mejoras y evaluar sus resultados.

F. Descripción de estándares y fuentes

En la tabla siguiente se indican y describen los principales estándares identificados con sus respectivas fuentes.

TABLA III.

DESCRIPCIÓN DE ESTÁNDARES Y FUENTES

Estándar	Origen	Fuente	Descripción
ISO 9001:2015 (4.1, 5, 6)	Suiza	International Organization for Standardization (ISO)	Estándar de gestión de calidad que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad efectivo.
ISO 9001:2015 (4.2.3, 4.2.4)	Suiza	International Organization for Standardization (ISO)	Estándar de gestión de calidad que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad efectivo.
ISO 9001:2015 (8.2, 8.3, 8.7)	Suiza	International Organization for Standardization (ISO)	Estándar de gestión de calidad que establece los requisitos para un sistema de gestión de calidad efectivo.
ISO 9001:2015 (8, 9)	Suiza	Mantenimiento de infraestructuras y equipamientos en iso 9001:2015	Establece los requisitos para asegurar que los equipos e instalaciones de una empresa tengan un desempeño adecuado
IATF 16949:2016 (7.5, 7.6)	España	IATF 16949: Sistemas de gestión de la calidad en la automoción	Aplicable a cualquier organización que fabrique componentes, conjuntos y piezas para la cadena de suministro de la industria de la automoción
INSST – NTP 602	España	Evaluación de las condiciones de trabajo: carga postural. Método REBA (Rapid Entire Body Assessment)	Su aplicación previene al evaluador sobre el riesgo de lesiones asociadas a una postura.
TMERT CAP. VII y VIII	Chile	Ministerio de Chile	El Ministerio de Salud, considera relevante la prevención de las enfermedades que derivan o se agravan por efectos de los factores de riesgo en los lugares de trabajo.

G. Identificación y descripción de estándares elegidos

Se identificaron y describieron diferentes estándares según los problemas hallados dentro de la empresa para su posterior implementación y su correcto uso dentro del área solicitada como se muestra en la siguiente Figura 1:

Criterios	JUSTIFICACIÓN	Muy importante	Importante	Algo importante	Poco importante	No es importante
		Estándares				
	La aplicación del estándar ISO 9001 es importante para una empresa debido a que establece un marco de referencia para implementar un sistema de gestión de calidad efectivo, al seguir los requisitos de la norma ISO 9001, la empresa puede fortalecer su reputación, incrementar la confianza de los clientes y reducir los costos asociados con errores, retrabajos y problemas de calidad, lo que a su vez favorece la competitividad y el crecimiento sostenible de la organización.	✓				
	La aplicación del estándar ISO 50001 es importante para una empresa debido a que permite establecer un sistema de gestión de energía eficiente y sostenible mediante la identificación de oportunidades de mejora, el establecimiento de indicadores de desempeño energético y la implementación de planes de acción, lo que hace posible que la empresa pueda reducir su consumo de energía, optimizar recursos, cumplir con requisitos legales y regulatorios, y mejorar su imagen frente a clientes, proveedores y partes interesadas.			✓		
	La certificación ISO 9001:2015 ayuda a mejorar la eficiencia operativa, la satisfacción del cliente y la calidad de los productos textiles, lo que a su vez puede conducir a la reducción de costos de almacenamiento mediante la optimización de los procesos y la minimización de errores y retrabajos.	✓				
	El estándar ANS/ISA-95 en el área de almacenamiento permite la integración efectiva de los sistemas de gestión empresarial y de control de procesos, lo que facilita la coordinación y la toma de decisiones basadas en información actualizada y precisa. Esto puede resultar en una mejor planificación de la demanda, una gestión más eficiente de inventario y una reducción de los costos de almacenamiento al evitar el exceso de inventario			✓		
	La aplicación del estándar IEC 61511 en el área de almacenamiento permite identificar y mitigar riesgos relacionados con la seguridad funcional de los sistemas, lo que contribuye a la reducción de costos asociados con incidentes o accidentes en el almacén.				✓	
	La implementación de la norma ISO 14001:2015 en el área de almacenamiento de una empresa textil permite una gestión más eficiente de los recursos, la minimización de residuos y el cumplimiento de regulaciones ambientales, lo que puede resultar en ahorros en costos					✓
	Según el reglamento en el artículo 21 inciso C se dice que las pérdidas físicas o mermas en el área de producción en la empresa textil ocasionadas por causas debidas al proceso productivo constituyen un considerable aumento de los costos de venta donde algunos autores consideran aceptable las mermas desde 2% hasta 30%.					✓
	La implementación de la norma ISO 9001:2015 en el área de producción permite demostrar la capacidad de la empresa textil para ofrecer servicios y productos de manera consistente, cumpliendo con los requisitos legales y regulatorios en cuanto a la gestión de la calidad e cumplir para lograr la satisfacción del cliente	✓				
	Reducción de fallos y averías: El mantenimiento autónomo se basa en la participación activa de los operadores y personal de producción en el cuidado y conservación de los equipos. Al implementar la norma ISO 9001, se establecen métodos y procesos para identificar y abordar las causas de los fallos y averías de manera sistemática. Esto ayuda a prevenir problemas recurrentes, reducir tiempos de inactividad no planificados y aumentar la disponibilidad y confiabilidad de los equipos.	✓				
	Estandarización y uniformidad: La norma UNE-EN 13306:2017 proporciona una estructura estándar y un conjunto de requisitos claros para la gestión del mantenimiento. Al aplicarla al mantenimiento autónomo, se garantiza que las actividades de mantenimiento se realicen de manera uniforme y consistente en toda la organización. Esto facilita la comunicación, la colaboración y el intercambio de información entre los diferentes equipos y departamentos involucrados en el mantenimiento autónomo.					✓
	Al implementar el mantenimiento autónomo, se busca mejorar la eficiencia en las operaciones y reducir los tiempos de inactividad. Los operadores están en constante contacto con los equipos y, al asumir tareas de mantenimiento básicas, pueden detectar y solucionar problemas de manera más rápida, evitando interrupciones prolongadas en la producción. Asimismo al capacitar a los operadores para realizar tareas de mantenimiento autónomo, se reduce la necesidad de personal especializado en mantenimiento y, por lo tanto, los costos asociados. Los operadores pueden encargarse de tareas como la lubricación, limpieza, inspección visual, ajustes menores, lo cual disminuye la dependencia de personal externo y las contrataciones adicionales.					✓
	Enfoque en la prevención de defectos: La norma IATF 16949 se centra en la prevención de defectos en lugar de la detección y corrección posterior. Esto implica la implementación de medidas proactivas para identificar y abordar las causas raíz de los problemas de calidad, lo que ayuda a reducir los costos asociados con defectos, reclamaciones y devoluciones. Cumplimiento legal y regulatorio: La norma IATF 16949 establece requisitos claros para el cumplimiento de las leyes y regulaciones. Esto ayuda a garantizar que las organizaciones cumplan con los estándares legales y de seguridad.	✓				
	Ayudará a las empresas a disminuir el número de accidentes laborales y enfermedades profesionales gracias a la gestión de los riesgos identificados mediante una planificación preventiva, aumentan los beneficios económicos al aumentar la productividad. Reduce la siniestralidad, gracias a la planificación de la actividad preventiva, en la que se incluyen medidas específicas para cada uno de los riesgos identificados.					✓
	Se ha desarrollado para dar respuesta a la necesidad de disponer de una herramienta que sea capaz de medir los aspectos referentes a la carga física de los trabajadores; el análisis puede realizarse antes o después de una intervención para demostrar que se ha reducido el riesgo de padecer una lesión, de una valoración rigurosa y sistemática del riesgo postural del cuerpo entero que puede tener el trabajador debido a su trabajo	✓				
	Su aplicación permitirá identificar a los trabajadores expuestos a factores de riesgo de TMERT – EESS, según lo descrito en los protocolos de vigilancia de la salud y de factores de riesgos elaborados por el Ministerio de Salud. Los resultados de la identificación y evaluación de los riesgos definirán criterios para las futuras evaluaciones de riesgo.	✓				
	Tiene por objetivo principal establecer los parámetros que permitan la adaptación de las condiciones de trabajo a las características físicas y mentales de los trabajadores con el fin de proporcionarles bienestar, seguridad y mayor eficiencia en su desempeño, tomando en cuenta que la mejora de las condiciones de trabajo contribuye a una mayor eficacia y productividad empresarial					✓
	Es una guía de aplicación de los metodologías para la evaluación de los riesgos ergonómicos. Se presenta de manera sencilla, pudiendo ser utilizada por todo tipo de empresas independientemente de su tamaño					✓
	Es importante pues ayuda a reconocer que los factores de riesgo ergonómicos son un importante problema del ámbito de la salud ocupacional, además de reducir la incidencia y severidad de los trastornos musculares esqueléticos relacionados con el trabajo, también disminuir los costos por incapacidad de los trabajadores y poder así mejorar la calidad de vida del trabajador.					✓

Fig. 1 Selección de estándares.

Se seleccionaron los estándares de la Norma ISO 9001:2015, IATF 16949:2016, INSST – NTP 602 y TMERT. Siendo estas los mejores estándares dentro de las empresas a nivel nacional e internacional para un correcto desempeño de las mismas.

H. Comparación del diseño con estándares

Al considerar los estándares de ingeniería seleccionados, se realizaron cambios significativos en el diseño y desarrollo de la alternativa presentada inicialmente. Estos cambios se basaron en las directrices y requisitos establecidos por los estándares internacionales mencionados.

Según las normas ISO 9001:2015 según los problemas como el sobre stock de almacén la cual fue solucionada por la propuesta de la implementación de la metodología ABC se logró adecuar nuevos criterios para la elaboración de esta metodología mejorando así el impacto de esta herramienta para la solución del problema. Asimismo, la norma ISO 9001:2015 se utilizó para los tiempos muertos hallado dentro de la empresa donde se pudo adecuar la herramienta implementada como lo es la manufactura celular. El método REBA enfocado en la postura de los operarios y en el tiempo que se emplea innecesariamente en los descansos por estas malas prácticas fue regulado por el estándar INSST – NTP 602 mejorando la propuesta de la herramienta y aumentando el impacto sobre los operarios, reduciendo significativamente los tiempos muertos ya que evalúa y controla las posturas de los propios operarios, también el estándar NT – MINSAL TMERTL colaboró en la retroalimentación sobre las prácticas de la mala postura y en el conocimiento sobre los requisitos ergonómicos para un desempeño. En cuanto a los tiempos muertos por maquinaria se empleó también las normas ISO 9001:2015 pero a la vez los estándares de IATF 16449:2016 que permite evaluar el desempeño de los trabajadores y los intervalos de tiempo que se toman para desarrollar una acción. Por el lado de los desperdicios de materia prima la norma ISO 9001:2015 brinda un control total de los insumos utilizados y la calidad del producto final lo cual evita que los desperdicios puedan existir ya que se da un constantes seguimiento al proceso, la metodología KAIZEN se vio totalmente mejorada gracias a esta norma logrando que los desperdicios puedan desaparecer.

I. Formulación y cálculo de indicadores

La formulación de indicadores se realizó en relación con las 5 problemáticas identificadas: sobrestock en almacén (1), Tiempos muertos por traslado (2), por reparación por paradas (3), por mala postura (4) y desperdicio de materia prima (5). El primer indicador a calcula es el total de existencia que se utilizan en el almacén para conocer el sobrestock. (1)

$$\frac{\text{Total de existencias}}{\text{Existencias en Almacén}} \times 100$$

Se obtuvo un total de 59% de materiales utilizados en el área de almacén siendo un alto valor de material inmóvil generando costos.

El segundo indicador se calculó el porcentaje de horas por tiempos muertos por traslado. (2)

$$\frac{\text{Horas perdidas por traslado}}{\text{Horas de trabajo anual}} \times 100$$

Se obtuvo un total de 45% de horas perdidas por traslado de los operarios lo cual indicaba un tiempo de trabajo por debajo de la mitad del tiempo trabajado.

El tercer indicador se calculó el porcentaje de horas por tiempos muertos por el mal funcionamiento de maquinarias. (3)

$$\frac{\text{Horas por reparación}}{\text{Horas por funcionamiento de máquina}} \times 100$$

Se obtuvo un total del 41% de tiempos muertos por el mal funcionamiento de las maquinarias indicando un alto tiempo de espera y sin procedimientos, generando costos excesivos y mal invertidos.

El cuarto indicador se calculó el porcentaje de horas perdidas por mala postura. (4)

$$\frac{\text{Horas Perdidas por mala postura}}{\text{Horas de trabajo}} \times 100$$

Se obtuvo un total del 52% de horas perdidas por mala postura debido a los operarios y sus malos hábitos durante el trabajo, esto genera fatiga en ellos y poca disponibilidad para trabajar sus horas correctamente.

El quinto indicador se calculó el porcentaje de la tela utilizada anual e hilos al igual que elásticos. (5)

$$\frac{\text{Tela Utilizada para la producción Anual}}{\text{Tela Total}} \times 100$$

$$\frac{\text{Hilos y elásticos utilizados para la producción Anual}}{\text{Tela Total}} \times 100$$

Se obtuvo un total del 91% y 89% respectivamente indicando que la merma, aunque sea mínima esto genera pérdidas en el área de producción.

J. Diseño del modelo de simulación

Para evidenciar las mejoras que se lograrían con el desarrollo del plan de mejora, se realizó un listado de simuladores conformado por los softwares: Arena, ProModel, Montecarlo, FlexSim y LabView. Se analizó y evaluó el listado de simuladores con criterios como: bajo costo, conocimiento del simulador, calidad, facilidad de manejo y aplicación al proyecto, mediante una escala de calificación que fue elaborada de manera ascendente del 1 al 5, siendo 1 el menos importante y 5 el de mayor importancia; a partir de ello, la calificación se multiplicó con los respectivos valores de

cada criterio para obtener el valor ponderado y se obtuvo que el programa ProModel y Montecarlo fue el más acertado para la simulación de la alternativa de solución. Para diseñar el modelo de simulación en ProModel y Montecarlo, se elaboró un diagrama de flujo para un mejor entendimiento del proceso de construcción del modelo de simulación y de su funcionamiento como se muestra en ambas figuras 2 y 3.

III. RESULTADOS

A. Simulación

En el caso de Promodel, se realiza un análisis de las locaciones y capacidades en la situación actual y propuesta. se identifica un cuello de botella en el proceso de prenda terminada y una alta inactividad en el área de inspección de pinzas. se comparan los resultados entre la situación actual y la propuesta de mejora, donde se observa un incremento en la producción de prendas terminadas y una reducción en el tiempo de entrada en la recepción de materia prima. también se analiza la reducción en el tiempo de traslado y el número de paradas en diversas máquinas.

En el caso de monte carlo, se utiliza para determinar la cantidad de tiempo perdido debido a una mala postura en los puestos de trabajo. se asignan probabilidades y tiempos perdidos por mala postura a cada operación en el proceso de producción. se muestra una tabla con los datos de cada operación, incluyendo las probabilidades, tiempos mínimos y máximos, tiempo promedio y tiempo perdido por mala postura. se destaca la importancia de identificar las operaciones con mayor tiempo perdido por mala postura para implementar mejoras ergonómicas y reducir el riesgo de lesiones laborales.

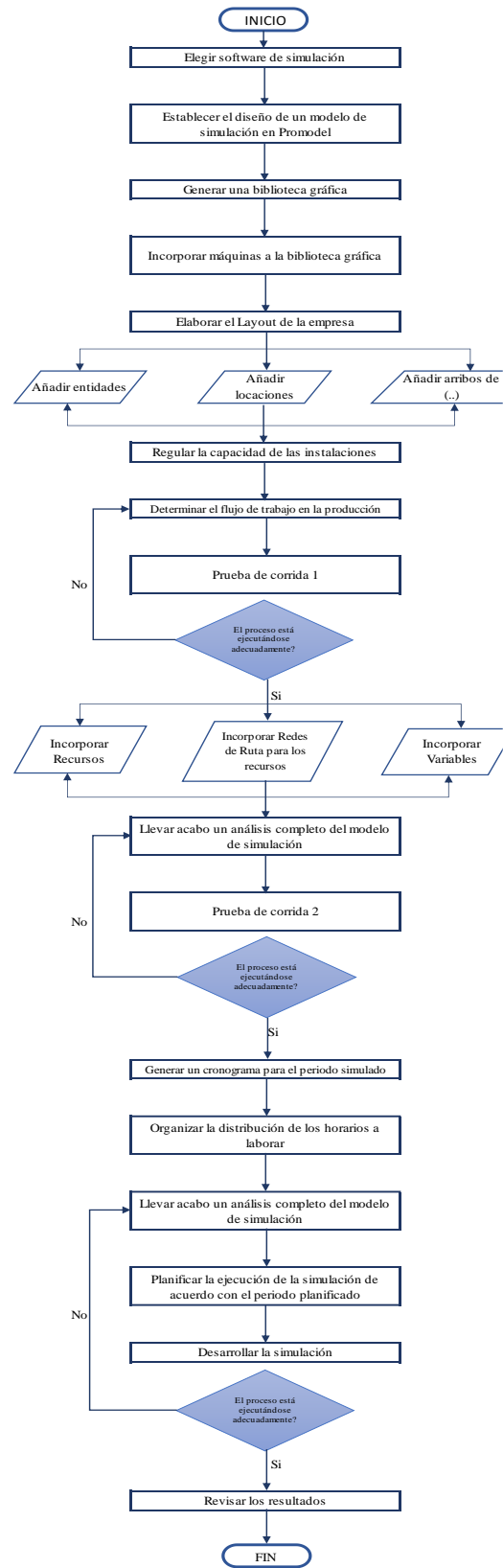


Fig. 2 Flujograma de simulación Promodel.

TABLA IV.
RESULTADOS DE SIMULACIÓN DE INDICADORES

Problema	Modelo de Simulación	Variables	Indicadores	COSTO
Problema 1: Sobre Stock en almacén	Promodel	# existencias excedentes en almacén	% de existencias excedentes en almacén	% existencias excedentes en almacén * total de existencias en almacén * costo de mantener un artículo en almacén
		# de existencias en almacén		S/ 17,60
Problema 2: Tiempos muertos por traslado	Promodel	# de horas perdidas al mes	% de horas perdidas	% horas perdidas al mes * total de horas trabajadas * costo hora-hombre
		total de horas trabajadas al mes		S/ 151,38
Problema 3: Tiempo de reparación por parada	Promodel	# de horas perdidas por paradas al mes	% de horas perdidas por paradas	% de horas perdidas por paradas * horas de funcionamiento de maquinaria * costos hora-hombre
		# de horas de funcionamiento de maquinaria		S/ 256,93
Problema 4: Desperdicio de Materia Prima	Promodel	# de materia prima desperdiciada	% materia prima desperdiciada	% mp desperdiciada * Total de tela utilizada * costo de materia prima
		Total de tela utilizada		S/ 895,79
Problema 5: Tiempos perdidos en producción por mala postura	Montecarlo	# de horas perdida por mala postura al mes	% de horas perdidas por mala postura	% horas perdidas por mala postura * Total de horas trabajadas * costo hora - hombre
		total de horas trabajadas al mes		S/ 22,96

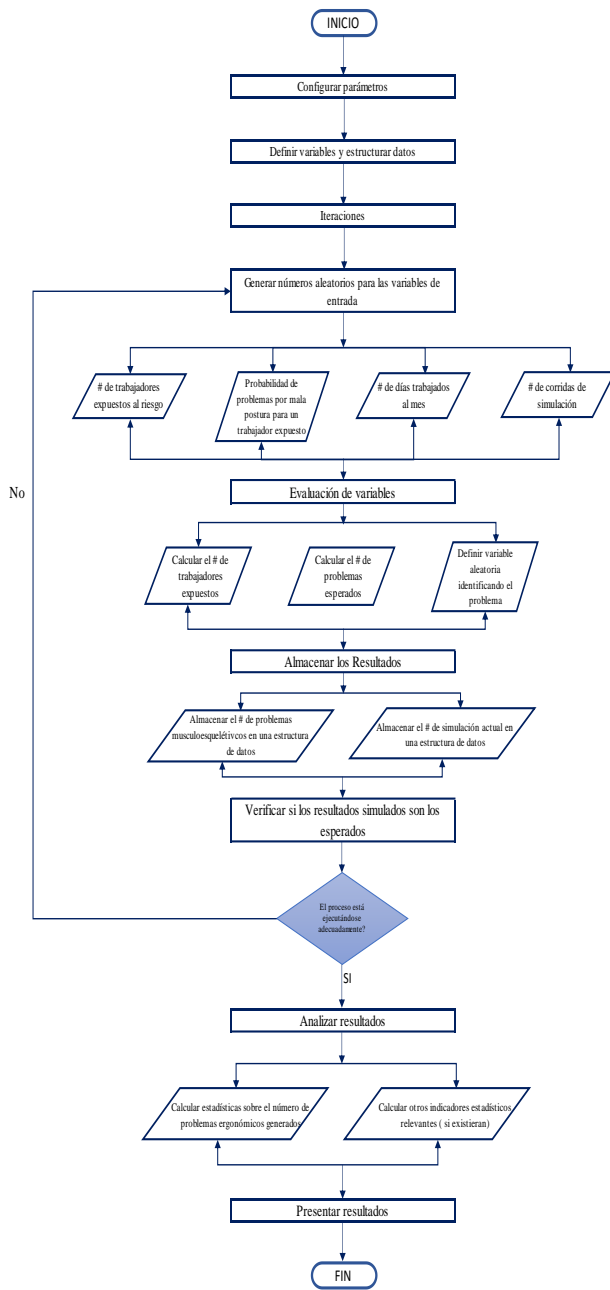


Fig. 3 Flujograma de simulación Montecarlo.

A continuación, se presenta un resumen de los puntos clave:

Sobre stock en el almacén: Inicialmente, el exceso de inventario en el almacén resultaba en una pérdida de s/ 3553,40, lo que representaba un 38% de pérdida en relación al costo total.

Tiempos muertos por traslados: Originalmente, los tiempos muertos causados por los traslados generaban una pérdida de s/ 466,22, equivalente al 45% del costo total. sin embargo, se implementaron herramientas para mejorar la eficiencia en los traslados, lo que redujo la pérdida a s/ 151,38, representando solo el 16% del costo total.

Tiempo de reparación por parada: Inicialmente, el tiempo de reparación ocasionaba una pérdida de s/ 379,88, lo que representaba un 23,79% del costo total. esto indicaba que la empresa sufría pérdidas significativas debido a las paradas por reparación.

Desperdicio por materia prima: Al principio, se registraba un desperdicio de s/ 1380, equivalente al 23% del costo total. sin embargo, después de implementar mejoras, se logró reducir el desperdicio a s/ 895,79, lo que representa solo el 1% del costo total.

Tiempos perdidos en producción: Inicialmente, se calculaba una pérdida de s/ 543,06, lo que equivalía al 57,40% del costo total debido a los tiempos perdidos en la producción. sin embargo, tras implementar mejoras, se logró reducir el costo a s/ 22,96, representando sólo el 2% del costo total.

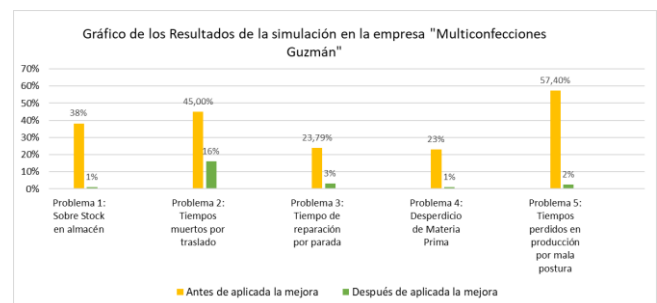


Fig. 4 Comparación de la Simulación antes vs después

En conclusión, la empresa ha identificado diferentes áreas en las que estaba experimentando pérdidas significativas y ha

tomado medidas para abordar cada uno de estos problemas. estas acciones han llevado a una reducción de las pérdidas y un mejor control de los costos en relación con el costo total.

B. Costos de implementación

Los costos asociados a la implementación del plan de mejora en la empresa Multiconfecciones Guzmán S.A.C se proyectaron trimestralmente para un periodo de un año. En la Tabla V se detalla la proyección del Estado de Resultados trimestral para el periodo de un año considerando los ingresos del plan de mejora, los cuales fueron calculados en base a los resultados de la simulación en el software ProModel; la depreciación de los equipos adquiridos fue calculada en base al 25% anual máximo de depreciación para equipos de procesamiento de datos y el Impuesto a la Renta de 18%, ambos datos definidos por la SUNAT.

TABLA V.

EGRESOS DE LA EMPRESA

EGRESOS									
AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Otras inversiones	S/ 19,300.20								
Nuevo personal contratado		S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00	S/ 2,000.00
Depreciación maquinaria		S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00	S/ 5,200.00
Capacitación		S/ 600.00		S/ 600.00		S/ 600.00		S/ 600.00	
Costos operativos adicionales									
Egresos		S/ 7,800.00	S/ 7,200.00	S/ 7,800.00	S/ 7,200.00	S/ 7,800.00	S/ 7,200.00	S/ 7,800.00	S/ 7,200.00

Los datos obtenidos representan los egresos que presenta la empresa, donde la mayoría de datos fueron proporcionados de la empresa. Las otras inversiones son la suma calculada de la nueva maquinaria donde se invirtió S/. 19,300.20.

En cuanto egresos para hallar el flujo neto de efectivo al año se necesitaba calcular el beneficio por herramienta hallando así el ingreso que esto generaría. Según la Tabla VI se aprecian los ingresos.

TABLA VI.

INGRESOS DE LA EMPRESA

INGRESOS									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Beneficios Herramienta 1		S/ 9,708.22	S/ 9,708.22	S/ 9,708.22	S/ 9,708.22	S/ 9,708.22	S/ 9,708.22	S/ 9,708.22	S/ 9,708.22
Beneficios Herramienta 2		S/ 2,392.68	S/ 2,392.68	S/ 2,392.68	S/ 2,392.68	S/ 2,392.68	S/ 2,392.68	S/ 2,392.68	S/ 2,392.68
Beneficios Herramienta 3		S/ 264.77	S/ 264.77	S/ 264.77	S/ 264.77	S/ 264.77	S/ 264.77	S/ 264.77	S/ 264.77
Beneficios Herramienta 4		S/ 2,959.95	S/ 2,959.95	S/ 2,959.95	S/ 2,959.95	S/ 2,959.95	S/ 2,959.95	S/ 2,959.95	S/ 2,959.95
Beneficios Herramienta 5		S/ 2,804.00	S/ 2,804.00	S/ 2,804.00	S/ 2,804.00	S/ 2,804.00	S/ 2,804.00	S/ 2,804.00	S/ 2,804.00
Ingresos		S/ 18,129.62	S/ 18,129.62	S/ 18,129.62	S/ 18,129.62	S/ 18,129.62	S/ 18,129.62	S/ 18,129.62	S/ 18,129.62

Obteniendo los ingresos anualmente se puede hallar el flujo neto efectivo como se ve en la Tabla VII.

TABLA VII.

FLUJO NETO EFECTIVO

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Flujo Neto de Efectivo	S/ -19,300.20	S/ 10,329.62	S/ 10,929.62	S/ 10,329.62	S/ 10,929.62	S/ 10,329.62	S/ 10,929.62	S/ 10,329.62	S/ 10,929.62

C. Evaluación Económica Financiera

Posteriormente al obtener estos resultados de la resta entre los ingresos y los egresos respectivamente de cada trimestre. Se halló el flujo valor neto efectivo para así conseguir el VAN, TIR y B/C del proyecto. Con los datos obtenidos se aplica la formula del VAN donde el costo de oportunidad (COK) es de 15% obteniendo un valor de TIR de S/. 28,304.40 y un TIR de 52.92% siendo resultados favorables y alentadores sobre la viabilidad de la propuesta. Por último, se evaluó el B/C hallando el VAN de ingresos y egresos dando un resultado de B/C de 2.4 lo cual valida totalmente la propuesta y la viabilidad positiva de su implementación.

IV. DISCUSIÓN

La aplicación del diseño de mejora revela una mejora significativa en la eficiencia y los costos operativos de la empresa textil Multiconfecciones Guzman EIRL.

Con respecto a la reducción del 41% en los costos operativos causados por el sobrestock de la empresa, la cual es equivalente a S/2400.00 soles, indica una gestión más efectiva del inventario. Esta reducción refleja una optimización en la clasificación ABC, lo cual coincide con lo indicado por [4] donde se logró una disminución similar en los costos. Esto demuestra la importancia de aplicar técnicas de clasificación adecuadas para optimizar el nivel de stock y reducir los costos asociados.

A su vez, la manufactura celular logró la reducción del 25% en los costos causados por los tiempos muertos de traslado, equivalente a S/466.22 soles, indica una mejora en la eficiencia de los procesos de producción. Esta disminución está alineada con lo indicado por [8], donde se logró una reducción proporcional a la obtenida. Esto resalta la efectividad de la implementación de la manufactura celular para reducir los tiempos muertos y optimizar la secuencia de producción en la empresa.

Con respecto a la aplicación del mantenimiento autónomo, se observó la reducción del 39% en los costos operativos causados por los tiempos muertos por reparación de máquinas, equivalente a S/1572.91 soles, lo cual indica una mayor disponibilidad de las máquinas y una disminución de las averías. Este resultado está alineado con otro estudio, donde se logró un aumento mayor al 21% en la disponibilidad general de la maquinaria, disminuyendo los costos derivados de la inactividad de las máquinas en un 40% [12]. Es por ello que se determinó que la implementación del mantenimiento autónomo ha demostrado ser efectiva para reducir las paradas de producción debido a fallas en la maquinaria y mejorar la productividad.

Por otro lado, se calculó una reducción del 8% en los costos causados por las paradas de producción debido a mala postura de los trabajadores luego de la aplicación del método REBA, lo cual significan S/385.92 soles en ahorro de pérdidas, indicando también una mejora en la salud y

seguridad laboral, tal como concluyó un estudio similar, quien logró determinar una reducción de 10% en cuanto al riesgo de sufrir un trastorno musculoesquelético luego de aplicar el método [10]. Este resultado ha permitido reducir los tiempos muertos y mejorar la satisfacción del personal al prevenir lesiones y mantener una postura adecuada durante el trabajo.

De la misma forma, la reducción del 8% en los costos operativos causados por los desperdicios de materia prima, se traduce a un ahorro de S/4380.00 soles, indicando una optimización en el uso de los recursos. Este resultado está en línea con lo estudiado por [5], donde se logró una reducción del hasta 10% en los desperdicios de materia prima, concluyendo en que la implementación del método Kaizen ha permitido identificar y eliminar los excesivos desperdicios de materia prima, mejorando la eficiencia y reduciendo los costos asociados.

En general, los resultados obtenidos en esta investigación demuestran que la implementación de herramientas de mejora ha tenido un impacto positivo en la reducción de costos y la eficiencia operativa de la empresa textil Multiconfecciones Guzman EIRL. Además, los resultados son consistentes con los antecedentes mencionados, lo que indica que las herramientas seleccionadas han sido efectivas en diferentes contextos y sectores industriales.

V. CONCLUSIONES

Se determinó la medida en que el diseño del plan de mejora basado en herramientas de ingeniería disminuyó los sobrecostos en la empresa Multiconfecciones Guzmán EIRL obteniendo porcentajes de reducción en cada problema encontrado siendo en la mayoría por encima del 20% de reducción.

Se realizó un diagnóstico a la empresa y sus procesos localizando los problemas existentes y los sobrecostos que estos problemas generan a la empresa.

Al ser analizado la situación de la empresa se propuso alternativas de solución de las cuales fueron usado 5 de ellas por el nivel de impacto positivo que generaría según el problema hallado.

Se diseñó y desarrollo cada herramienta de ingeniería seleccionada según el área y sus procesos.

Se simuló la implementación de cada herramienta de solución propuesta.

Se determinó la disminución de costos por cada herramienta seleccionada.

Se evaluó económicamente el efecto que causó el diseño del plan por cada problema solucionado obteniendo resultados favorables para la disminución de costos.

REFERENCIAS

[1] Bellido, Y & La Rosa, A. (2018). Modelo de optimización de desperdicios basado en Lean Manufacturing para incrementar la productividad en las Mypes del Sector Textil. [Tesis doctoral]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú. <http://doi.org/10.19083/tesis/624995>.

[2] Canahua Apaza, Nohemy. (2021). Implementación de la metodología TPM-Lean Manufacturing para mejorar la eficiencia general de los

equipos (OEE) en la producción de repuestos en una empresa metalmeccánica. *Industrial Data*, 24(1), 49-76. <https://dx.doi.org/10.15381/idata.v24i1.18402>

[3] Carrillo-Landazábal, M. S., Alvis-Ruiz, C. G., Mendoza-Álvarez, Y. Y., & Cohen-Padilla, H. E. (2019). Lean manufacturing: 5 s y TPM, herramientas de mejora de la calidad. Caso empresa metalmeccánica en Cartagena, Colombia. *SIGNOS-Investigación en Sistemas de Gestión*, 11(1), 71-86. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2019.0001.04>

[4] Cuevas Villegas, C. F. (2014). Costeo Objetivo y Costeo ABC en el Proceso de Reducción de Costos. *Revista De Economía & Administración*, 11(2). ISSN 1794-7561. <https://revistas.uao.edu.co/ojs/index.php/REYA/article/view/123>

[5] Gallegos, H. (2017). Sistema Kaizen en la administración. *Innovaciones De Negocios*, 4(7). <https://doi.org/10.29105/rinn4.7-1>

[6] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. (2001). *NTP 602: Medición de la exposición a agentes químicos en el aire*. https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_602.pdf/51b9742c-27a1-4ece-a446-ca88cbd6d926

[7] https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_602.pdf/51b9742c-27a1-4ece-a446-ca88cbd6d926

[8] Montijo-Valenzuela, E. E., Cano-Martínez, O. E., & Ramírez-Torres, F. (2020). Implementación de mejora continua de los procesos del área de mantenimiento en servicios de la industria manufacturera electrónica. *Científica*, 24(1). 59-65. <https://doi.org/10.46842/ipn.cien.v24n1a07>

[9] Niño Gaona, E. M., & Baeza Serrato, R. (2018). DISEÑO Y DESARROLLO DE MANUFACTURA CELULAR EN UNA EMPRESA DE CONFECCIÓN TEXTIL. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 4(1), 1422-1426. <https://jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/2467>

[10] Orozco-Crespo, E., Sablón-Cossío, N., Barrezueta-Arias, K. E., & Sánchez-Galván, F. (2020). Diseño de layout en un almacén del Ingenio Azucarero de Imbabura, Ecuador. *Ingeniería Industrial*, XLI(1), 4109. <https://www.redalyc.org/journal/3604/360464918011/html/>

[11] Ortiz Porras, J., Salas Bacalla, J., Huayanay Palma, L., Manrique Alva, R., & Sobrado Malpartida, E. (2022). Modelo de gestión para la aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en una empresa de confección de ropa antiflama de Lima - Perú. *Industrial Data*, 25(1), 103-119. <https://doi.org/10.15381/idata.v25i1.2150>

[12] Ossa D., Orozco, M. (2017). *Propuesta de mejoramiento del proceso productivo de la empresa de confecciones Rayson*. [Tesis doctoral]. Universidad Católica de Perira, Colombia. <https://repositorio.ucp.edu.co/bitstream/10785/5430/1/DDMIIND68.pdf>

[13] Ticeran, D. J. (2018). Implementación de mantenimiento autónomo para disminuir paros operacionales y fallas en la bobinadora PCMC del área de conversión de rollos de la empresa PTDPP en el año 2018 [Trabajo de suficiencia profesional, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. <https://hdl.handle.net/11537/15214>

[14] Torres Navarro, C., Salete Waltrick, M., & Delgado Vizcarra, C. (2017). COSTEO DE PRODUCTOS EN LA INDUSTRIA PANADERA UTILIZANDO EL MÉTODO ABC. *Interciencia*, 42(10), 646-652. <https://www.redalyc.org/journal/339/33953313004/>

[15] Troncoso, P. et al. (2019). Utilización de herramientas de calidad para la mejora en los procesos de extracción de plásticos. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*, 1(1). <http://dx.doi.org/10.17981/bilo>

[16] Vargas Crisóstomo, E. L., & Camero Jiménez, J. W. (2021). Aplicación del Lean Manufacturing (5s y Kaizen) para el incremento de la productividad en el área de producción de adhesivos acuosos de una empresa manufacturera. *Industrial Data*, 24(2), 249-260. <https://doi.org/10.15381/idata.v24i2.19485>