

Application of Standardization Methods and Quality Control to Reduce the Defect Rate in a Footwear SME

This study addresses the critical issue of a high defect rate in a footwear SME located in Lima, Peru. The initial diagnosis revealed a defect rate of 10%, resulting in significant cost overruns and material losses, primarily driven by the lack of process standardization, deficiencies in the quality control system, and high workforce turnover. To reduce the defect rate to an acceptable threshold of 3%, a continuous improvement approach based on the PDCA (Plan–Do–Check–Act) cycle was implemented. The proposed intervention integrated industrial engineering tools for work standardization with Statistical Process Control (SPC) techniques to control process variability. The implementation phase involved the development and standardization of Standard Operating Procedures (SOPs), the design of visual work instructions to enhance learning and consistency, the introduction of inspection checklists at critical control points, and targeted technical training programs. The results demonstrated a significant reduction in rework and waste, accompanied by improved cycle times and enhanced process stability, ultimately fostering a preventive quality culture. These findings confirm that the integration of standardization and statistical quality control constitutes a cost-effective and high-impact strategy to improve operational performance, ensure financial sustainability, and strengthen competitiveness and customer satisfaction in SMEs.

Keywords— standardization, quality control, continuous improvement, SME, footwear.

Aplicación de Métodos de Estandarización y Control de Calidad para Reducir la Tasa de Productos Defectuosos en una PYME de Calzado

La investigación aborda la problemática crítica de la alta tasa de productos defectuosos en una Pyme del sector calzado ubicada en Lima. El diagnóstico inicial reveló que la empresa operaba con una tasa de defectos del 10%, generando sobrecostos significativos y pérdidas materiales, debido a la ausencia de estandarización en los procesos, deficiencias en el sistema de control de calidad y por la alta rotación del personal.

Con el objetivo estratégico de reducir la tasa de defectos a un límite aceptable del 3%, se desplegó una metodología de mejora continua sustentada en el ciclo PDCA. La intervención integró herramientas de ingeniería de métodos para la estandarización del trabajo y técnicas de Control Estadístico de Procesos (SPC) para mitigar la variabilidad productiva. La fase de implementación abarcó la documentación de Procedimientos Operativos Estándar (POE), el diseño de manuales visuales para acelerar el aprendizaje, la introducción de hojas de inspección en puntos críticos y programas de capacitación técnica.

Los resultados proyectaron una reducción sustancial de reprocesos y mermas logrando la optimización de los tiempos de ciclo y fomentando una cultura de calidad preventiva. Se concluye que la estandarización y el control estadístico son estrategias de bajo costo y alto impacto, fundamentales para garantizar la sostenibilidad financiera, la competitividad operativa y la satisfacción del cliente final en Pymes.

Palabras clave— estandarización, control de calidad, mejora continua, MYPE, calzado.

I. INTRODUCCIÓN

La industria del calzado en el Perú constituye un sector relevante dentro de la manufactura nacional, pues aporta el 13.2% al PBI manufacturero y genera empleo formal e informal [1]. No obstante, enfrenta dificultades estructurales como un alto nivel de informalidad (78%), baja adopción tecnológica (15%) y limitaciones logísticas que restringen su competitividad internacional [2]. En este contexto, las Pymes, agentes clave de esta cadena productiva, presentan una variabilidad en la demanda de entre el 30% y el 40%, defectos en la materia prima del 7% al 10% y pérdidas de productividad cercanas al 20% en temporadas de alta carga laboral [3], [4], [5]. Este conjunto de factores genera reprocesos, mermas y sobrecostos que afectan directamente la calidad final y la sostenibilidad operativa.

La empresa analizada es una MYPE ubicada en Lima dedicada a la fabricación de calzado femenino, conformada por

aproximadamente 24 trabajadores distribuidos en las áreas de corte, aparado, armado y acabado. Pese a su experiencia en el mercado, presenta problemas que comprometen la estabilidad de su proceso productivo, tales como la falta de procedimientos estandarizados, alta variabilidad en la ejecución operativa, ausencia de protocolos formales de inspección y rotación frecuente del personal, lo que genera inconsistencias en los métodos de trabajo. Asimismo, se evidencia una calidad irregular de la materia prima, particularmente del cuero, lo que incrementa la probabilidad de defectos desde etapas tempranas. Como resultado, la tasa de productos defectuosos alcanza el 10%, lo cual afecta la productividad del xx con respecto al promedio general de 32.6% y ocasiona pérdidas económicas mensuales significativas de $\approx 15,000$ soles.

El objetivo principal de esta investigación es reducir la tasa de productos defectuosos del 10% al 3% mediante la implementación integrada de herramientas orientadas a la estandarización, el control de la variabilidad y la regulación del flujo productivo. La finalidad es mejorar la uniformidad en la ejecución operativa, disminuir errores recurrentes y garantizar una mayor consistencia en la calidad del producto terminado, estableciendo a la vez una base metodológica sostenible que permita mantener la estabilidad del proceso en el tiempo.

Frente a esta problemática, diversos estudios demuestran que la aplicación de herramientas de Lean Manufacturing puede mejorar de manera sustantiva la calidad y la eficiencia en procesos de carácter manual. La estandarización del trabajo constituye la base de la estabilidad operativa [6], mientras que los manuales visuales permiten reducir errores en contextos de alta rotación de personal [3]. De forma complementaria, el Control Estadístico de Procesos (SPC), especialmente mediante gráficos tipo p, facilita la detección oportuna de variaciones comunes y asignables [7]. Por su parte, el sistema mencionado contribuye al control del flujo y a la regulación del inventario en proceso, alineado con los principios Just-in-Time. La literatura evidencia que la combinación de estas herramientas puede reducir errores, incrementar la productividad y mejorar la calidad del producto final [8], [9].

Esta situación plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo impacta la aplicación conjunta de la estandarización del trabajo y el SPC en la reducción de la tasa de productos defectuosos en una MYPE del sector calzado?

II. METODOLOGÍA

La investigación adopta un diseño aplicado con enfoque cuantitativo y alcance descriptivo-explicativo-propositivo, orientándose al desarrollo tecnológico mediante la intervención directa en el proceso productivo de una MYPE de calzado con el objetivo primordial de disminuir la proporción de productos defectuosos [10][11]. El método se estructura bajo el rigor del ciclo de mejora continua PDCA (Plan-Do-Check-Act), el cual permite organizar la solución de manera sistemática en las áreas críticas de corte, aparado, armado y acabado, donde se identificó una elevada incidencia de fallas. Para la ejecución de este método, se aplicaron herramientas técnicas de ingeniería industrial como la estandarización del trabajo, el Control Estadístico de Procesos (SPC) y el control visual, utilizando para la recolección y análisis de datos instrumentos de precisión como calibradores y cronómetros, además de hojas de inspección y software estadístico especializado [6]. El principal aporte de esta investigación radica en la caracterización científica de la variabilidad del proceso y la formulación de una propuesta técnica que, mediante el control de variables auxiliares como reprocesos y tiempos, logra estabilizar el flujo productivo; esto proporciona un modelo de gestión de calidad replicable que reduce significativamente la tasa de defectos y optimiza la eficiencia operativa en el sector manufacturero de calzado.

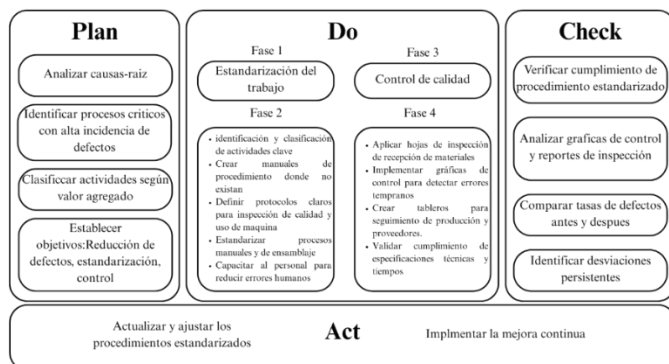


Fig. 1 Plan-Do-Check-Act.

III. RESULTADOS

A. Estabilidad del proceso mediante control estadístico

Para evaluar el comportamiento del proceso y determinar si la proporción de productos defectuosos se mantenía dentro de los límites esperados, se elaboró un gráfico de control tipo p a partir de la información recolectada en la muestra. Esta herramienta permitió monitorear la variación de la fracción defectuosa en cada

subgrupo y verificar la presencia de puntos fuera de los límites de control, lo cual indicaría la existencia de causas especiales. Con base en los datos analizados, se comprobó el nivel de estabilidad del proceso previo a la estandarización mediante la identificación visual de las fluctuaciones de la proporción de defectos y su comparación con los límites superior e inferior establecidos, con el fin de determinar si el proceso operaba bajo control estadístico.



Fig. 2 Gráfico de control p del proceso antes de la estandarización.

Tras la aplicación de los procedimientos operativos estandarizados, manuales visuales, capacitaciones y puntos de inspección, se elaboró un nuevo gráfico de control tipo p para verificar la estabilidad del proceso. Como se observa en la Fig. 2, esta medición evidenció que todos los puntos se mantuvieron dentro de los límites de control, lo cual refleja una reducción significativa de la variabilidad y confirma que el proceso se encuentra bajo control estadístico. La proporción de defectos descendió al 3%, lo que demuestra el impacto directo de la estandarización y del monitoreo mediante SPC; este resultado es consistente con lo reportado en la literatura especializada [14].

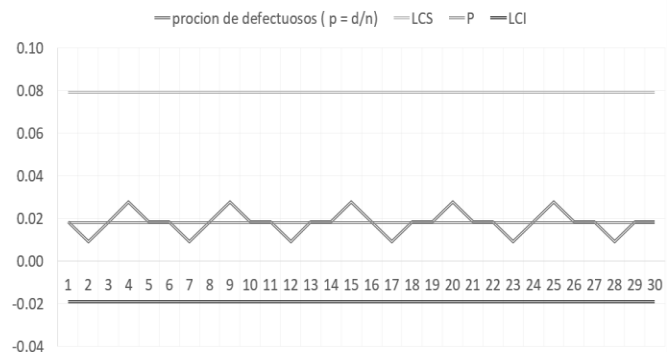


Fig. 3 Gráfico de control p del proceso después de la estandarización.

B. Estandarización de especificaciones técnicas

Un factor determinante para la reducción de errores fue la formalización de los estándares de calidad. Se identificó que la variabilidad del cuero constituía una causa raíz de los defectos en las etapas de aparado y armado.

1) Control de calidad de materia prima

Se establecieron parámetros técnicos basados en Normas Técnicas Peruanas (NTP) con el fin de asegurar la

homogeneidad del insumo principal, según lo mostrado en la Tabla I.

C. Control de calidad de producto terminado

Para la etapa de acabado, se estableció la ficha técnica del producto final para orientar las inspecciones visuales y sensoriales, según lo mostrado en la Tabla II.

TABLA I
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE LA MATERIA PRIMA

Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Medio de control	Técnica de inspección	NCA
	Variable / Atributo	Nivel de criticidad	V.N. + - Tol			
Tipo de cuero	Atributo	Crítica	Vacuni, flor natural o corregida	Sensorial / Ficha técnica	Muestreo	0%
Espesor del cuero	Variable	Crítica	1.4-1.6 mm	Calibrador	Muestreo	0%
			(NTP-ISO 14931:2025)			
Resistencia a la tracción	Variable	Crítica	$\geq 16 \text{ N/mm}^2$	Ensayo físico	Laboratorio	0%
			(NTP 241.022:1970)			
Elongación a la ruptura	Variable	Crítica	40-70%	Ensayo físico	Laboratorio	0%
			(NTP 241.018:1970)			
Resistencia al desgarro	Variable	Crítica	$\geq 30 \text{ N/mm}$	Ensayo físico	Laboratorio	0%
			(NTP-ISO 14931:2025)			
Resistencia a la abrasión (suela)	Variable	Mayor	≥ 2000 ciclos sin deterioro	Abrasímetro	Laboratorio	0.50%
			(NTP-ISO 20871)			
Resistencia al envejecimiento	Atributo	Crítica	Sin grietas o agrietamiento	Observación física	Muestreo	0%
			(NTP-ISO 20871)			
Flexión del material	Variable	Crítica	$\geq 50\,000$ ciclos	Máquina de flexión	Laboratorio	1%
			(NTP 241.022:2022)			
Acabado superficial	Atributo	Menor	Pigmentado/Semi-anilina	Visual/táctil	Muestreo	0%
			(NTP-ISO 14931)			
Color	Atributo	Menor	Marrón oscuro	Sensorial	Muestreo	2%
			(especificación del cliente)			
pH del extracto acuoso	Variable	Crítica	3.5-5.5	Ensayo químico	Laboratorio	0%
			(NTP 291.018:1970)			
Solidez del color (frote seco)	Variable	Mayor	≥ 2 en escala de grises	Ensayo físico	Laboratorio	0.5%
			(NTP 241.022:2022)			
Composición etiquetada (capellada)	Atributo	Crítica	Cuero natural	Verificación documental	Muestreo	0%
			(NTP 241.024:2022)			
Talla	Variable	Crítica	35-39 según longitud del pie	Medición directa	Muestreo	0%
			(NTP 241.022:2022)			
Uso final	Atributo	Menor	Calzado de vestir de dama	Verificación documental	Muestreo	2%
			(NTP 241.022:2022)			

TABLA II
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL PRODUCTO TERMINADO

Características del producto	Tipo de característica		Norma técnica o especificación	Medio de control	Técnica de inspección	NCA
	Variable / atributo	Nivel de criticidad	V.N. + - Tol			
Material exterior	Atributo	Crítica	Cuero sintético (PU)	Sensorial / Ficha técnica	Muestreo	0%
Material interior	Atributo	Crítica	Textil o poliéster	Sensorial	Muestreo	0%
Forro	Atributo	Crítica	Textil antifricción	Sensorial	Muestreo	0%
Plantilla	Atributo	Mayor	Plantilla acolchada	Sensorial	Muestreo	2%
Suela	Atributo	Crítica	TR anti-deslizante	Sensorial	Muestreo	0%
Altura del taco	Variable	Menor	5 cm	Medición	Muestreo	2%
Altura del caña	Variable	Menor	10 cm	Medición	Muestreo	2%
Tipo de punta	Atributo	Menor	Redonda	Visual / táctil	Muestreo	2%
Tipo de cierre	Atributo	Menor	Cierre lateral interno	Visual / táctil	Muestreo	2%
Detalles	Atributo	Menor	Tiras decorativas	Sensorial	Muestreo	2%
Tallas	Variable	Crítica	35 - 39	Verificación documental	100%	0%
Colores	Atributo	Crítica	Marrón / Negro	Sensorial	Muestreo	0%

Con el fin de estandarizar las actividades críticas y reducir la variabilidad del proceso, se elaboró un Diagrama de Trabajo Estandarizado (Standardized Work Diagram - SWD) para las operaciones de corte y aparado. Esta herramienta sintetiza

visualmente los pasos, tiempos, equipos y puntos de control, lo cual facilita la capacitación del personal y asegura que todos los operadores ejecuten las tareas bajo un método uniforme, tal como se muestra en la Fig. 3.

Diagrama de Trabajo Estandarizado					
APLICACIÓN					
Línea		Área	Posición	Actividad del proceso	Nº Ficha
Zapato "Camila"		2 - Montaje	Operario	Montaje	2
Equipo de Protección Personal (EPP'S)		Herramientas y Máquinas		Materiales	
Guantes	Zapatos punta de acero	Visor de seguridad N95 (polvos y aerosoles)	Lentes	Mandil	
		Prensa industrial	Pegamento	Horno frío	Horno Industrial C
				Brocha	Pistola de aire caliente y secador
				Alicate	Pegamento espagueti sólido
ACTIVIDADES					
19. Echar pegamento a la planta		20. Reactivar la planta con 120°		21. Se pega planta	
 Descripción: Se coloca pegamento en la planta de zapato con ayuda de la brocha.		 Descripción: La planta con el pegamento pasa al horno a 120° para reactivar el pegamento		 Descripción: Se pega la planta manualmente tratando de encajar la planta con el armado, todo este proceso es semiautomático cuando termina con el prensado.	
Tiempos Max: 30seg. Min: 20seg. Prom: 25seg.		Tiempos Max: 40 seg. Min: 35seg. Prom: 37.5 seg.		Tiempos Max: 20seg. Min: 15seg. Prom: 17.5seg.	
22. Prensado de planta		23. Pasa al horno frío -14°		24. Descazado de horma	
 Descripción: Se procede a prensar la planta al zapato para que esta quede fija y bien adherida		 Descripción: En esta parte del proceso el zapato pasa a un horno frío para que se seque el pegamento y las partes del zapato queden bien pegadas		 Descripción: Finalmente, el zapato pasa a ser deshormado para que pase al área de acabado	
Tiempos Max: 35 seg. Min: 25seg. Prom: 30seg.		Tiempos Max: 40seg. Min: 33seg. Prom: 36.5seg.		Tiempos Max: 30seg. Min: 20seg. Prom: 25seg.	

Fig. 4 Standardized work diagram de corte y aparado.

2) Simulación del proceso productivo

Posteriormente, se desarrolló un modelo de simulación del escenario mejorado, a partir de una prueba piloto de 30 observaciones, tal como se muestra en la Fig. 4.

La validación del modelo de simulación se realizó mediante un enfoque estructural y estadístico. Se aseguró la representatividad del sistema al modelar su lógica operativa con datos reales recolectados en campo, incorporando tiempos de proceso, colas, recursos y reprocesos. Asimismo, los datos de entrada fueron ajustados mediante distribuciones probabilísticas en *Input Analyzer* de Arena y evaluados con pruebas de bondad de ajuste (Kolmogorov-Smirnov y Chi-cuadrado), adoptando como criterio de aceptación un $p\text{-value} > 0.05$.

El modelo mejorado evidenció una reducción significativa en los tiempos de ciclo y un incremento en la productividad general del sistema, los resultados comparativos se presentan en la Tabla III.

TABLA III
RESULTADOS COMPARATIVOS

Indicador	Escenario actual	Escenario mejorado	Variación
Tiempo total de ciclo	47 min	43.2 min	7.9%
Reproceso	89	20	77.53%
WIP	72.98	56.78	22.20%
Tiempo de reprocesos por zapatos	0.62 hrs x 89 = 55.18 min	2.5 hrs x 20 = 50 min	9.38%
Total de zapatos producidos	3879 u	4741 u	22.2%

El análisis comparativo evidenció una mejora significativa en el desempeño del proceso productivo. El tiempo total de ciclo se redujo en un 7.9%, lo cual refleja una mayor fluidez operativa. Los reprocesos presentaron la mejora más notable con una disminución del 77.53%, lo que indica un control más efectivo de la calidad y una reducción de errores. El inventario en proceso (WIP) disminuyó en un 22.20%, lo que evidencia un flujo más estable y una menor acumulación de material intermedio. Asimismo, el tiempo total destinado a retrabajos decreció en un 9.38%, resultado que complementa la reducción de reprocesos. Finalmente, la producción total aumentó en un 22.2%, lo cual demuestra que las mejoras implementadas no solo optimizan los recursos, sino que incrementan la capacidad

productiva del sistema.

IV. DISCUSIONES

Diversos estudios han demostrado que la integración de herramientas Lean permite reducir significativamente los defectos y mejorar la eficiencia operativa en Pymes del sector calzado como lo menciona Chinchay y Laura quienes lograron incrementar en 74.55 % el cumplimiento de pedidos y el OTIF en 44.5% [3]. En el presente estudio, la investigación adoptó un enfoque específico que priorizó la estandarización del trabajo para reducir errores y variabilidad operativa y el Control Estadístico de Procesos (SPC) con el objetivo de disminuir la tasa de productos defectuosos y mejorar la calidad del proceso. A diferencia de enfoques más amplios según la literatura, este trabajo se orientó inicialmente a la estabilización del proceso y al aseguramiento de su repetibilidad mediante procedimientos claros, manuales visuales y monitoreo continuo.

El uso del SPC muestra impactos distintos según su nivel de aplicación, por ejemplo, en el estudio de Madanhire [12] su uso es limitado y general, restringiendo mejoras cuantificables en la calidad; en cambio, en este estudio es más específico, su implementación formal mediante gráficos de control permitió reducir defectos de -0.7, redujo reprocesos en 77.53% y aumentar la producción en 22.2%, evidenciando que el beneficio del SPC directamente proporcional a su grado de aplicación sistemática.

Por otro lado, el estudio de Moya: “Modelo compuesto para mejorar la eficiencia en el proceso de producción de calzado de cuero aplicando SLP, Trabajo estandarizado y SMED en una empresa PYME de Lima Metropolitana” permitió un análisis más detallado al trabajar con datos operativos reales, evidenciando una mejora de eficiencia de 32.6% a 38.4% (+5.8 pp) y reducciones de 36.7% en traslados y 30.3% en tiempos de ciclo, es decir tiene un enfoque de productividad por disponibilidad; en contraste con este estudio el tiempo de ciclo se redujo de 47 a 43.2 minutos (-8.09%) según simulación, y de 37.75 a 34.1 minutos (-9.67%) según el análisis DAP.

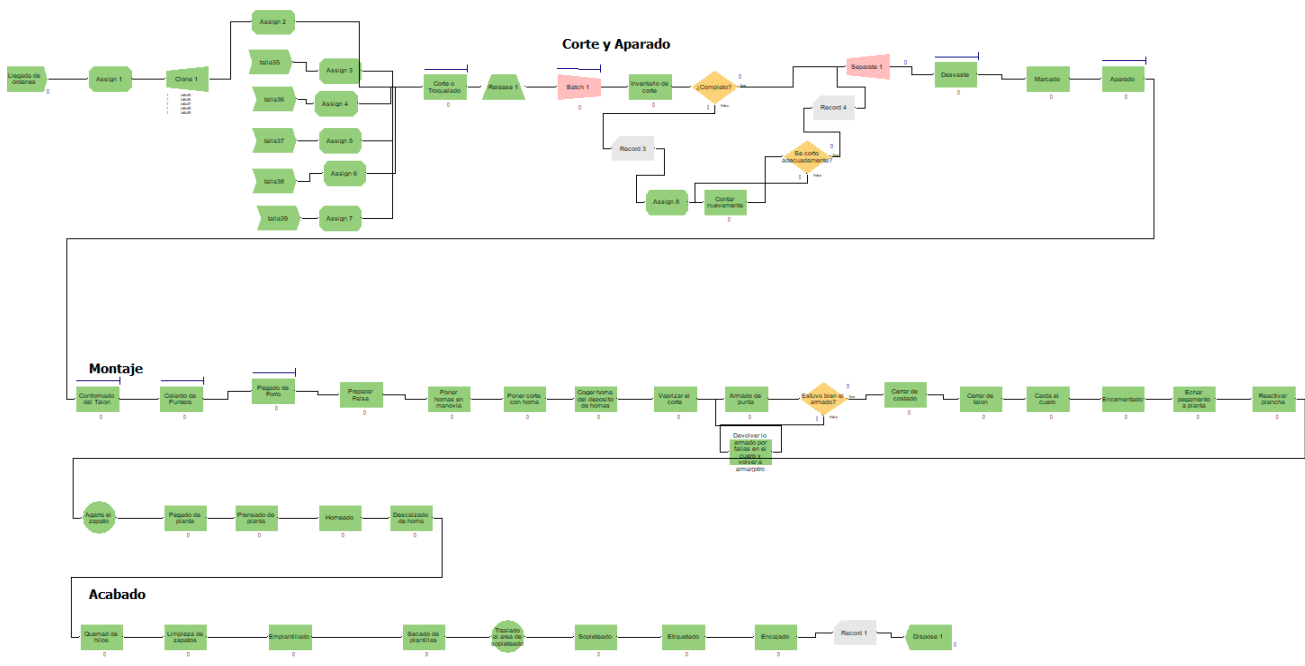


Fig. 5 Modelo de simulación en el escenario mejorado

En contraste con el estudio de Simion, realizado en una empresa automotriz, donde se evidencia un nivel avanzado de control del proceso (con $Cpk > 1.33$ e incluso superior a 2.0, y PPM cercano a 0) [7], el presente trabajo muestra una etapa de mejora intermedia, la proporción promedio de defectuosos es de 9.88%, con límites de control de $LCI = -0.02$ y $LCS = 0.08$. Además, el índice de capacidad del proceso (Cpk) pasó de 0.43 antes de la mejora a 1.63 después de la intervención.

El estudio de Allauca en una empresa de calzado, redujo el tiempo de operación en **9.75%** y aumentó la productividad en **18.42%**, mientras que en este estudio se redujo los defectos a **7% lo cual aumentó la productividad** en 22.2%.

Finalmente, según Bhamu, aplicando un standard work como parte de las herramientas Lean, permitió mejorar significativamente el desempeño operativo, lo cual se demuestra en este estudio con mejoras organizacionales y productivas a partir de la implementación de manuales de procedimientos [13]. Sin embargo, a diferencia de dicho enfoque, en el presente trabajo la aplicación integrada de estas herramientas con herramientas adicionales como SPC, no solo generó mejoras generales, sino que permitió reducir de manera cuantificable la variabilidad del proceso y la tasa de defectos, confirmando y reforzando lo planteado en la literatura.

V. CONCLUSIONES

Las acciones implementadas en el proceso de fabricación de calzado permitieron validar una metodología técnica y operativa orientada a la reducción de la variabilidad operativa y a la mejora de los resultados productivos. La aplicación integral de las fases de diseño, capacitación, validación funcional y control operativo demostró que la propuesta es factible y sostenible dentro del entorno de una Pyme del sector calzado.

La estandarización de la documentación operativa confirmó que los procedimientos y protocolos desarrollados son claros, auditables y compatibles con las necesidades reales de la planta. Esta consistencia documental contribuyó a reducir la ambigüedad en la ejecución de tareas y fortaleció la transferencia de conocimiento entre el personal.

La validación funcional mediante una producción controlada evidenció que los nuevos estándares permiten disminuir la ocurrencia de defectos y mejorar la estabilidad del proceso productivo.

Finalmente, los resultados confirman que la estandarización del trabajo y el control de calidad constituyen herramientas de bajo costo y alto impacto para las Pymes del sector calzado, ya que permiten optimizar el desempeño operativo, fortalecer la cultura de calidad y sentar las bases para una gestión sostenible orientada a la mejora continua.

AGRADECIMIENTO/RECONOCIMIENTO

En primer lugar, agradecemos a Dios, fuente de fortaleza y guía constante, guiando cada paso a través de sus decisiones y

obras. Sin su voluntad y acompañamiento, nada de lo alcanzado habría sido posible.

Con profundo amor y gratitud, agradecemos a nuestros padres, por su apoyo, y por impulsarnos siempre a ser mejores personas y profesionales. A la profesora María Teresa, nuestro sincero reconocimiento por su entrega, orientación y apoyo constante, tanto académico como humano, que fue clave para el desarrollo de este proyecto. Finalmente, nos agradecemos mutuamente como compañeras, porque el compromiso, la responsabilidad y la confianza compartida transformaron este reto en un camino de crecimiento y logro conjunto.

REFERENCIAS

- [1] Ministerio de la Producción (PRODUCE), *Anuario estadístico industrial, Mipyme y comercio interno 2023*. Lima, Perú: Oficina General de Evaluación de Impacto y Estudios Económicos, 2024. Disponible en: <https://ogeiee.produce.gob.pe>
- [2] Instituto Tecnológico de la Producción, “Sustancias restringidas en el cuero: ¿Una oportunidad o un desafío?,” Boletín informativo OM001, Agosto 2020. Disponible en: <https://www.gob.pe/institucion/itp/informes-publicaciones/1090448-om001-2020-sustancias-restringidas-en-el-cuero-una-opportunidad-o-un-desafio>
- [3] J. Chinchay Morales, “Propuesta de mejora para incrementar el cumplimiento de pedidos aplicando herramientas lean manufacturing en una MYPE del sector calzado en Perú,” Tesis de licenciatura, Univ. Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú, 2022. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/660528>
- [4] L. A. Martínez-Libert, A. R. Martínez-Espinal y M. F. Collao-Díaz, “Enhancing Operational Efficiency in the Peruvian Footwear Industry through Lean Manufacturing and PDCA-Kaizen Implementation,” en *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Ausburgo, pp. 974-985, Julio 2024. Disponible en: <https://ieomsociety.org/proceedings/2024germany/206.pdf>
- [5] S. E. Munive Silvestre, V. D. Paucar Chaicha, J. C. Alvarez Merino y S. Nallusamy, “Implementation of a Lean Manufacturing and SLP- based system for a footwear company,” *Production*, vol. 32, pp 1-27, Abril 2022. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210072>
- [6] J. K. Liker, *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. Nueva York: McGraw-Hill, 2004.
- [7] C. Simion, “Assessment of process stability and capability in a manufacturing organization: a case study,” 10th International Conference on Manufacturing Science and Education – MSE 2021, vol. 343, 05011, Agosto 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.1051/mateconf/202134305011>
- [8] D. S. Aldás, N. D. J. Portalanza Molina, L. P. Tierra Pérez y M. P. Barrionuevo Zurita, “Análisis de los tiempos de preparación para la reducción de desperdicios en el proceso de troquelado,” *Innova Research Journal*, vol. 3, pp. 149–160, Octubre 2018. Disponible en: <https://doi.org/10.33890/innova.v3.n10.2018.649>
- [9] H. O. Luna Pereira, L. S. Paz Montes y J. O. García Mendoza, “Uso de tecnologías en el sector calzado, cómo estrategia de competitividad,” *Mundo FESC*, vol. 12, no. 24, pp. 38–50, 2022. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=10244911>
- [10] DM. X. López-Flores, B. S. Montenegro Rodríguez, P. C. Torres Abril y E. O. Portero Jijón, “Optimización de la calidad en la producción de calzado: un estudio de variabilidad mediante la metodología Six Sigma,” *Revista Minerva*, vol. 6, no. 16, pp. 48–59, Marzo 2025. Disponible en: <https://minerva.autanabooks.com/index.php/Minerva/article/view/186>
- [11] N. Shrestha, “Proportion Defective Chart to Monitor Apparel Production Process,” *International Journal Of Engineering Business And Management*, vol. 3, no. 2, 55-59, Abril 2019. Disponible en: <https://doi.org/10.22161/ijebm.3.2.3>

- [12] I. Madanhire y C. Mbohwa, "Application of Statistical Process Control (SPC) in Manufacturing Industry in a Developing Country," *Procedia CIRP*, vol. 40, 580-583, 2016. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.137>
- [13] J. Bhamu, y K. Singh Sangwan, "Lean manufacturing: literature review and research issues," *International Journal Of Operations & Production Management*, vol. 34, no. 7, 876-940, Julio 2014. Disponible en: <https://doi.org/10.1108/ijopm-08-2012-0315>