

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Mejora de la productividad del proceso productivo de una empresa de calzado para entregar los pedidos a tiempo

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE BACHILLER EN INGENIERÍA INDUSTRIAL

AUTOR

Gabriela Enriquez Melendez

ASESOR

Marco Gregorio Baca Lopez

<https://orcid.org/0000-0003-4741-0122>

Chiclayo, 2021

Índice

Resumen	3
Abstract	4
Introducción	5
Marco teórico	6
Materiales y métodos	9
Resultados y discusión	9
Conclusiones	15
Referencias	16

Resumen

La industria del calzado es un sector importante en el Perú y el mundo, por tanto, las empresas que pertenecen a este rubro deben ser competitivas. Por tanto, la presente investigación tuvo como objetivo mejorar la productividad del proceso productivo de una empresa de calzado con el fin de entregar los pedidos a tiempo. Para ello, se realizó el diagnóstico de la empresa con un árbol de causa- efecto y se determinó que la causa raíz del problema era que la línea de producción no estaba balanceada, por lo cual, se realizaron los cálculos correspondientes con ayuda del Tack Time y se determinó la cantidad de operarios necesarios para tener una línea balanceada que pueda satisfacer la demanda requerida. Esta propuesta conllevó a contratar a 3 operarios adicionales y al realizar la simulación con el software PROMODEL se observó un aumento de la productividad en 49,15%. Seguidamente, se realizó el análisis económico considerando los gastos que implican la mejora, así como las ganancias previstas. Finalmente, se concluyó que el proyecto sí resulta viable ya que la inversión (S/ 94 432) se recupera en menos de un trimestre.

Palabras clave: Productividad, calzado, simulación, balance.

Abstract

The footwear industry is an important sector in Peru and the world, therefore, companies that belong to this area must be competitive. Therefore, the present research aimed to improve the productivity of the production process of a footwear company in order to deliver orders on time. For this, a diagnosis of the company was carried out with a cause-effect tree and it was determined that the root cause of the problem was that the production line was not balanced, therefore, the corresponding calculations were made with the help of Tack Time. and the number of operators necessary to have a balanced line that can satisfy the required demand was determined. This proposal led to the hiring of 3 additional operators and when performing the simulation with the PROMODEL software, an increase in the productivity level was observed by 49.15%. Next, the economic analysis was carried out considering the expenses involved in the improvement, as well as the expected profits. Finally, it was concluded that the project is viable since the investment (S/ 94 432) is recovered in less than a quarter.

Keywords: Productivity, footwear, simulation, balance.

Introducción

A nivel mundial, la industria del calzado sigue conservando su lugar en el mercado y creciendo, de tal forma que la producción de este producto entre los años 2010 y 2019 ha incrementado un 21,2% con una tasa de crecimiento anual del 2,2%. El consumo por continentes varía, por ejemplo, en América del sur es del 9%. [1]

El Perú, ocupa el puesto número cuatro como productor de calzado de América del Sur, por detrás de Brasil, Argentina y Colombia. Además, según la Sociedad Nacional de Industrias (SNI), para el 2018 se tenían a 3 669 empresas pertenecientes al rubro de fabricación de calzado en Perú en donde se incluyen a microempresas, empresas pequeñas y empresas grandes que concentran el 24%, 36% y 40% de la producción nacional respectivamente. [2]

La empresa de la presente investigación pertenece al sector de calzado de cuero para damas. En los últimos años, debido a la baja productividad de los procesos (principalmente en el proceso de armado), la producción se ha retrasado hasta un mes (en lo que concierne a las entregas parciales de los pedidos). Los procesos con menor cumplimiento de la producción planificada (hasta un 15%) son: armado, ensuelado y acabado, donde el primero es el cuello de botella que repercute a su vez en los dos procesos posteriores. Por tanto, debido a las constantes demoras, se viene perdiendo 1,25% de participación en el mercado. [3]

La pregunta de investigación es: ¿cómo mejorar la productividad del proceso productivo de una empresa de calzado? El objetivo general del presente trabajo mejorar la productividad del proceso productivo de una empresa de calzado con el fin de entregar los pedidos a tiempo; los objetivos específicos son: Diagnosticar el estado actual de los procesos de la empresa, simular una propuesta de mejora para incrementar la productividad usando el software ProModel y realizar una evaluación económica de la propuesta.

Marco teórico

Tamashiro y Yacarini [4] en su tesis “Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas” señalaron que el problema principal de la empresa era los pedidos no atendidos cuyas causas eran productos defectuosos (por errores en la costura y corte) y retrasos en la producción (por movimientos innecesarios y cuellos de botella). En base a esto, decidieron proponer un tiempo TAKT mejorado (de 0,96 minutos a 0,91 minutos por cada par de zapatos en el proceso de montaje) e implementar KAIZEN. También realizaron una redistribución de la planta y simularon el estado actual con el propuesto empleando el software PROMODEL, obteniendo un promedio de 431 pares de zapatos por día sin la mejora y un promedio de 497 pares de zapatos por día con la mejora. Finalmente, determinaron que el proyecto de implementación del método de manufactura esbelta fue factible y rentable, el VAN del proyecto fue positivo, S/ 69 124 soles y la tasa interna de retorno de 18,57%; además, el período de recuperación de la inversión es de 7 meses.

Pantaleón [5] en su tesis “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa de calzado” notó que la empresa tenía bajos niveles de producción y reclamos por parte de los clientes que influían negativamente en su rentabilidad por lo que su propuesta de solución la desarrolló tomando en cuenta tres herramientas: 5s, SMED y TPM. El autor concluye que la empresa puede superar las causas de sus problemas (falta de limpieza y orden, fallas en los productos, paradas no programadas en las maquinarias) haciendo uso de dichas herramientas del Lean Manufacturing.

Avila [6] en su tesis “Rediseño de procesos en el área de producción en una empresa de calzado y su efecto en la productividad” aplicó conceptos de gestión y rediseño de procesos, con el fin de analizar correctamente todo el proceso productivo, y mejorar la eficiencia de la empresa. Por tanto, se rediseñó el 83,33% del proceso productivo: corte, desbaste, perfilado, montaje y alistado; esto ayudó a reducir los defectos del producto en el proceso, y así otorgar valor agregado a los clientes internos y externos de la empresa. Finalmente, en el estudio de costo-beneficio, la obtención de un VAN mayor a cero produce una rentabilidad de 26 110,22 soles en cinco años, un TIR del 102%; lo que prueba que el proyecto es factible.

Domínguez [7] en su tesis “Mejora de la productividad de una mype fabricante de calzado infantil a través de herramientas del lean manufacturing” mencionó que la empresa Le Carré SAC ha incurrido en costos adicionales en la subcontratación de calzado debido a que lo que produce no satisface su demanda actual, traducándose en baja productividad y pérdidas

económicas. En respuesta a este problema, propuso diseñar y desarrollar un sistema de gestión integral para pequeñas, medianas y microempresas basado en el concepto de gestión de procesos y mejora continua y manufactura esbelta. De esta forma, aplicando diversas herramientas como 5S, VSM, 7 mudas, balance de línea, etc., se concluyó que las sugerencias de mejora reducen los tiempos de procesamiento, los productos defectuosos, los productos reprocesados y los productos desechados, en un 18,37%, 53,42%, 54,5% y 43,75% respectivamente. Por otro lado, la productividad aumenta un 30,46% y resulta 7,72% superior a la competencia.

Guzmán y Suárez [8] en su tesis “Implementación del lean manufacturing para reducir los productos no conforme en las áreas de montaje y acabado en el rubro de calzado” Mencionaron que las áreas de ensamblaje y acabado están desordenadas, lo que genera tiempos no productivo en el proceso, como encontrar herramientas y movimientos innecesarios. Como resultado, aplicaron herramientas de manufactura esbelta y pudieron reducir la cantidad de productos defectuosos, lo que significó la disminución de costos de un 10,92% en el área de montaje y 32,43% en el área de acabado %. La productividad en las áreas de montaje y acabado aumentaron en 5% y 13,73%, respectivamente.

Spahiu et.al. [9] en su investigación “3D Printing: An Innovative Technology for Customised Shoe Manufacturing” mencionaron que los consumidores buscan productos más personalizados y que puedan ser partícipes en el proceso de diseño. En tal sentido, las empresas deben estar a la vanguardia de la tecnología y adaptarse para ser competitivas. Para ello, se presenta un caso de estudio de rediseño de calzado en el que se implementan herramientas de diseño de ingeniería y diseño estructural topológico, en donde las aplicaciones se basan en modelos 3D que se digitalizan mediante escaneo 3D y luego se modelan con software CAD.

Addis [10] en su investigación “Study on the application of statistical quality control techniques in shoe manufacturing for quality improvements” presentó la aplicación de técnicas de control estadístico de calidad (SQC) para dar solución al reproceso y rechazo de componentes de cuero en empresa de fabricación de calzado. Los datos se recopilaban directamente del área de producción y de la base de datos de la empresa. Los datos observados se analizaron utilizando Herramientas SQC. Se utilizaron los programas Origin 8 y SPSS para el análisis. Es así que los gráficos de control revelaron que el proceso de producción de la empresa se encuentra fuera de control. Además, con un Diagrama de Pareto se determinó los tipos de defectos que ocurren con mayor frecuencia: puntadas saltadas, arrugas sin cortar e hilo sin cortar, los cuales representan el 72% del total problemas.

Sayid, Alam y Kamal [11] en su investigación “Court shoe production line: improvement of process cycle efficiency by using lean tools” realizaron la implementación de los principios del Lean Manufacturing en una industria de fabricación de calzado con el fin de evaluar la eficiencia del ciclo del proceso actual y el tiempo de espera, y de esta forma desarrollar una estrategia para mejorar estos indicadores. En el estado actual, la eficiencia del ciclo del proceso se encontró en 8,32% y después de la implementación de herramientas lean, aumentó a 19,46%; por otro lado, el tiempo de entrega se redujo en 57,24% después de haber sido evaluado por análisis de Pareto y herramientas de mapeo de flujo de valor (VSM).

Abu, Shafaul y Jakaria [12] en su investigación “Application of Six Sigma Concept in Shoe Manufacturing for Quality Improvements” mencionaron que el sector del calzado juega un rol importante en la economía de Bangladesh por su contribución a la exportación y al mercado nacional; sin embargo, su proceso de fabricación implica fuentes potenciales de defectos y fallas que pueden generar quejas y rechazos de productos. Este estudio representó una aplicación del Six Sigma para reducir errores y mejorar calidad en la producción de calzado ya que de 192 600 pares de zapatos al año, alrededor de 8 870 pares eran rechazados, lo que significaba un porcentaje de rendimiento de 96,89% que denota un nivel sigma de 3,2.

Velez, Ceballos y Sanchez [13] en su investigación “Simulation-Based Improvement Procedure for Small-Scale Shoe Manufacturing Companies” mencionaron que en muchas pequeñas empresas latinoamericanas de calzado, la fabricación se caracteriza principalmente por ser una elaboración artesanal, generando costos adicionales asociados a la escasa estandarización de la metodología, desconocimiento de procedimientos definidos, ausencia de instalaciones adecuadas para el almacenamiento de materia prima y deficiencias en el manejo del producto durante el proceso. Este artículo mostró un procedimiento de optimización para la utilización de recursos mediante la simulación de eventos discretos. Además, propusieron un procedimiento de trabajo para la estandarización de la fabricación de calzado. Los resultados mostraron que la propuesta de mejora reduce el tiempo de procesamiento del producto en más de un 40%. Además, se realizó un análisis de los costos de la implementación asociada y se mostró que la inversión proporcionará un retorno del capital en poco tiempo.

La productividad es la relación entre el producto obtenido y el insumo o factor de producción intervenido. Los indicadores de productividad representan el uso correcto de insumos, materiales e importancia durante un período de tiempo determinado. [14]

La simulación se refiere a un conjunto de métodos y aplicaciones que intentan replicar el comportamiento de un sistema real, normalmente utilizando una computadora con el software adecuado. [15]

Materiales y métodos

Primero se realizó el diagnóstico de la empresa, empleando el árbol de fallas y comparando los tiempos de ciclo actuales con el tack time (1). Se simuló por primera vez el estado actual con el Promodel.

$$Tiempo\ Tack = \frac{Tiempo\ Disponible\ en\ turno}{Requerimiento\ del\ cliente\ x\ dia} \quad (1)$$

Seguido de eso se realizó la mejora con el balance de línea, y se halló el número de operarios necesarios (2).

$$Nro\ Operarios = \frac{TE\ (min\)\ X\ indice\ de\ produccion}{nivel\ de\ confianza} \quad (2)$$

Índice de producción = (Pares requerido/día) / tiempo disponible en turno

Finalmente, se simuló la mejora y se comparó los resultados en términos de producción y costos vs ganancias. Para los costos, se sumó el sueldo de los nuevos operarios, la inversión de nuevas maquinarias y cuánto es su consumo energético; para las ganancias, se multiplicó la utilidad por la nueva producción.

Resultados y discusión

Para iniciar con el diagnóstico de la empresa se realizó un árbol causa-efecto (figura 1). En él se aprecia que una de las causas raíces es la falta de un balance de línea, el cual será el punto a mejorar en este trabajo.

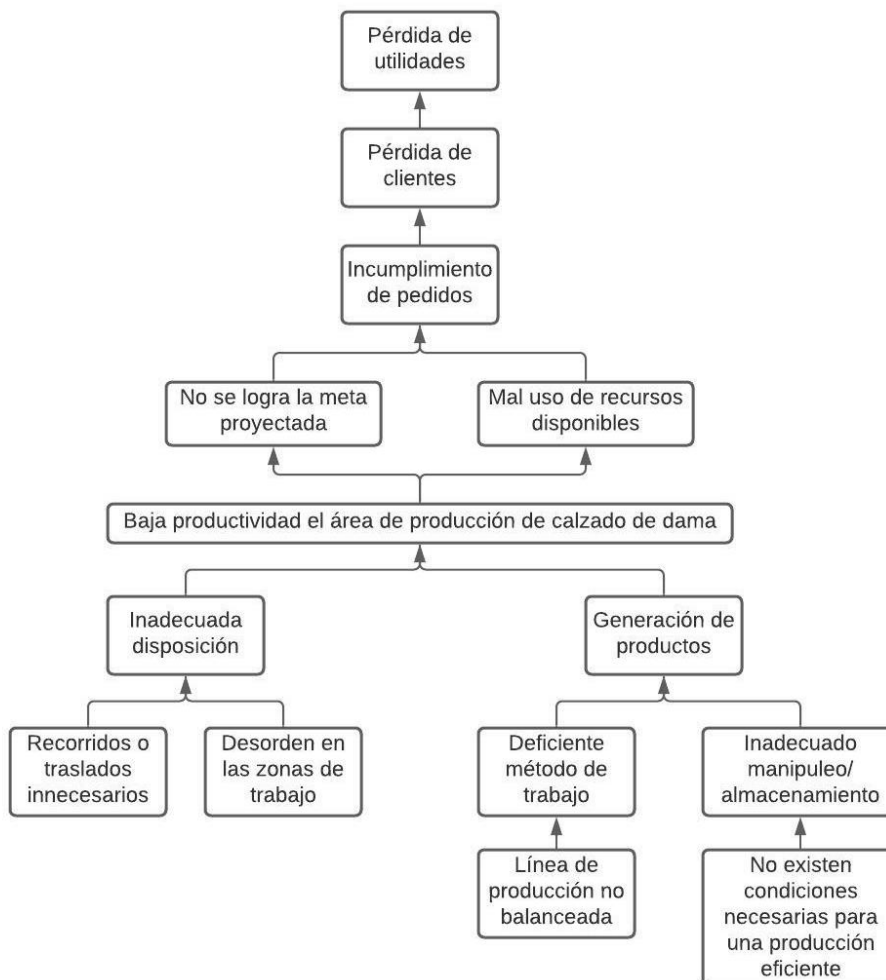


Figura 1. Árbol causa – efecto

Fuente: Elaboración propia en base a Bermejo [3]

Domínguez [7] al respecto menciona que otra causa de la baja productividad es la falta de un plan de mantenimiento a los equipos y maquinarias ya que puede ocasionar paradas en la producción o productos defectuosos. Por otro lado, respecto a las consecuencias de una baja productividad, plantea que también se pueden incurrir en costos adicionales al tercerizar la producción (con la idea de cumplir con los pedidos), lo que a su vez genera pérdida de utilidades.

En la figura 2, se detalla el diagrama de flujo de su proceso productivo.

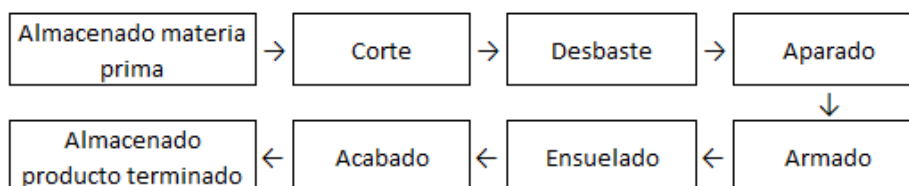


Figura 2. Proceso productivo de calzado

Fuente: Elaboración propia en base a Bermejo [3]

La empresa, como se mencionó anteriormente, no ha podido cumplir con sus planes de producción, llegando a una variación total de 3 010 pares de calzado para el 2018, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Producción de pares de calzado 2018

Procesos	Plan	Real	Variación
Corte	20 480	19 530	950
Desbaste	20 480	19 530	950
Aparado	20 480	19 470	1 010
Armado	20 480	17 470	3 010
Ensuelado	20 480	17 470	3 010
Acabado	20 480	17 470	3 010

Fuente: Elaboración propia en base a Bermejo [3]

Los tiempos por cada etapa del proceso se detallan en la tabla 2, se puede observar que el cuello de botella es el armado con un tiempo de 25,08 minutos.

Tabla 2. Tiempos de fabricación de un par de zapato

Proceso	Tiempo (minutos)	Nº de operarios
Almacenado MP	2,17	1
Corte	12,12	2
Desbaste	2,67	1
Aparado	15,63	3
Armado	25,08	3
Ensuelado	9,12	2
Acabado	10,97	2
Almacenado PT	0,50	1
TOTAL		15

Fuente: Elaboración propia en base a Bermejo [3]

Con estos datos se realizó la simulación en el software promodel (figura 3), dando una productividad de 59 zapatos/día (figura 4), considerando que un día de producción tiene 10 horas y sabiendo que la materia prima ingresa cada 9 minutos.

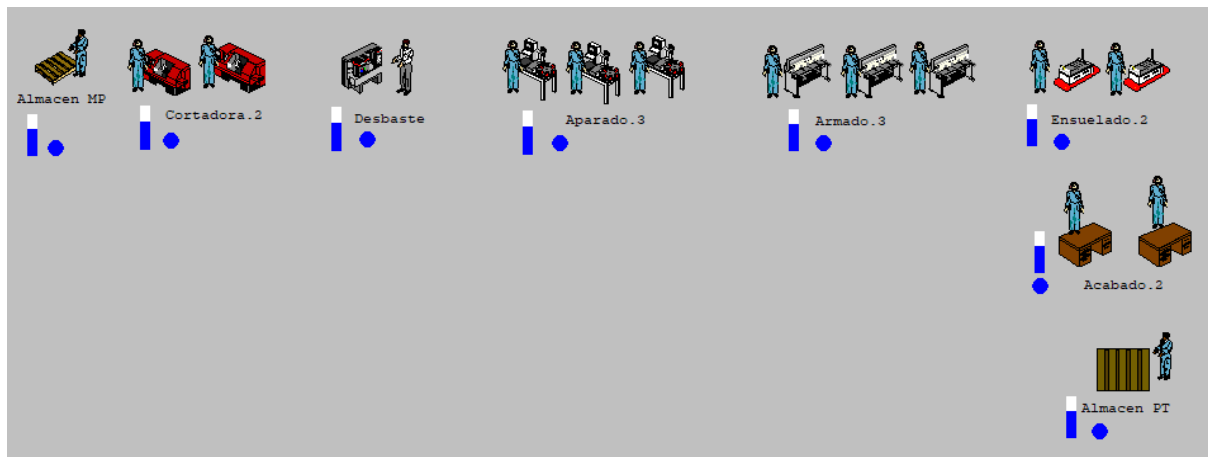


Figura 3. Simulación del estado actual

Fuente: Elaboración propia

Name	Total Exits
Materia prima	0.00
Producto procesado	0.00
Zapato	59.00

Figura 4. Total de zapatos según la simulación del estado actual

Fuente: Elaboración propia

Según la planificación de la empresa, la demanda diaria es de 80 pares al día. Considerando esto, el tack time resultó de 6 minutos/par lo que significa que se debe producir a este ritmo para satisfacer la demanda del cliente, sin embargo, en casi todas las etapas del proceso no se cumple con dicho tiempo (figura 5).

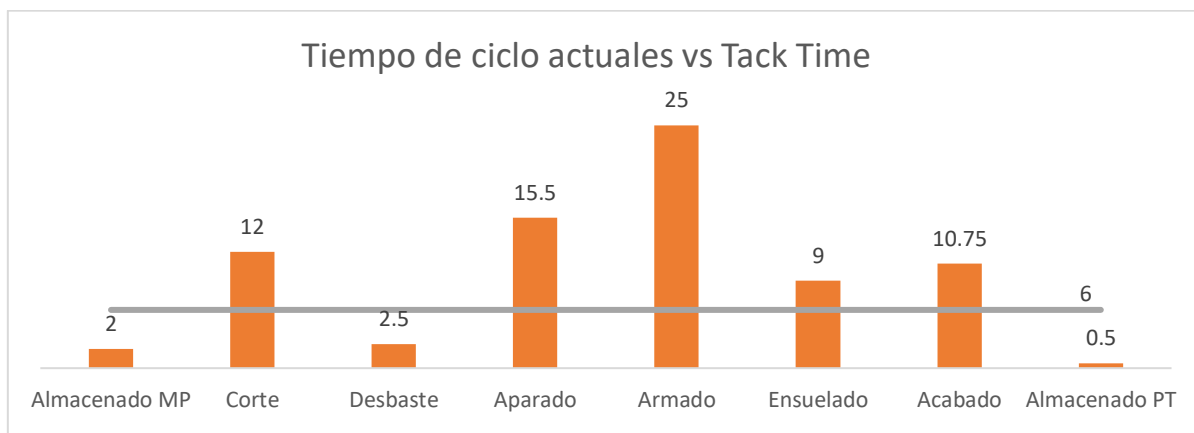


Figura 5. Tiempos de ciclo vs Tack time

Fuente: Elaboración propia

Para contrarrestar ello, se hizo el balance de línea teniendo en cuenta la producción requerida para satisfacer la demanda diaria de 80 pares. El índice de producción resultó 0,17, con estos datos se halló el número adecuado de operarios por etapa, tal como se muestra en la tabla 3.

Tabla 3. Cálculo de operarios

Proceso	Tiempo (minutos)	N° operarios teóricos	N° operarios reales
Almacenado MP	2,17	0,38	1
Corte	12,12	2,13	3
Desbaste	2,67	0,47	1
Aparado	15,63	2,74	3
Armado	25,08	4,40	5
Ensuelado	9,12	1,60	2
Acabado	10,97	1,92	2
Almacenado PT	0,50	0,09	1
TOTAL			18

Fuente: Elaboración propia

Por lo que se deben agregar 1 operario en corte y 2 en armado. Esta mejora se simuló en el software Promodel (figura 6) y se obtuvo una productividad de 88 pares/día (2 640 pares/mes) como se muestra en la figura 7.

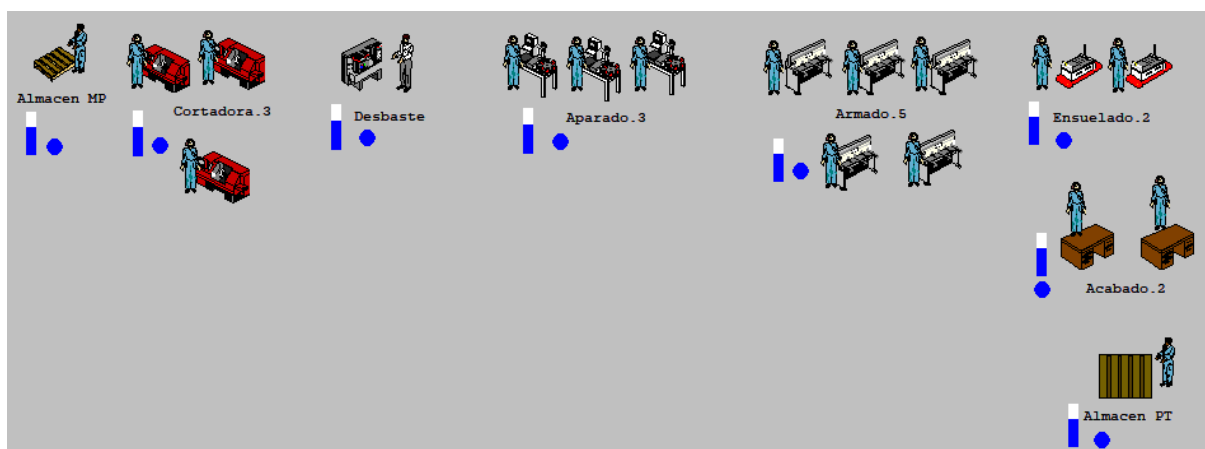


Figura 6. Simulación del estado actual

Fuente: Elaboración propia

Name	Total Exits
Materia prima	0.00
Producto procesado	0.00
Zapato	88.00

Figura 7. Total de zapatos según la simulación de la mejora

Fuente: Elaboración propia

Bermejo [3] por su parte implementó otras herramientas de manufactura esbelta como 5S, SMED y Kaizen (para la misma empresa de estudio) y obtuvo una producción de 86 pares de zapatos/día. Cabe resaltar que las 5S es uno de los pilares la aplicación de otras herramientas, pues tiene principios básicos como el orden y la limpieza, así como el trabajo en equipo.

Las ganancias planeadas al implementar la mejora se observan en la tabla 3, con un total de 95 040 soles/mes.

Tabla 4. Utilidad después de la mejora

Cálculo de utilidad por la mejora		
Nueva producción	2 640	pares/mes
Utilidad por par	36	soles/par
Utilidad total	95 040	soles/mes

Fuente: Elaboración propia

Los costos de la implementación supones los sueldos de los nuevos operarios, así como la inversión en las maquinarias que manejarán dichos empleados y el consumo energético de las mismas, lo que supone un total de 94 432 soles.

Tabla 5. Costos de la propuesta de mejora

Descripción	Costo
1 sueldo operario de cortado	930 soles/mes
2 sueldos operarios de armado	2 400 soles/mes
1 troqueladora	12 390 soles
2 máquinas de armado	74 000 soles
Energía de 1 troqueladora	637 soles/mes
Energía de 2 máquinas de armado	4 075 soles/mes
TOTAL	94 432 soles

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, restando los costos de la mejora con la ganancia prevista, para el primer mes se tiene un saldo positivo de S/ 608 y a partir del segundo mes sería de S/86 998. Al respecto, autores como Tamashiro [4], mencionan que, si se quiere implementar herramientas de Lean Manufacturing en una empresa con capacidad de producción de 497 pares al día, la inversión se puede recuperar en 7 meses; en el caso de la presente investigación, la inversión se recupera en menos de un trimestre.

Conclusiones

La empresa de calzada para damas tiene bajos niveles de productividad por diversos factores como un desbalance de línea, lo que repercute en sus niveles de producción ya que la demanda diaria planificada es 80 pares diarios, sin embargo, solo fabrica 59 pares/día.

La propuesta de mejora supone un incremento del 49,15% en la productividad de la empresa (de 59 pares/día a 88 pares/día). Para ello se hizo el balance de línea con ayuda del tack time y se concluyó que se necesitan contratar 3 operarios (1 para la etapa de corte y 2 para el armado).

Finalmente, en el análisis se vieron los costos que suponen el contrato de los 3 operarios, teniendo en cuenta las máquinas que usarán y su respectivo consumo energético, y se compararon con las ganancias. El costo de la mejora resulta S/ 94 432 y las ganancias previstas son de S/ 95 040, lo cual resulta viable ya que la inversión se recupera en menos de un trimestre.

Referencias

- [1] Revista del calzado, «Anuario del sector mundial del calzado: año 2019,» 11 Agosto 2020. [En línea]. Available: <http://revistadelcalzado.com/anuario-dsector-mundial-calzado-2019/>. [Último acceso: 6 Junio 2021].
- [2] ICEX, «Calzado en el Perú,» 25 Abril 2019. [En línea]. Available: <https://www.icex.es/icex/wcm/idc/groups/public/documents/documento/mde5/ode5/~e disp/doc2019819676>. [Último acceso: 16 Junio 2021].
- [3] J. Bermejo, «Lean Manufacturing para la mejora del proceso de fabricación de calzado para damas,» Tesis de grado, Lima, 2019.
- [4] E. Tamashiro y C. Yacarini, «Propuesta de mejora de la productividad mediante la aplicación de la metodología de Manufactura Esbelta en el área de producción de una fábrica de calzados para damas,» Tesis de grado, Lima, 2018.
- [5] Pantaleón y Victor, «Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad en una empresa de calzado,» Tesis de grado, Lima, 2020.
- [6] J. Avila, «Rediseño de procesos en el área de producción en una empresa de calzado y su efecto en la productividad,» Tesis de grado, Trujillo, 2017.
- [7] M. Domínguez, «Mejora de la productividad de una mype fabricante de calzado infantil a,» Tesis de grado, Lima, 2019.
- [8] K. Guzmán y Á. Suarez, «Implementación del lean manufacturing para reducir los productos no conforme en las áreas de montaje y acabado en el rubro de calzado».
- [9] T. Spahiu, E. Piperi, A. Ehrmann, H. Almeida, R. Ascenso y L. Vitorino, «3D Printing: An Innovative Technology for Customised Shoe Manufacturing,» *Progress in Digital and Physical Manufacturing*, pp. 171-180, 2019.
- [10] S. Addis, «Study on the application of statistical quality control techniques in shoe manufacturing for quality improvements,» *European Journal of Engineering and Technology*, vol. VII, n° 6, pp. 37-49, 2019.
- [11] A. Sayid, N. Alam y M. Kamal, «Court shoe production line: improvement of process cycle efficiency by using lean tolos,» *Leather and Footwear Journal*, vol. XVII, n° 3, pp. 135-146, 2017.

- [12] J. Abu, A. Shafaul y A. Jakaria, «Application of Six Sigma Concept in Shoe Manufacturing for Quality Improvements,» *European Journal of Advances in Engineering and Technology*, vol. V, n° 7, pp. 450-458, 2018.
- [13] D. Velez, F. Ceballos y G. Sanchez, «Simulation-Based Improvement Procedure for Small-Scale Shoe Manufacturing Companies,» *Journal of Advanced Manufacturing Systems*, vol. XVII, n° 1, pp. 23-33, 2018.
- [14] A. García, Productividad y reducción de costos: Para la pequeña y mediana industria, México: Trillas, 2011.
- [15] E. García, H. García y L. Cárdenas, Simulación y análisis de sistemas con ProModel, México: PEARSON, 2013.