

Manufacturing tools to increase the productivity of a Footwear Company

Pedro Ruiz, Ing.¹, Guillermo Linares, Dr.², Jorge Aranda, Dr.^{3*}

¹Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Cesar Vallejo, Peru, ejruizg@ucvvirtual.edu.pe,

²Departamento de Ciencias Agroindustriales, Universidad Nacional de Trujillo, Peru, glinares@unitru.edu.pe

³Programa de Formación para Adultos, Universidad Cesar Vallejo, Perú, rogeraranda28@gmail.com

*Corresponding author

Abstract. - The main objective of this study was to determine the influence of carrying out an improvement plan by applying the Lean Manufacturing tools to improve the productivity of critical processes in the women's footwear company FSHOES S.A.C. Likewise, it was sought to reduce times, improve the lack of order and cleanliness, eliminate and reduce activities that do not add value to the production process. The study began with a diagnosis of the company in order to recognize the different problems. Then, the improvements were applied with the help of Lean manufacturing tools, mainly: Kanban, 5'S, Layout, Lean Value Stream Mapping, among others. As results, a reduction in distances was obtained in the analysis of routes and an increase in activities that add value by 10.86%. Consequently, production times were shortened. In this manner, the initial productivity (20.10%) increased in positive values of 36.33% after the implementation of Lean manufacturing tools.

Keywords: Lean Manufacturing, Productivity, Lean Value Stream Mapping, 5'S, Footwear company

Digital Object Identifier (DOI):
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2021.1.1.110>
ISBN: 978-958-52071-8-9 ISSN: 2414-6390

Herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad de una Empresa de Calzado

Pedro Ruiz, Ing.¹, Guillermo Linares, Dr.², Jorge Aranda, Dr.^{3*}

¹Escuela de Ingeniería Industrial, Universidad Cesar Vallejo, Peru, ejruizg@ucvvirtual.edu.pe,

²Departamento de Ciencias Agroindustriales, Universidad Nacional de Trujillo, Peru, glinares@unitru.edu.pe

³Programa de Formación para Adultos, Universidad Cesar Vallejo, Perú, rogeraranda28@gmail.com

*Corresponding author

Resumen. - Este estudio tuvo como principal objetivo determinar la influencia de efectuar un plan de mejora utilizando herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de procesos críticos en la empresa de calzado para dama FSHOES S.A.C. Así mismo, se buscó reducir tiempos, mejorar la falta de orden y limpieza, eliminar y reducir actividades que no agregan valor al proceso productivo. El estudio inició con un diagnóstico de la empresa con la finalidad de poder reconocer los distintos problemas. Luego, se procedió a aplicar las mejoras con ayuda de las herramientas de Lean manufacturing, principalmente: Kanban, 5'S, Layout, Lean Value Stream Mapping, entre otras. Como resultados se obtuvo una reducción de distancias en el análisis de recorridos y un aumento de actividades que agregan valor en un 10.86%. En consecuencia, los tiempos de producción fueron reducidos. De esta manera, la productividad inicial (20.10%) aumentó en valores positivos de 36.33% después de la implementación de las herramientas de Lean manufacturing.

Palabras Claves: Lean Manufacturing, Productividad, Lean Value Stream Mapping, 5'S, Industria de calzado.

I. INTRODUCCIÓN

Con el paso del tiempo la manufactura del calzado presenta un crecimiento importante no solo de la región la Libertad sino también en Perú. El país ocupa el cuarto lugar como principal fabricante en calzado Sudamericano, teniendo un mercado de competencia internacional Brasil, Argentina y Colombia. El Perú exporta aproximadamente 50 millones de pares anualmente, logrando ser considerado un país estratégico para su permanencia en el mercado internacional [1].

La utilización de nuevos métodos y herramientas de clase mundial como la manufactura esbelta (Lean Manufacturing) permiten solucionar problemas de productividad y control, así como optimizar recursos con la finalidad de eliminar y/o reducir actividades que no generen valor durante el proceso, con un enfoque basado en el pensar y producir [2].

Por lo tanto, para que exista una mejora en la productividad de la organización, se propone la aplicación de herramientas Lean Manufacturing diversas. Estas herramientas permiten diagnosticar la organización y posteriormente poder encontrar los procesos críticos que afecten la productividad de la empresa, y generar propuestas factibles de mejora. Cabe resaltar que con

esto se logrará mejorar las expectativas de los clientes y a su vez obtener nuevos consumidores.

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia de efectuar un Plan de Mejora utilizando herramientas Lean Manufacturing para aumentar la productividad de procesos críticos en la industria de calzado para dama FSHOES S.A.C. Para conseguir este objetivo, se plantearon las siguientes etapas. (1) Describir los procesos productivos de calzado para dama de la empresa FSHOES. (2) Determinar el nivel de implementación inicial de la compañía empleando herramientas de Lean Manufacturing. (3) Proponer Plan de Mejora como resultado de la evaluación de procesos críticos durante el sistema productivo. (4) Implementar y medir el nivel de implementación del plan de mejora utilizando Lean Manufacturing. (5) Determinar la productividad en la organización FSHOES a partir del cálculo de la eficiencia y la eficacia antes y después de la implementación. (6) Determinar el efecto del Plan de mejora utilizando herramientas Lean Manufacturing en la productividad.

Asimismo, la hipótesis general planteada fue que al implementar un plan de mejora utilizando herramientas de Lean Manufacturing aumentará la productividad en procesos críticos del sistema operativo de la compañía FSHOES.

II. METODOLOGÍA

A. Población, muestra y muestreo

La muestra se escogió por conveniencia, al ser una población pequeña, la muestra fue igual que la población. Por tal motivo, la población está compuesta por todo el sistema operativo de inicio a fin, que intervienen en la producción de calzado de la organización FSHOES.

B. Técnicas e instrumentos de recolección

Para el desarrollo de esta investigación en la empresa FSHOES, se utilizaron técnicas y diferentes instrumentos para poder observar y recolectar los datos acordes a las variables a estudiar. Estos datos registrados, fueron posteriormente analizados y evaluados.

Los instrumentos y técnicas se presentan a continuación, en la Tabla I:

TABLA I
INSTRUMENTOS Y TÉCNICAS UTILIZADAS

Variable	Técnicas	Instrumentos
Lean Manufacturing	Observación Directa	*Check List
		* Ficha de Observación
		*Cronómetro *Hoja de registro *Hoja de Cálculo
Productividad	Análisis Documental	*Ficha de producción
	Observación Directa	**Ficha de producción

III. RESULTADOS

La empresa de Calzado FSHOES S.A.C. es una empresa familiar MYPE (Micro y Pequeña Empresa) ubicada en la Urbanización Libertad, Trujillo, Perú. FSHOES inició sus actividades hace 25 años con la finalidad de elaborar productos innovadores para dama. La fabricación de sus productos se caracteriza por la calidad en materiales y procesos; además su comercialización se realiza en ciudades como Trujillo, Lima, entre otras.

El proceso productivo está conformado por 5 áreas de trabajo, independientemente del diseño que es donde se da inicio a la creación de los modelos de calzados para luego ser producido y/o fabricado. Sin embargo, cabe mencionar que actualmente debido a coyuntura actual COVID-19, sólo trabajan 3 áreas.

Área de corte: Esta área está conformado por un solo trabajador que se dedica a troquelar, es decir, realizar el corte mediante la troqueladora manual, esto depende mucho del diseño del molde y tallas. El proceso consiste en usar una matriz que permite realizar el corte por el contorno de los diferentes materiales tales como: microporoso, etilenvinilacetato (EVA), suela de microporoso y cartón.

Área de armado: Esta área se encarga del control de los cortes tales como capelladas, plantillas, tiras, etc., posteriormente se realiza el cosido o unión minuciosa de estas mediante el uso de la máquina de coser. Una vez finalizado este proceso de ensamblado, se procede a pasar a la siguiente área correspondiente al proceso de armado. Esta área es la encargada de la unión de piezas, primero con pegamento y luego cocidas minuciosamente para dar como resultado al modelo diseñado. Actualmente no se encuentra habilitada esta área debido al COVID-19, por lo que la organización optó por tercerizar esta operación.

Área de armado: Esta área consta de 4 operarios y está dividida en 3 partes. El primer operario se encarga de verter el pegamento a las falsas (cartón) y plantas (microporoso), el segundo operario se encarga de verter pegamento a las tiras y plantillas para luego poder unirlos con las falsas y plantas. Finalmente, los 2 siguientes operadores, en estaciones distintas, se encargan de consolidar el Calzado en una sola unidad, y finalmente pasar al área de acabado.

Área de acabado: Este es el último proceso, consta de 1 operario el cual consiste en limpiar los residuos de pegamento del Calzado. Los calzados son embolsados y encajados para posteriormente ser llevados a área de almacén de producto terminado. Finalmente se distribuyen a las diferentes ciudades donde solicitan el producto.

Para determinar el nivel inicial antes de la implementación se realizó la identificación de procesos críticos haciendo uso de la herramienta Lean Value Stream Mapping (VSM). El cual consiste en identificar en primera instancia el grupo o familia de productos. Inicialmente la organización se dedicaba a la elaboración de líneas elegantes y casuales de Calzado tales como: reinas pumps (boca de pez), stiletto, botas, etc. Sin embargo, debido a la coyuntura actual, la organización se reinventó a fabricar las pantuflas “Fluff” para dama, siendo este un producto nuevo.

Para determinar los procesos críticos (cuello de botella), se efectuó el cálculo de la capacidad de producción de cada área. En base al análisis de tiempos de producción se aplicó la ecuación (1) para determinar la capacidad de producción.

$$\text{Capacidad producción del proceso de forrado} = \frac{60 \text{ min}}{17 \text{ min/par}} = 3 \text{ par/hr} \quad (1)$$

El cálculo de la capacidad de producción se refiere a la relación que puede producir una estación de trabajo, es decir, resulta el número de pares en un tiempo determinado, se muestra en la Tabla II.

TABLA II
CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (PRE-TEST)		
ÁREA	TIEMPO CICLO (min/par)	CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN (par/hr)
Corte	5	13
Habilitado	17	3
Forrado	18	3
Armado	33	2
Acabado	8	7

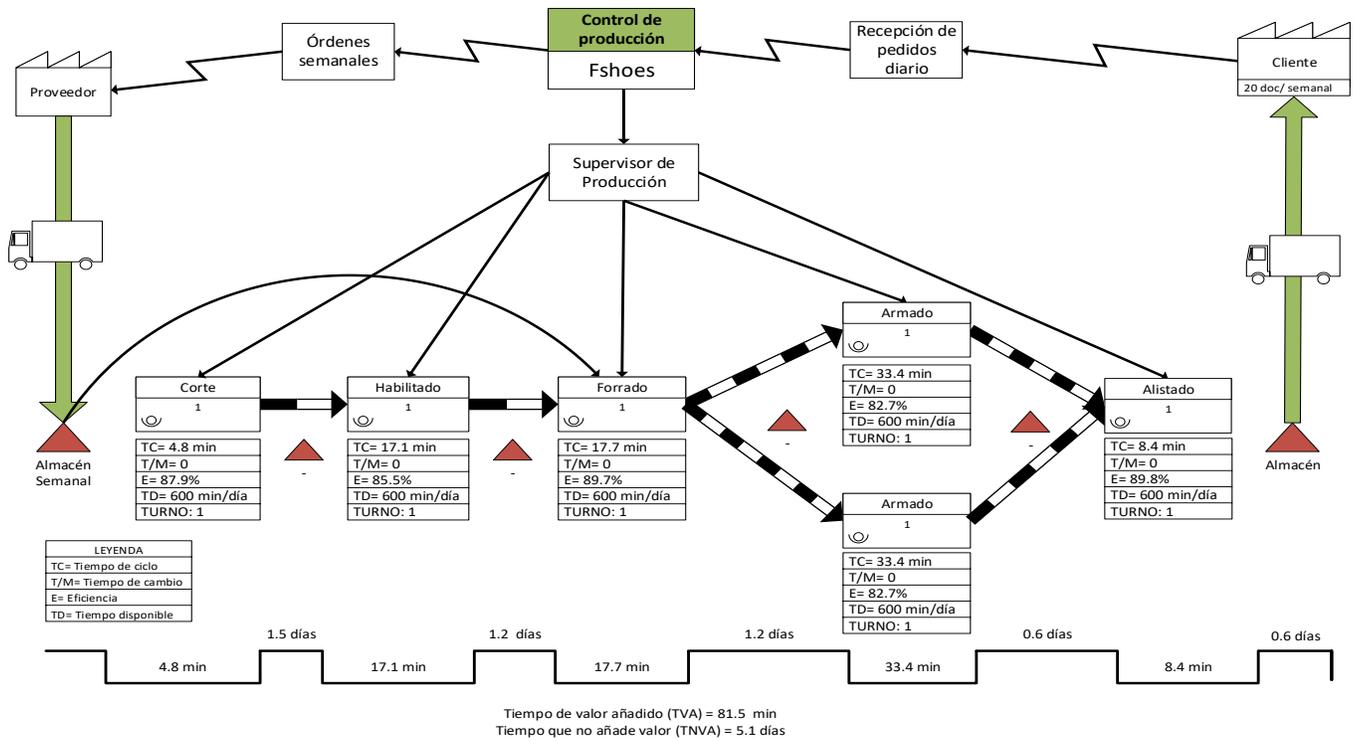


Fig. 1 Lean Value Stream Mapping (VSM) actual de la Empresa FSHOES S.A.C.

Así mismo, el VSM actual de la empresa (Fig.1) posee todos los procesos productivos que intervienen en la fabricación de calzado, identificando los tiempos de proceso, número de estaciones, operarios por estación, y la interrelación entre los procesos.

A. Análisis de Causas

En base a la observación y la entrevista con los diferentes actores de la empresa, se pudo plasmar en un diagrama de Ishikawa las causas que ocasionan problemas en la baja Productividad de la empresa FSHOES S.A.C. (Fig.2).



Fig. 2 Causas de la baja Productividad

B. Diagrama de Pareto

En base a las causas identificadas en el gráfico de Ishikawa se priorizaron las principales causas de la baja Productividad (Fig.3), para ello se utilizó como técnica la entrevista con los trabajadores de la empresa.

C. Distribución Inicial

En la Fig. 4, se muestra el layout inicial de la empresa, del análisis de esta disposición inicial se pudieron proponer estrategias de redistribución de ambientes, utilizando criterios de recorridos y transporte de personas y materiales.

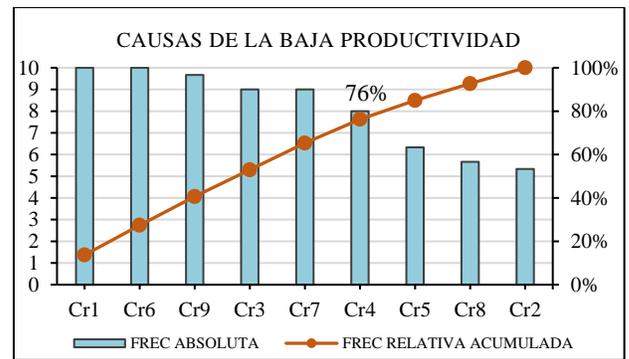


Fig. 3 Diagrama de Pareto de las causas de la baja Productividad

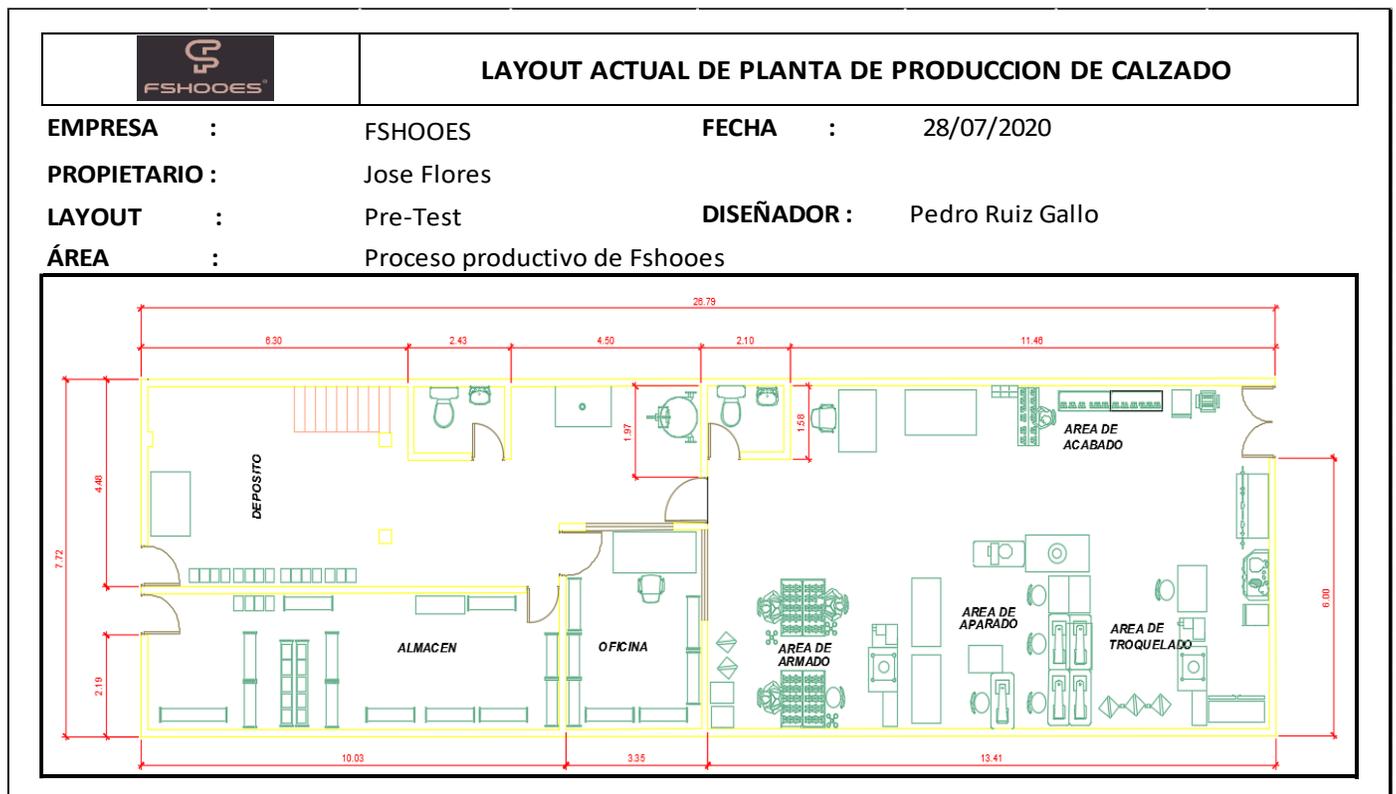


Fig. 4 Layout Inicial del Proceso Productivo de la Empresa FSHOES S.A.C.

D. Plan de Mejora

1) Herramienta Kanban

El tipo de Kanban a manejar de acuerdo a la realidad que tiene la organización, FSHOES es un Kanban de producción. Esto debido a que, en los procesos de fabricación, cada etapa es importante para seguir con la elaboración de calzado y debe llevarse un control ordenado entre los procesos, seguimiento del material, el pago de los trabajadores, y abastecimiento en cada área.

El prototipo de la orden de producción de la empresa FSHOES se muestra en la Fig. 5:

ORDEN DE PRODUCCIÓN N°		001		PLAZO DE ENTREGA DEL PEDIDO		14/08/2020	
MODELO	FS-2001	COLOR	NEGRO	MARCA	FSHOES		
HORMA	6555	SERIE	35 36 37 38 39	TOTAL			
ELASTICO	PINK	PARES	1 3 4 3 1	TOTAL	12		
OPERARIO		OPERARIO		OPERARIO		OPERARIO	
F. TERMINO		F. TERMINO		F. TERMINO		F. TERMINO	
CORTE	O.P 001	APARADO	O.P 001	ARMADO	O.P 001	ALISTADO	O.P 001
12 PARES		12 PARES		12 PARES		12 PARES	

Fig. 5 Kanban de Producción

2) Herramienta 5'S

Para evaluar el nivel de implementación de la herramienta 5'S se aplicó una lista de chequeo, este instrumento permitió evaluar las condiciones de la empresa iniciales. De los resultados de esta medición se llegaron a proponer diversas estrategias de implementación, posteriormente a la ejecución de estas estrategias, se procedió a evaluar nuevamente. La diferencia de los niveles de implementación (Pre y Post-prueba) se muestran en la Fig. 6.

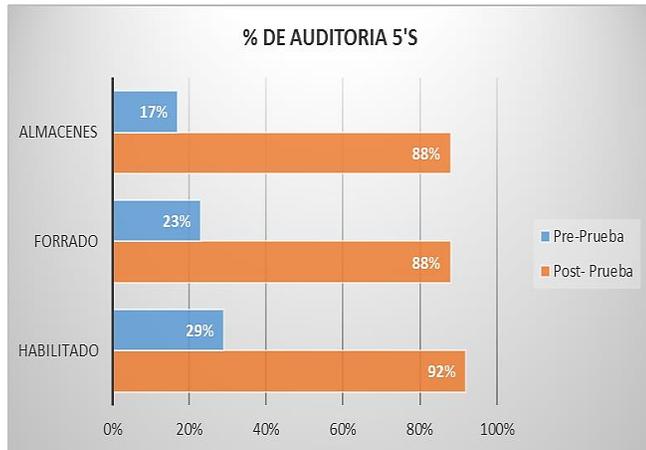


Fig. 6 Auditoria 5'S

3) Método de Richard Muther: Tabla Relacional

En este método podemos reconocer la relación que existe entre áreas, con la finalidad de poder redistribuir un planta o poder ver que tan lejos debe estar una área de otra (Fig.7).

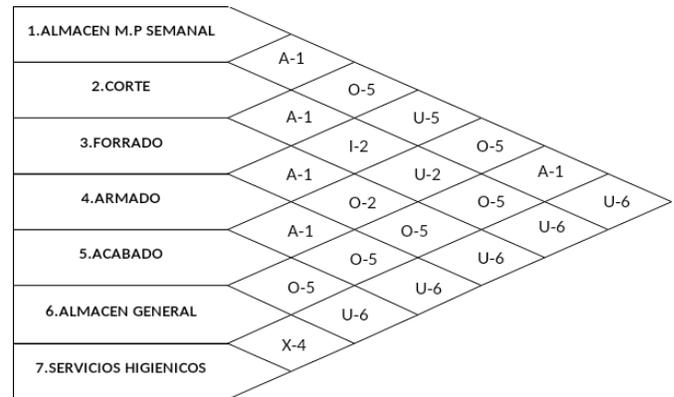


Fig. 7 Richard Muther – Tabla relacional de la Empresa FSHOES S.A.C.

4) Distribución Implementada

La implementación de estrategias de mejora asociadas a un Plan permitió a la empresa reducir los recorridos de personas y materiales, tal y como se muestra en la Tabla III

Tabla III
Distancia Recorrida Pre y Post- Test

 PROCESO PRODUCTIVO ACTUAL DE LA EMPRESA FSHOES		DISTANCIA PRE-TEST (m)	DISTANCIA POST-TEST (m)
ÁREAS DE TRABAJO		DISTANCIA PRE-TEST (m)	DISTANCIA POST-TEST (m)
Almacén general	Corte	24.23	18.03
Corte	Forrado	11.54	11.95
Habilitado	-	2.13	-
Almacén para la semana	-	13.36	-
Forrado	Armado	1.85	2.19
Armado	Alistado	11.49	5.38
Alistado	Almacén de P.T	21.50	21.17
TOTAL		86	59

La nueva distribución propuesta siguió los principios de Muther de disposición de plantas y se puede apreciar en la Fig. 8. Este layout post implementación, al disminuir los recorridos de materiales y personas entre estaciones y puestos de trabajo,

trae como consecuencia el aumento de la productividad, disminuyendo los tiempos de producción.

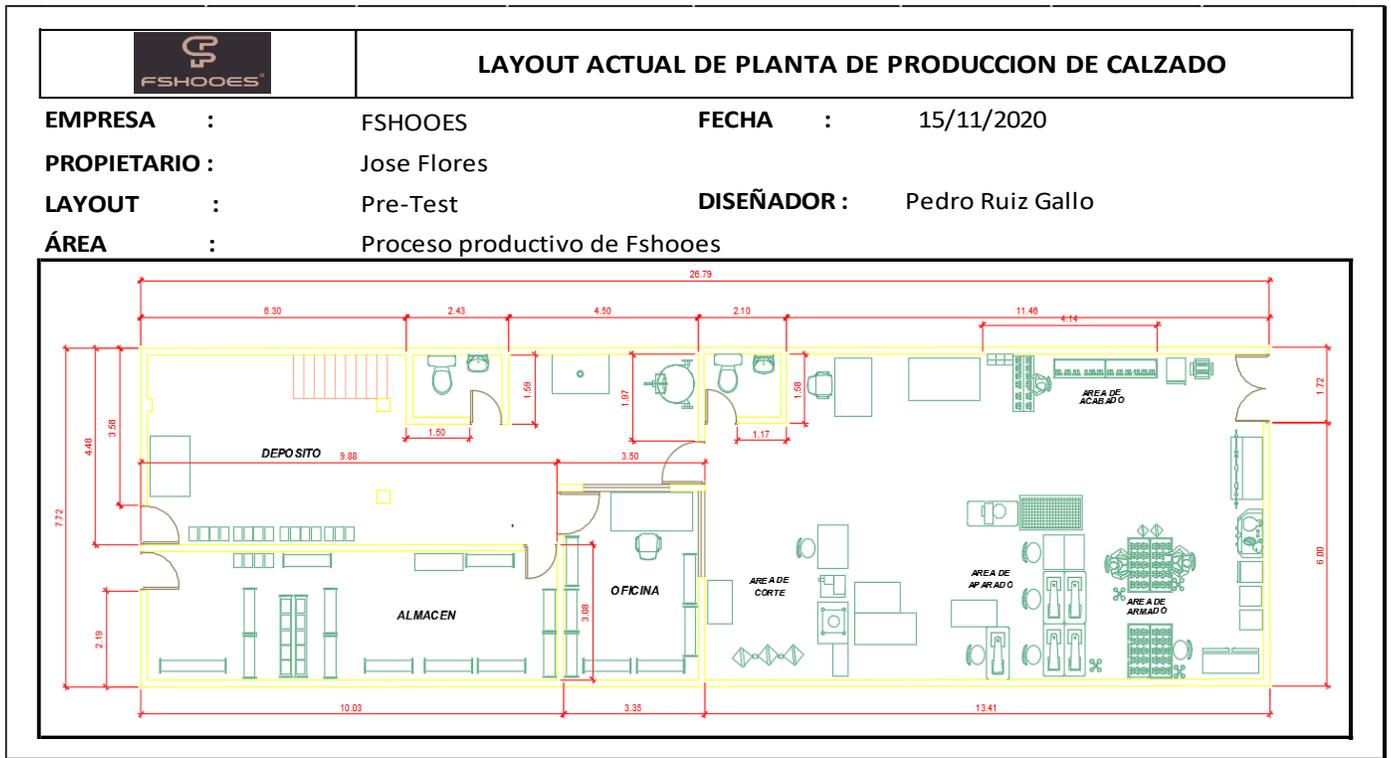


Fig. 8 Layout Post – Test

5) Value Stream Mapping

Respecto a la herramienta VSM, como se muestra en la Fig. 9, se puede apreciar una disminución de los tiempos de proceso,

así como una disminución de las operaciones o actividades que no generan valor al producto.

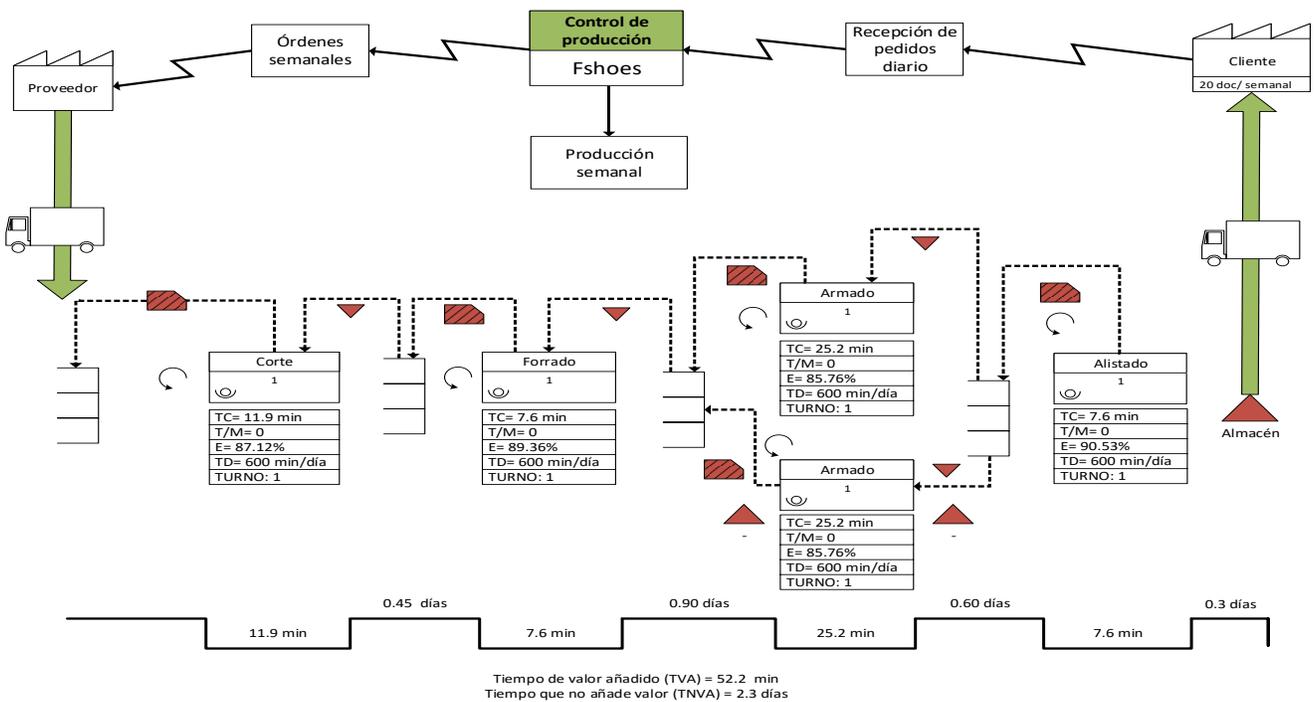


Fig. 9 VSM Post – Test

6) Productividad

Finalmente, las actividades implementadas se vieron reflejadas en la productividad de la empresa, tal y como se muestra en la Fig. 10.

En la Fig. 10, se presentan los valores antes (pre-test) y después (post-test) de la aplicación de las herramientas 5'S, Layout y VSM.

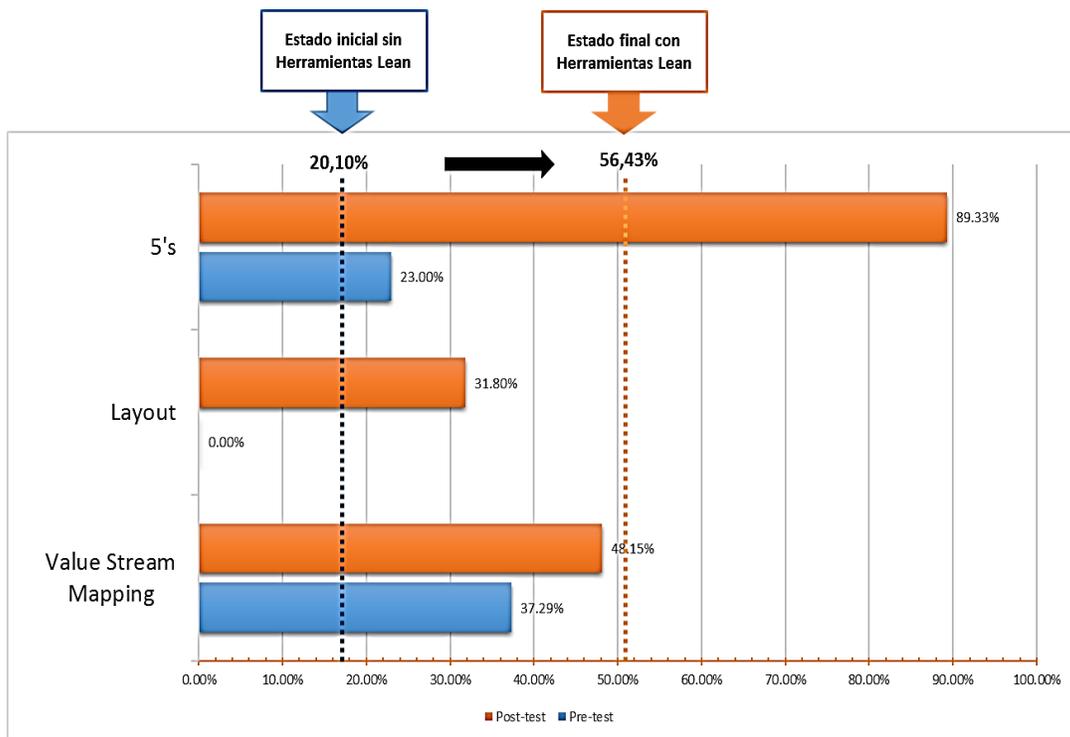


Fig. 10 Productividad Pre y Post- Test

IV. DISCUSIONES

La capacidad de producción (Tabla II) fue evaluada para verificar los procesos deficientes durante el proceso productivo de la empresa FSHOES S.A.C. En la investigación realizada por Tapia [3] en la industria manufacturera, hace mención que el Value Stream Mapping (VSM) debe ser detallado en su totalidad, es decir, se debe visualizar todo el proceso de producción, con la finalidad de mejorarlo reduciendo tiempos de producción. De la misma manera, Monzón [4], quien realizó su investigación en el mismo rubro: calzado, determinó su cuello de botella mediante la capacidad de producción, con la finalidad de obtener el proceso crítico de acuerdo a la realidad y sobre todo basado en los pares producidos en un tiempo determinado. Por lo tanto, en el presente estudio, los procesos críticos fueron evaluados con ayuda de la herramienta VSM.

La situación inicial de la organización fue analizada mediante la herramienta VSM (Fig. 1) en donde se obtuvo que el Lead Time es de 4.2 días y el tiempo de valor añadido es de 81.5 min. En el mapa de valor también se apreció las áreas que conforman parte del proceso productivo de la empresa tales como: corte, habilitado, forrado, armado y acabado. Finalmente fue posible tomar decisiones con respecto a las actividades que

no agregan valor, puesto que se suprimió las actividades innecesarias. Esta información se ve reflejada en el estudio de Rodríguez [5], quien plasmó en su investigación un VSM conformado por los procesos de fabricación, tales como: corte, perfilado, armado y alistado, también se consideró un lead time de 9.17 días y un tiempo de valor positivo de 677.70 min.

Se determinó el estudio de tiempos para estandarizar los tiempos de trabajo en los distintos procesos implicados en la fabricación de 1 docena de calzado para dama. Esto permitió graficar el diagrama de actividades (DAP) de cada área con sus respectivos tiempos estándares y tiempos que añaden y no añaden valor al proceso actual. Los valores iniciales fueron: corte 57.4 min/doc, habilitado 205.73 min/doc, forrado 213 min/doc, armado 400.7 min/doc y acabado 100.8 min/doc. Tanto los estudios de tiempo como los DAP se llevaron a cabo también al final de la implementación de las herramientas Lean Manufacturing. Los valores finales (post-test), con el fin de apreciar las mejoras en cada proceso, fueron: corte 142.4 min/doc, forrado 91.4 min/doc, armado 326 min/doc y acabado 91.3 min/doc. De los valores anteriores, se aprecia que el área de habilitado a desaparecido, es decir, se consideró unirla al área de corte con la finalidad de balancear la línea productiva. Un caso similar ha sido reportado en la literatura, donde se

realizó el DAP pre test: “corte” 1.51 h/doc, “desbastado” 0.43 h/doc, “perfilado” 4.38 h/doc, “cosido de vena” 4.31 h/doc, “armado” 4.93 h/doc y “alistado” 1.34 h/doc. y post test: “corte” 1.51 h/doc, “desbastado” 0.43 h/doc, “perfilado” 4.38 h/doc, “cosido de vena” 4.31 h/doc, “armado” 4.78 h/doc y “alistado” 1.34 h/doc, en donde el proceso crítico (cuello de botella) correspondió al área de armado donde hubo una mejora de 15 h/doc de diferencia [6].

En la investigación se determinó las causas raíz de los procesos críticos, mediante un análisis del método Ishikawa (Fig. 2), el cual permite determinar las posibles causas de un problema mediante la priorización de acciones más favorables. Para completar el análisis de las causas también utilizó el diagrama de Pareto (Fig.3) para determinar las deficiencias que están dentro del rango del 80%. El diagrama causa y efecto es la técnica adecuada para poder reconocer las distintas causas que intervengan en los problemas presentes en los procesos productivos [7], mediante un enfoque organizado del problema, para determinar aspectos significativos de los procesos críticos [8].

Se presenta como plan de mejora para el problema de distribución de planta la implementación de la herramienta Layout (Fig. 4). Esta consiste en elaborar una redistribución de los procesos, por tal motivo se realizó un diagrama de hilos con la finalidad de visualizar el flujo de material a través de las distancias recorridas por los operarios (Tabla III), para luego determinar la relación de importancia entre áreas mediante el Método de Richard Muther (Fig.7), dando como resultado una distribución en forma de U, porque permite el adecuado flujo de proceso, así como la facilidad en la supervisión (Fig. 8). El mismo método fue utilizado por Ricci, [9], en su investigación sobre redistribución de planta de la empresa Rubber S.A.C, en donde considera la relación de áreas mediante un nivel de importancia, y la cercanía o alejamiento. Finalmente afirma que es un método práctico y apto para realizar una mejora en la planta de producción.

En la investigación se presenta las herramientas Lean Manufacturing como solución para disminuir desperdicios y aumentar la productividad de los procesos productivos de la empresa FSHOES S.A.C. (Fig. 10). La herramienta Lean VSM permitió determinar el flujo correcto de material en los procesos mediante una la eliminación de actividades, el tiempo de valor añadido mejoró en 29.3 min. También intervino la auditoría 5’S, que después de realizar orden y limpieza en las áreas críticas se mejoró en un 66%. Con la herramienta Layout se obtuvo un resultado favorable del 31.80 % con respecto a la reducción de distancias. Las mejoras positivas se vieron reflejadas en la productividad de la empresa la cual ascendió de 49% al 77%, es decir, aumenta en un 28% por tal motivo podemos afirmar que las nuevas tecnologías si pueden influir de manera positiva en los procesos. De manera similar, Mulugeta [10] hace mención que la implementación de nuevas metodologías o prácticas conducen a mejorar la calidad del producto, al compromiso de trabajadores, así como la productividad de la empresa. Por otro lado, Nallusamy [11],

aplicó las herramientas Lean a una industria manufacturera con la finalidad de reducir y/o eliminar los cuellos de botella, mejorando la productividad de la empresa y tiempo de entrega del producto.

V. CONCLUSIONES

La situación actual de la empresa de calzado para dama FSHOES S.A.C determinó que la producción de las pantuflas Fluff, están compuestas por diversas actividades, de los cuales el 37 % agregan valor y que luego de implementar las herramientas Lean Manufacturing se mejoró en un 11%, es decir, aumento al 48 % de actividades que añaden valor al proceso de manufactura. Así mismo, el estudio de tiempos permitió definir el tiempo estándar pre-test de 977.58 min/doc y post test de 651.1 min/doc.

Las deficiencias encontradas durante el desarrollo de la investigación son identificadas como actividades que no agregan valor, trabajo no estandarizado, distancias recorridas excesivas, desorden y falta de limpieza en áreas críticas; formando parte de la baja productividad de la empresa. Por tal motivo para dar soluciones a los problemas anteriormente mencionados, se decidió implementar las siguientes herramientas Lean: VSM, 5’S, Kanban y Layout.

Finalmente, al concluir la investigación, se comprobó la hipótesis planteada. Es decir, se logró aumentar la productividad en los procesos críticos del sistema operativo de la empresa FSHOES S.A.C mediante la implementación de un plan de mejora utilizando herramientas de Lean Manufacturing.

Por lo tanto, al realizar el cambio de paradigma en la empresa e implementar las herramientas Lean Manufacturing, además de realizar mejoras en producción puede brindarle a la empresa FSHOES S.A.C una ventaja competitiva en el mercado, generando así clientes satisfechos.

VI. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la empresa FSHOES S.A.C. por brindar su apoyo en la ejecución del presente proyecto de Investigación y permitir hacer uso de sus instalaciones para implementar las estrategias necesarias con el fin de mejorar su Productividad.

VII. REFERENCIAS

- [1] M. Molina, Calzado en Perú. ICEX España Exportación e Inversiones, 25/04/2019 2019, 1 (1), 1-10.
- [2] K Banga, Harish, et al.” Mejora de la productividad en la industria manufacturera mediante herramientas lean”. *Materials Today: Proceedings*, 2020/06/09 / 2020, 28(P2, Part 3), 1788-1794.
- [3] J. Tapia,, *et al.* “Marco de Referencia de la Aplicación de Manufactura Esbelta en la Industria. Ciencia & trabajo”, Diciembre 2017, 19(60), 171-178.
- [4] R. C. Monzon “Propuesta de implementación de herramientas de la manufactura esbelta para reducir los altos costos operativos en la línea de producción de calzado para dama tipo balerina de la empresa de Calzado Chikitinas (Tesis parcial)”. Universidad Privada del Norte, 2019.
- [5] J. M.. Rodriguez “Implementación de Lean Manufacturing para mejorar la calidad del producto en la empresa productora de Calzado Lupita” SA-2016. *Innovacion En Ingeniería*, 01/12/2016 2016, 2(1), 10.
- [6] J. Parravicini , J. Santillan “Aplicación del estudio del trabajo en el área de armado para mejorar la productividad de la mano de obra de la empresa de calzado Catbel, 2018”. Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [7] D.Nolan P. Chapter 5 - Specialized Reviews—CHAZOP, EHAZOP, Bow-Tie Analysis, Layers of Protection Analysis, Safety Integrity Level, Fishbone Diagram, and Cyber Security Vulnerability Analysis. In NOLAN, D.P. ed. *Safety and Security Review for the Process Industries (Fourth Edition)*. U.S.A: Gulf Publishing Company, 2015, vol. 4, p. 17-27.
- [8] K Lemler , W Semke “The reduction of modal sensor channels through a pareto chart methodology”. *Journal of Sensors*, 14/07/2015 / 2015, 2015(1), 10.
- [9] R.F. Ricci,”Aplicación de la redistribución de planta para mejorar la productividad en EVC Rubber SAC, Lima, 2017”. Universidad Cesar Vallejo, 2017.
- [10] L. Mulugeta “Productivity improvement through lean manufacturing tools in Ethiopian garment manufacturing company”. *Materials Today: Proceedings*, 2020/08/05/ 2020.
- [11] S. Nallusamy “Execution of lean and industrial techniques for productivity enhancement in a manufacturing industry”. *Materials Today: Proceedings*, 2020/06/18/ 2020.