

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.480>

Aplicación de la Metodología Lean en la Gestión Empresarial

Application of the Lean Methodology in Business Management

Liliana Agustini Paredes

UNMSM

lagustinip@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0003-4822-0080>

Lima – Perú

Oscar Tinoco Gómez

UNMSM

otinocog@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/000-0002-7927-931x>

Lima – Perú

Pedro Rosales López

UNMSM

prosalesl@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-8115-6431>

Lima – Perú

Francisco Valladares Conde

francisco98958434@yahoo.es

<https://orcid.org/0000-0002-7332-364X>

Lima – Perú

Wiler Ponce Benites

UNMSM

wponceb@unmsm.edu.pe

<https://orcid.org/0000-0002-0341-3869>

Lima – Perú

Artículo recibido: 7 de marzo de 2023. Aceptado para publicación: 11 de marzo de 2023.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La Aplicación de las Metodologías Lean, connota mejoras y logros de metas dentro de la efectividad de la Gestión Empresarial. El objetivo de los investigadores consistió en explorar y describir las tendencias de uso de las metodologías Lean, en cuanto a los resultados de la aplicación de las herramientas Lean. Para lo cual los autores revisaron las aplicaciones lean en cincuenta artículos publicados en los últimos cinco años, el método de análisis fue cualitativo y cuantitativo. De los artículos revisados por los autores, 20% corresponden al Perú. En cuanto a la aplicación de las herramientas Lean; Kanban con 18%, SMED 8% y Trabajo Estandarizado 2%. Las aplicaciones de la Metodología Lean, los autores comprobaron que se realizan en Operaciones 72%. En base a esta revisión de la literatura, los autores se plantearon la siguiente pregunta; ¿la implementación de las herramientas Lean proporcionan el mismo impacto en el tiempo de producción? Para lo cual se desarrolla la presente investigación con el siguiente


objetivo: Determinar si la implementación de las herramientas Lean tienen el mismo impacto en el tiempo de producción. Para cumplir el objetivo, se seleccionó un caso, es decir una empresa que fabrica y comercializa plásticos, específicamente en su planta de impresión de etiquetas adhesivas, también se seleccionaron tres herramientas Lean, para ser implementadas, como son; Cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED), Tarjeta Visual (Kanban), Trabajo Estandarizado (TE). La Conclusión a la que llegaron los autores, es que la Implementación de las Herramientas Lean, generan un impacto diferente, en el tiempo de producción.

Palabras clave: metodologías lean, gestión empresarial, tendencias de aplicaciones lean

Abstract

The Application of Lean Methodologies connotes improvements and achievement of goals within the effectiveness of Business Management. The objective of the researchers was to explore and describe the trends in the use of Lean methodologies, in terms of the results of the application of Lean tools. For which the authors reviewed the read applications in fifty articles published in the last five years, the method of analysis was qualitative and quantitative. Of the articles reviewed by the authors, 20% correspond to Peru. Regarding the application of Lean tools; Kanban with 18%, SMED 8% and Standardized Work 2%. The authors verified that the applications of the Lean Methodology are carried out in Operations 72%. Based on this review of the literature, the authors asked themselves the following question; Does the implementation of Lean tools provide the same impact on production time? For which the present investigation is developed with the following objective: Determine if the implementation of Lean tools have the same impact on production time. To meet the objective, a case was selected, that is, a company that manufactures and markets plastics, specifically in its adhesive label printing plant, three Lean tools were also selected to be implemented, such as; Matrix change in less than 10 minutes (SMED), Visual Card (Kanban), Standardized Work (TE). The conclusion reached by the authors is that the Implementation of Lean Tools generates a different impact in production time.

Keywords: lean methodologies, business management, lean application trends

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons . 

Como citar: Paredes, L. A., Tinoco Gómez, O., Rosales López, P., Valladares Conde, F., & Ponce Benites, W. (2023). Aplicación de la Metodología Lean en la Gestión Empresarial. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 4(1), 3175–3189. <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.480>

APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN EN LA GESTIÓN EMPRESARIAL

En este mundo globalizado y cada vez más competitivo se han realizado diversas investigaciones, realizadas en empresas de todo tamaño, tanto en países industrializados como en los países que aún no cuentan con una industria avanzada. Las empresas representan el pilar importante en la economía del país, ya que representan una parte importante de los procesos económicos, generan empleo y prosperidad. Estas empresas son consideradas organizaciones flexibles y adaptables ante los entornos competitivos; sin embargo, requieren ayuda para superar sus debilidades y desarrollar sus fortalezas y así competir en mejores condiciones en los mercados globalizados (Arteaga, 2019, p.3).

Varios investigadores han realizado importantes aportes utilizando técnicas con enfoque difuso, debido a la incertidumbre de la información para evaluar el desempeño, sin mostrar un indicador integral (Vinajera-Zamora, 2020, p.326) por esta razón, los autores han propuesto indicadores comparables entre sí, al momento aplicar las herramientas Lean.

Desde la década del 70, que es cuando se comienza a utilizar el método de Lean Manufacturing, el cual tiene como objetivo el eliminar actividades innecesarias en el proceso de fabricación de un producto, logrando la consumación de una nueva forma de trabajar (Vargas-Hernández, 2018, p.83), entonces los autores de esta investigación consideraron que el tiempo es un recurso que no se puede desperdiciar, por lo tanto la investigación trata de comparar diversas herramientas Lean, para encontrar aquella que impacta más en el tiempo de producción.

La aplicación de las herramientas Lean involucra a los trabajadores en todos los niveles de una empresa, y se requieren de buenos procesos de comunicación para garantizar el flujo del proceso. El principal desafío es asegurar la aceptación e implementación de los cambios por parte de todos los actores en todos los niveles. Hay varias causas para el fracaso de un proyecto o cambio, pero una característica común es la falta de atención sobre cómo implementar el cambio en relación con los seres humanos y sus peculiaridades. El fracaso al implementar una herramienta Lean a menudo se debe a la resistencia de los trabajadores para comprometerse con la herramienta y adoptar los comportamientos necesarios para lograr el objetivo de implementar la herramienta Lean (Castro, 2019, p.2/14).

La implementación de Lean Manufacturing en la industria tiene muchos retos y dificultades, esto se debe al bajo nivel de implementación de la cultura de mejora permanente en las empresas y la falta de tiempo para realizar proyectos, cuyo resultado no es inmediato. En la industria alimenticia, por ejemplo, el factor clave para implementar técnicas Lean es el compromiso gerencial, el liderazgo y apoyo económico, de la misma. Los proyectos de mejora se inician debido a la presión del mercado y los competidores (Castro, 2019, p.2/9).

Los autores de la investigación seleccionaron una empresa, para implementar tres herramientas Lean y comparar el impacto que cada una de ellas representaba en el tiempo de producción. La empresa se encuentra ubicada en Lima, pertenece al rubro de fabricación de plásticos, contiene tres divisiones, los autores de la investigación determinaron realizar la implementación de las herramientas Lean en la división en la cual se cuenta con una planta etiquetadora, donde se fabrican etiquetas adhesivas sin impresión. La planta fabrica etiquetas adhesivas y tiene una línea de etiquetas adhesivas sin impresión, el producto estrella, son las etiquetas sin ningún tipo de diseño. Las etiquetas presentan características de fabricación, los cuales son definidos según el requerimiento del cliente, por ejemplo; la Dimensión de la etiqueta, el Numero de Columnas de impresión, el Tamaño del núcleo que es el diámetro del tuco en el cual llegan el papel adhesivo, el Espacio de separación entre etiquetas, el Talonado que es el pre-corte entre etiquetas y los Cortes especiales que el cliente puede solicitar.

La empresa presentaba problemas en su línea sin impresión, que se reflejaban en la pérdida del posicionamiento en el mercado. Se realizaron actividades de diagnóstico de la situación real de la empresa, que no se encuentran en el alcance de la investigación, en la cual se encontraron tres factores que determinaban la pérdida de competitividad en el mercado, como son: Altos tiempos de cambio de producto, Espera a los materiales auxiliares y Alto tiempo de ciclo estándar.

Los autores de la investigación, entonces determinaron implementar tres herramientas Lean para superar estos factores y devolver la competitividad de la línea de producción, estas herramientas fueron; Cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED), Tarjeta Visual (Kanban) y Trabajo Estandarizado (TE). Los resultados de la implementación fueron positivos, la implementación de las herramientas dio resultado al superar las restricciones de los tres factores. Los autores de la investigación se propusieron el objetivo de determinar si las tres herramientas presentaron el mismo impacto en la implementación.

MÉTODO

En la metodología Lean existen muchas herramientas que se pueden aplicar. En la presente investigación se seleccionó un caso, en el cual se aplican tres herramientas diferentes, con la finalidad de determinar si independientemente de la herramienta utilizada, el impacto en los resultados es el mismo. Se tomaron dos muestras, antes y después de la implementación de las herramientas Lean, los datos obtenidos en la muestra pre-test y en la muestra post-test, fueron analizados y procesados de tal forma que se pudieran comparar entre sí, para ver el impacto en el tiempo de producción de la empresa.

El método Lean Manufacturing implica entre otras cosas la mejora constante de las operaciones, por lo tanto, se adopta como filosofía para el presente diseño del plan estratégico, considerando que, de acuerdo a las aplicaciones en otros países, las herramientas de Lean Manufacturing son aplicables a cualquier tipo de industria, creando una cultura organizacional que implica la participación total y compromiso entre directivos, gerentes y operarios para alcanzar eficiencia en la producción (Malpartida, 2020, p.78).

Fundamentalmente el sistema basado en el Lean Manufacturing, implica la atenuación en la emisión de desechos o desperdicios en los tiempos necesarios en la producción. Se identifican cinco principios o criterios que conducen a la implementación del sistema Lean Manufacturing: (1) Definir el valor del producto, es decir aquello que dentro de la operación de la empresa agrega valor para el cliente, de esta manera, producir lo que realmente percibe como valor. (2) La definición e identificación del flujo del proceso, es decir, las operaciones que intervienen en el cumplimiento con los requisitos del cliente, teniendo en cuenta que cada una de estas debe añadir valor, y aquellas que no lo hagan deberán ser minimizadas, modificadas o eliminadas del proceso de trabajo. (3) Crear flujo continuo, sin interrupciones, y así conseguir que el producto fluya agregando valor. En este sentido, la totalidad de las fases deben ser mapeadas considerando todos los niveles del proceso productivo. (4) Una vez fijado el esquema de flujo continuo, se debe introducir un sistema que se centre en el requerimiento del cliente, siendo este el eje central del proceso. (5) Es importante esforzarse por la perfección al igual que gestionarla adecuadamente, lo que conlleva a entregar a tiempo el producto, cumpliendo con los requerimientos del cliente a un precio justo y calidad deseada, estableciendo actividades de mejora permanente. (Malpartida, 2020, p.81-82).

La aplicación de las herramientas Lean, incorpora múltiples conceptos destacados. Tal vez uno de los más relevantes es el desperdicio. Múltiples desperdicios pueden ser identificados en un proceso. En la Tabla 01, se identifican los 8 tipos de desperdicios y su relación que tienen con el tiempo de producción (Mejía, 2019, p.2).

Tabla 1

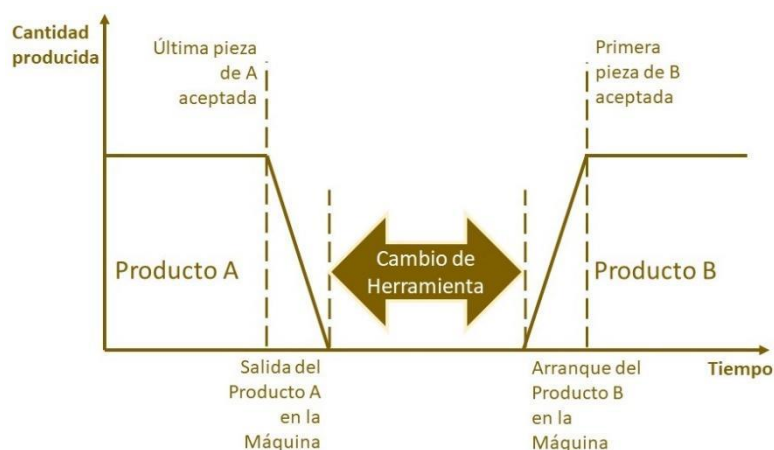
Desperdicio en un proceso productivo

DESPERDICIO	DESCRIPCIÓN	RELACIONADO CON EL TIEMPO DE PRODUCCIÓN
Sobreproducción	Hacer el producto antes, más rápido o en cantidades mayores a las requeridas por el cliente, ya sea interno o externo	Si
Demoras o tiempo de espera	Operarios o clientes esperando por material de información	Si
Inventario	Almacenamiento excesivo de materia prima, en proceso o terminada.	No
Transporte	Mover material en proceso o producto terminado de un lado a otro.	Si
Defectos	Reparación de un material en proceso o repetición de un proceso	Si
Desperdicios de procesos	Esfuerzo que no agrega valor al producto desde el punto de vista del cliente.	Si
Movimiento	Cualquier movimiento de personas o máquinas que no agreguen valor al producto o servicio.	Si
Subutilización del personal	Cuando no se utilizan las habilidades y destrezas del personal (habilidad creativa, física y mental)	Si

El Cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED), es una metodología utilizada para la reducción de los tiempos de preparación. Implica cambios en cuanto a las herramientas en un solo dígito por minuto, es decir por debajo de 10 minutos, siendo el tiempo de cambio el que transcurre desde que sale la última pieza del lote anterior hasta que sale la primera pieza del nuevo lote (Malpartida, 2020, p.83). Se encargan de disminuir los tiempos de cambio en la preparación de máquinas. De modo que se pueda aprovechar los tiempos productivos para reducir los inventarios. Asimismo, fabricar varios modelos en una misma línea de producción (Juan de Dios, 2021, p.92). En la Figura 01 se muestra gráficamente en qué consiste el SMED, en la siguiente figura.

Figura 1

Ciclo de cambio de Modelo



El Trabajo Estandarizado (TE), es una herramienta, que permite estandarizar las operaciones, para lo cual se establece la línea base para evaluar y administrar los procesos y evaluar su desempeño. Al tener documentación estandarizada se asegura que la secuencia de las acciones del operador sea repetible, apoya el control visual, es una herramienta para iniciar acciones de mejora, asegura operaciones más seguras y efectivas (Malpartida, 2020, p.83).

La Tarjeta Visual (Kanban), es un sistema de control y programación sincronizada de la producción basado en tarjetas. Las instrucciones van de un proceso a otro y están en función de los requerimientos del cliente, es decir, se produce solo para un cliente y no para un inventario. Es importante destacar que dentro de los beneficios que se le pueden atribuir a la implementación de esta programación, están los vinculados a la reducción del inventario, mejora el flujo, previene la sobreproducción, controla en el lugar del nivel de operaciones, crea una programación visual y administración del proceso. Además, se puede destacar dentro de sus beneficios que, minimiza el riesgo de inventario obsoleto e incrementa la habilidad para administrar la cadena de suministro (Malpartida, 2020, p.85).

En la Tabla 02 se muestra un resumen de la herramienta Lean que se pueden utilizar para resolver los diferentes tipos de desperdicio que se han identificado (Ikumapayi, 2020, p.3278).

Tabla 2

Resumen de herramientas Lean utilizadas para resolver diferentes tipos de desperdicio

DESPERDICIO	METODOLOGÍA LEAN			
	SMED	TRABAJO ESTANDARIZADO	KANBAN	OTRAS
Sobreproducción			X	X
Existencias excesivas			X	X
Errores y defectos en la calidad de productos				X
Movimientos innecesarios		X		X
Esperas	X			X
Procesamiento excesivo		X	X	
Empleo potencial sin explotar				X
Transporte innecesario			X	

Para la implementación de las herramientas Lean, se preparó un Plan de Mejor. La empresa debe cumplir con sus objetivos y poner en marcha un plan con el fin de detectar las debilidades atacarlas y proponer posibles soluciones a los problemas encontrados. Un plan de mejora es un mecanismo que permite la identificación de riesgos e incertidumbres para lograr las metas propuestas y trabajar hacia soluciones que produzcan mejores resultados. Para ello, se propuso seguir un proyecto de mejora, como el siguiente: (a) Determinar el proceso o problema que se necesita mejorar. (b) Determinar la causa del problema. (c) Precisar los objetivos generales de la compañía. (d) Precisar los planes y actividades de desarrollo. (e) Proyectar y dar continuidad a las actividades. Asimismo, se debe considerar el estudio interno y externo de la empresa por tanto se debe determinar el marco temporal para su ejecución. El principio básico de la manufactura esbelta hace referencia a que el producto, servicio y sus propiedades deben coincidir con los deseos del cliente y con ello su satisfacción (Juan de Dios, 2021, p.94).

La formulación de la propuesta de investigación o visión específica del caso de estudio se definió a partir de los artículos relacionados al problema que se mostró en la introducción al tema, donde se obtuvo información precisa y adecuada para la creación de una solución de mejora. En la Figura 02 se muestran las cuatro fases a través de las cuales se abordó el estudio del caso, desde

la elección de la empresa a la ejecución de la propuesta de investigación (Silvestre, 2022, p.11/27).

Figura 2

Diseño de las fases de las metodologías propuestas



Por supuesto que la propuesta de investigación considera el menor costo, como también el menor tiempo. Asimismo, según como lo describen, el corazón del sistema es la integralidad, la cual está conformada por aquellos miembros de equipo flexibles, que estén motivados, y a su vez busquen de forma continua una mejor manera de hacer las cosas. En la Figura 03 se muestra las acciones y herramienta que se han de implementar para la adopción del Lean Manufacturing según el modelo de producción de la empresa Toyota (Malpartida y Tarmeño, 2020, p.54)

Figura 3

Adaptación de la casa Toyota



Teniendo en cuenta el volumen de información que se generó en la empresa por motivo de la investigación, demuestra una de las importancias de este artículo de investigación, en cuanto a la utilización de la estadística descriptiva, para caracterizar a las variables de estudio y la utilización de la estadística multivariada, para el análisis e interpretación de los resultados

procesado, de tal forma que se puedan llegar a conclusiones basadas y demostradas en la hipótesis estadísticas (Silva, 2019, p.6/14).

RESULTADOS

En cuanto al primer problema presentado en el caso de aplicación de Lean; Reducir los tiempos de cambios de producto en la línea de producción sin impresión de la planta etiquetadora, se consideró aplicar el método Cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED). Se tomó el tiempo de cambio de producto, acumulado por semana, tanto para la muestra pre-test y post-test. Los datos se muestran en la Tabla 03. Para lograr un valor equivalente, que pudiera ser comparable con las otras Herramientas Lean, se consideró como medida base, el tiempo disponible para determinar la capacidad de producción; 12 horas diarias, por 6 días a la semana, considerando que la hora es de 60 minutos, tenemos 4320 minutos, como tiempo base, entonces se expresa el tiempo de cambios de producto en la línea de producción como un índice, tal como se aprecia en la siguiente fórmula.

$$I_i = \frac{t_i}{TB_i}$$

En la cual *i* es la Herramienta Lean utilizada, *I* es el índice de tiempo para esa herramienta, *t* es el tiempo medido en la muestra y *TB* es el tiempo base utilizado. Como se tiene una muestra pre-test y una muestra post-test, se encuentra la diferencia o mejora de la implementación de la herramienta Lean, de esta forma se encuentra la mejora de la aplicación de la herramienta Lean, con respecto al tiempo base, según la fórmula.

$$IndiceMejora = IndicePreTest - IndicePostTest$$

Tabla 3

Tiempo de Cambio de Producto

Semana	Minutos			Índice Semanal (12h*60m*6d)		
	Pre-Test	Post-Test	Diferencia	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
1	626	370	256	0.1449	0.0856	0.0593
2	367	189	178	0.085	0.0438	0.0412
3	647	374	273	0.1498	0.0866	0.0632
4	695	278	417	0.1609	0.0644	0.0965
5	565	379	186	0.1308	0.0877	0.0431
6	985	564	421	0.228	0.1306	0.0974
7	625	370	255	0.1447	0.0856	0.0591
8	771	376	395	0.1785	0.087	0.0915
9	540	284	256	0.125	0.0657	0.0593
10	126	95	31	0.0292	0.022	0.0072
11	435	187	248	0.1007	0.0433	0.0574
12	486	284	202	0.1125	0.0657	0.0468
13	1453	563	890	0.3363	0.1303	0.206
14	470	281	189	0.1088	0.065	0.0438
15	343	189	154	0.0794	0.0438	0.0356
16	1030	559	471	0.2384	0.1294	0.109
17	895	380	515	0.2072	0.088	0.1192
18	379	195	184	0.0877	0.0451	0.0426

Fuente: Elaboración propia.

Para el segundo problema en el caso de aplicación Lean, que es mejorar los tiempos de espera de materiales auxiliares en la línea de producción sin impresión de la planta etiquetadora, se consideró aplicar el método Kanban. Se tomó el tiempo de espera de materiales auxiliares en la línea de producción sin impresión, acumulado por semana, tanto para la muestra pre-test y post-test. Al igual que el problema anterior la muestra pre-test corresponden a 18 semanas anteriores a la aplicación de la herramienta Lean. Los datos se muestran en la Tabla 04. Para lograr un valor equivalente, que pudiera ser comparable con las otras Herramientas Lean, se consideró el mismo procedimiento ya descrito y utilizado para la Tabla 03.

Tabla 4

Tiempo de espera a Materiales Auxiliares

Semana	Minutos			Índice Semanal (12h*60m*6d)		
	Pre-Test	Post-Test	Diferencia	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
1	105	75	30	0.024306	0.017361	0.006945
2	56	41	15	0.012963	0.009491	0.003472
3	105	75	30	0.024306	0.017361	0.006945
4	81	58	23	0.01875	0.013426	0.005324
5	104	74	30	0.024074	0.01713	0.006944
6	155	111	44	0.03588	0.025694	0.010186
7	107	77	30	0.024769	0.017824	0.006945
8	105	76	29	0.024306	0.017593	0.006713
9	81	58	23	0.01875	0.013426	0.005324
10	30	22	8	0.006944	0.005093	0.001851
11	56	39	17	0.012963	0.009028	0.003935
12	81	58	23	0.01875	0.013426	0.005324
13	160	115	45	0.037037	0.02662	0.010417
14	81	58	23	0.01875	0.013426	0.005324
15	55	40	15	0.012731	0.009259	0.003472
16	158	114	44	0.036574	0.026389	0.010185
17	124	92	32	0.028704	0.021296	0.007408
18	55	40	15	0.012731	0.009259	0.003472

Para el tercer problema en el caso de aplicación Lean; mejorar el tiempo de ciclo estándar en la línea de producción sin impresión de la planta etiquetadora, se consideró aplicar la herramienta de trabajo estandarizado (TE). Se tomó el tiempo de ciclo estándar en la línea de producción sin impresión, acumulado por semana, tanto para la muestra pre-test y post-test. La muestra post-test corresponde a 18 semanas posteriores al inicio de la aplicación de la herramienta Lean, es decir que se consideran tres meses entre la muestra pre-test y la muestra post-test, de tal forma que los tres meses correspondan al periodo de implementación de la Herramienta Lean. Los datos se muestran en la Tabla 05. Para lograr un valor equivalente, que pudiera ser comparable con las otras Herramientas Lean, se consideró el mismo procedimiento ya descrito y utilizado para la Tabla 03.

Tabla 5

Tiempo de Ciclo

Semana	Minutos			Indice Semanal (12h*60m*6d)		
	Pre-Test	Post-Test	Diferencia	Pre-Test	Post-Test	Diferencia
1	3736	3376	360	0.8648	0.7815	0.0833
2	4517	4283	234	1.0456	0.9914	0.0542
3	4142	3766	376	0.9588	0.8718	0.087
4	6178	5679	499	1.4301	1.3146	0.1155
5	4359	4069	290	1.009	0.9419	0.0671
6	5777	5200	577	1.3373	1.2037	0.1336
7	5374	5012	362	1.244	1.1602	0.0838
8	3019	2519	500	0.6988	0.5831	0.1157
9	5713	5375	338	1.3225	1.2442	0.0783
10	2569	2508	61	0.5947	0.5806	0.0141
11	6778	6474	304	1.569	1.4986	0.0704
12	6361	6077	284	1.4725	1.4067	0.0658
13	8561	7511	1050	1.9817	1.7387	0.243
14	4319	4051	268	0.9998	0.9377	0.0621
15	3597	3387	210	0.8326	0.784	0.0486
16	7282	6653	629	1.6856	1.54	0.1456
17	6578	5939	639	1.5227	1.3748	0.1479
18	7269	6989	280	1.6826	1.6178	0.0648

Los datos de los índices de la mejora, obtenidos por la aplicación de cada una de las herramientas Lean, fueron analizados y procesado en el software IBM SPSS Statistics 25, como se puede apreciar en la Tabla 06, la estadística descriptiva del Tiempo de cambio de producto (variable de control en la aplicación de la herramienta SMED), el Tiempo de espera a materiales auxiliares (variable de control en la aplicación de la herramienta Kanban) y el Tiempo de ciclo (variable de control en la aplicación de la herramienta Trabajo Estandarizado). La media en el Tiempo de ciclo es mayor (0.09) y el Tiempo de espera a materiales auxiliares es menor (0.006).

Tabla 6

Estadística descriptiva de las variables

Descripción	Tiempo de cambio de producto		Tiempo de espera a materiales auxiliares		Tiempo de ciclo	
	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error	Estadístico	Desv. Error
Media	0.071011	0.010470	0.006121	0.000580	0.093378	0.012093
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	0.048922	0.004898		0.067863	
	Límite superior	0.093101	0.007344		0.118893	
Media recortada al 5%	0.067057		0.006120		0.089470	
Mediana	0.059200		0.006019		0.080800	
Varianza	0.001973		0.000006		0.002632	
Desv. Desviación	0.044420		0.002459		0.051308	
Mínimo	0.007200		0.001851		0.014100	
Máximo	0.206000		0.010417		0.243000	
Rango	0.198800		0.008566		0.228900	

Rango intercuartil	0.053750	0.003242	0.056050
Asimetría	1.700661	0.536278	0.319986 0.536278
Curtosis	4.177092	1.037795	-0.414551 1.037795 3.275469 1.037795

Se comprobó la normalidad de los datos, como se muestra en la Tabla 07, en la cual se puede apreciar en la prueba de Kolmogorov – Smirnov, no todos los datos representan una distribución normal; el Tiempo de cambio de producto y el Tiempo de ciclo no superan el valor de significancia (0.05), lo cual significa que se deben realizar pruebas no paramétricas. El tiempo de espera a materiales auxiliares si demuestra un comportamiento que sigue una distribución normal.

Tabla 7

Prueba de Normalidad

	Pruebas de normalidad					
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo de cambio de producto	,236	18	,009	,845	18	,007
Tiempo de espera a materiales auxiliares	,147	18	,200*	,932	18	,211
Tiempo de ciclo	,216	18	,026	,879	18	,026

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Se han utilizado en el caso tres herramientas Lean diferentes, de tal forma que el impacto de la herramienta se mide mediante una variable de control diferente. En la Tabla 08 se muestra la variable de control utilizada en la aplicación de cada una de las herramientas Lean, cuyo impacto se desea medir.

Tabla 8

Herramienta Lean aplicadas en el caso

Variable	Tiempo de cambio de producto	Tiempo de espera a materiales auxiliares	Tiempo de ciclo
Herramienta Lean	Cambio de matriz en menos de 10 minutos (SMED)	Tarjeta Visual (Kanban)	Trabajo Estandarizado (TE)

Fuente: Elaboración propia

Se desea saber si aplicación de las herramientas Lean generan igual impacto en el tiempo de producción de la empresa. La prueba no paramétrica utilizada es de Kruskal – Wallis, en la Tabla 09 se muestra el resultado de aplicar esta prueba a los resultados obtenidos en la aplicación de cada una de las herramientas. Como se puede apreciar, el coeficiente H de Kruskal – Wallis nos indica que el impacto de la aplicación de las tres herramientas es diferente.

Tabla 9

Prueba de Kruskal – Wallis

Estadísticos de prueba^{a,b}

	Índice de Mejora
H de Kruskal-Wallis	36,286
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Herramienta Lean

Se ha comprobado que la aplicación de cada una de las herramientas Lean tienen impacto diferente en el tiempo del proceso de producción. Para identificar cuál de ella realmente presenta un impacto diferente se realizaron pruebas de Mann – Whitney, como se aprecia en la Tabla 10, mediante la U de Mann – Whitney es la aplicación del Kanban en la mejora del tiempo de espera de materiales auxiliares en la línea de producción que representa un menor impacto comparado con la aplicación del SMED y el Trabajo Estandarizado.

Tabla 10

Pruebas de Mann – Whitney

Estadísticos de prueba^a

	Índice de Mejora SMED - Kanban	Índice de Mejora SMED - Trabajo Estandarizado	Índice de Mejora Kanban - Trabajo Estandarizado
U de Mann-Whitney	4.000	101.000	0.000
W de Wilcoxon	175.000	272.000	171.000
Z	-5.005	-1.930	-5.131
Sig. asintótica(bilateral)	0.000	0.054	0.000
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,000 ^b	,055 ^b	,000 ^b

a. Variable de agrupación: Herramienta Lean

b. No corregido para empates.

Considerando como un contraste a la aplicación de cada una de las Herramientas Lean, se puede decir que tenemos tres contrastes y como se desea tener un error menor a 0.05 entonces encontraremos el valor estadístico de contraste.

$$\alpha_{PC} = \frac{\alpha_{FW}}{C} = \frac{0.05}{3} = 0.0167$$

En la Tabla 07, se puede apreciar que el Índice de mejora SMED – Kanban (0.000<0.0167) y el Índice de mejora Kanban - Trabajo Estandarizado (0.000<0.0167), no supera el valor estadístico de contrastes. El mismo resultado se tiene si analizamos por el valor de contraste individual por cada comparación. $\alpha_{FW} = C * \alpha_{PC}$

El Índice de Mejora SMED – Kamban (3*0.000=0.000) y el Índice de Mejora Kanban - Trabajo Estandarizado (3*0.000=0.000) no superan el valor de contraste (0.05) en cambio el Índice de Mejora SMED - Trabajo Estandarizado (3*0.055=0.165) supera el valor de contraste estadístico.

DISCUSIÓN

Los autores de la investigación llegaron a la conclusión de que la aplicación de las herramientas Lean, tienen diferente impacto en el tiempo de producción, entre las tres herramientas evaluadas, la implementación de la herramienta Kanban presenta un impacto diferente, en cambio la implementación del SMED y del Trabajo Estandarizado, presenta similar impacto.

Herrera-Vega (2022, p.100) dice que mediante gráficas y tablas obtenidas en base de datos Scopus y software VOSviewer, logró facilitar la interpretación y relación del amplio campo de implementación de dichas herramientas en industrias enfocadas a la mejor continua, disminución de pérdidas y aumento de la productividad, con lo cual los autores coinciden sobre todo en la implementación de las herramientas SMED, Trabajo Estandarizado y Kanban.

González (2018, p.215) concluye que, la integración de las herramientas Lean a las área de la empresa, aunado al enfoque de la filosofía empresarial, la visión, la misión de la compañía y los objetivos estratégicos, si es empoderado por todos los niveles jerárquicos de la empresa, conlleva a que los integrantes de las organizaciones, por ejemplo del sector textil confección trabajen en el día a día en una misma dirección, maximizando la productividad e incrementando la rentabilidad de las empresas. Los autores de esta investigación están de acuerdo con esta conclusión, ya que se ha demostrado que las herramientas Lean utilizadas reducen el tiempo de producción incrementando la productividad de la empresa.

Favela-Herrera (2019, p.128) dice en una de sus conclusiones, que las diferentes herramientas que se asocian con manufactura esbelta se han implementado de manera independiente de otras, sin seguir una lógica de prerrequisitos entre ellas, ya que presentan distintos porcentajes de aplicación, con lo cual los autores de la presente investigación coinciden plenamente, a pesar de que las herramientas evaluadas son otras, por ejemplo; 5S y VSM, los resultados con respecto al impacto son diferentes, en este caso con las herramientas SMED, Kanban y Trabajo Estandarizado.

Escudero (2020, p.69) manifestó en su investigación con el objetivo de mejorar el lead time y la productividad operativa, los resultados reflejaron una reducción del lead time en 99 % y un incremento de la productividad de 20 %. Según Escudero, la implementación de un flujo continuo, utilizando herramientas como la gráfica de equilibrio, 5S, VSM y manufactura celular permitió eliminar los desperdicios de sobreproducción, exceso de inventarios, movimientos innecesarios, transporte de materiales y tiempos de espera. Los autores de la presente investigación no concuerdan con esta conclusión, en cuanto al porcentaje alcanzado.

Santos (2021, p.14/15) considera que la implementación del sistema Lean Manufacturing fue muy importante para mejorar el sistema de producción y que puede ser implementado en varios sectores de la empresa, así como en cualquier área de la industria, posibilitando la mejora continua de los procesos productivos. Informa que en su investigación se logró reducir el tiempo de producción, en un equivalente a 18 horas al mes. Los autores de la presente investigación concuerdan con estos resultados, la implementación de las herramientas Lean, como son; SMED, Kanban y Trabajo Estandarizado, reducen el tiempo de producción, pero en este caso, el Kanban en una proporción diferentes al SMED y el Trabajo Estandarizado.

REFERENCIAS

Arteaga, W., Villamil, D., y González, A. (2019). Caracterización de los procesos productivos de las pymes textiles de Cundinamarca. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 11(2), 60-77. <http://dx.doi.org/10.22335/rlct.v11i2.839>

Castro, F., Figueiredo, P. S., Pereira-Guzzo, C., & Passos, F. U. (2019). Effect of the motivational factor on lean manufacturing performance: the case of a multinational consumer goods company. *Gestão & Produção*, 26(3), e4850. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4850-19>

Castro, M., y Posada, L. (2019). Implementation of lean manufacturing techniques in the bakery industry in Medellín. *Gestão & Produção*, 26(2), e2505. <https://doi.org/10.1590/0104-530X-2505-19>

Escudero, B. (2020). Mejora del lead time y productividad en el proceso Armado de pizzas aplicando herramientas de Lean Manufacturing. *Ingeniería Industrial*, (039), 51-72. <https://doi.org/10.26439/ing.ind2020.n039.4915>

Favela-Herrera, M., Escobedo-Portillo, M., Romero-López, R., y Hernández-Gómez, J. (2019). Herramientas de manufactura esbelta que inciden en la productividad de una organización: modelo conceptual propuesto1. *Revista Lasallista de Investigación*, 16(1), 115-133. <https://doi.org/10.22507/rli.v16n1a6>

González, H., Marulanda, N. y Echeverry F. (2018). Diagnóstico para la implementación de las herramientas Lean Manufacturing, desde la estrategia de operaciones en algunas empresas del sector textil confección de Colombia: reporte de caso. *Revista EAN*, 85,199-218. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n85.2018.2058>

Herrera-Vega, J., Duran, J. y Hernández-Palma, H. (2022). Bibliometric Analysis: Lean Manufacturing Tools. *Prospectiva*, Vol. 20 N° 2.

Ikumapayi, O., Akinlabi, E., Mwema, F. y Ogbonna, O. (2020) Six sigma versus lean manufacturing – An overview. *Elsevier Volume 26, Part 2, Pages 3275-3281. ISSN 2214-7853.* <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.986>.

Juan de Dios, J., Pariona, R., Pichardo, F., y Malpartida, J. (2021). Aplicación de Lean Manufacturing en empresas productoras de calzado. *Llamkasun*, 2, 52–77. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v2i4.65>

Mejía, S. y Rau, J. (2019). Análisis y propuesta de mejora para la implementación de herramientas de manufactura esbelta en la línea de confecciones de una empresa textil. 17th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: "Industry, Innovation, And Infrastructure for Sustainable Cities and Communities", 24-26 July 2019, Jamaica.

Malpartida, J. (2020). Importancia del uso de las herramientas Lean Manufacturing en las operaciones de la industria del plástico en Lima. *Llamkasun*, 1(2), 77–89. <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v1i2.16>

Malpartida, J. y Tarmeño, L. (2020). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing y sus resultados en diferentes empresas. *Alpha Centauri*, 1(2), 51–59. <https://doi.org/10.47422/ac.v1i2.12>

Santos, D., Santos, B., y Santos, C. (2021). Implementation of a standard work routine using Lean Manufacturing tools: A case Study. *Gestão & Produção*, 28(1), e4823. <https://doi.org/10.1590/0104-530X4823-20>.

Silva, F., Alves, A., y Figueiredo, M. (2019). Lean Production in small and medium sized companies from the Free Economic Zone of Manaus: a reality or just fiction? *Gestão & Produção*, 26(4), e4237. <https://doi.org/10.1590/0104-530X-4237-19>

Silvestre, S., Chaicha, V., Merino, J., y Nallusamy, S. (2022). Implementation of a Lean Manufacturing and SLP- based system for a footwear company. *Production*, 32(), . <https://doi.org/10.1590/0103-6513.20210072>

Vargas-Hernández, J., Muratalla-Bautista, G. y Jiménez, M. (2018). Sistemas de producción competitivos mediante la implementación de la herramienta lean manufacturing. *Ciencias Administrativas Año 6 N° 11*. ISSN 2314 – 3738. <http://revistas.unlp.edu.ar/CADM>

Vinajera-Zamora, A., Marrero-Delgado, F., y Cespón-Castro, R. (2020). Evaluación del desempeño de la cadena de suministro sostenible enfocada en procesos. *Estudios Gerenciales*, 36(156), 325-336. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2020.156.3699>

Todo el contenido de **LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades**, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 