

Uso de herramientas Lean Manufacturing para mejorar la gestión del almacén de una empresa de mantenimiento industrial**Use of Lean Manufacturing tools to improve warehouse management of an industrial maintenance company****Utilização de ferramentas Lean Manufacturing para melhorar a gestão de armazéns de uma empresa de manutenção industrial**Flores Burgos, Cesar¹, Lama Calderón, Jennifer², Morales Suen, Levi Alexander³**Resumen**

La investigación tuvo como objetivo general aplicar las herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la gestión de almacenes. La metodología utilizada fue de tipo aplicado, enfoque cuantitativo, y diseño pre experimental. En los resultados se determinó que las principales que generan una mala gestión de almacenes son la metodología logística no establecida; no realizan los pedidos a tiempo; desorden en diversas áreas; no registran las ingresos y salidas de los insumos y falta de capacitaciones; se determinó que la eficiencia en recepción de pedidos, days on hand y picking de manera inicial salió 0.55 unidades / hora hombre, 11.1% y 6.3% respectivamente; para ello, se estableció un procedimiento logístico desde la orden de pedido hasta la entrega del cliente interno, se desarrolló una evaluación a los proveedores y se pronosticó las compras de materiales, se aplicó la metodología 5S, se realizaron capacitaciones al personal operativo y se diseñó un sistema de inventario kardex. Como conclusión se tuvo que la dimensión eficiencia en recepción de pedidos aumentó en 0.63 unidades/hora hombre; la dimensión days on hand redujo un 8.1% y la dimensión picking redujo un 4.3%, validando de esta manera la hipótesis alterna de la investigación.

Palabras clave: *day on hand, gestión de almacenes, lean manufacturing, picking,*

Abstract

The general objective of the research was to apply the Lean Manufacturing tools to improve warehouse management. The methodology used was of the applied type, quantitative approach, and pre-experimental design. In the results it was determined that the main ones that generate poor warehouse management are the unestablished logistics methodology; they do not place orders on time; disorder in various areas; they do not record the inputs and outputs of inputs and lack of training; It was determined that the efficiency in receiving orders, days on hand and picking initially came out 0.55 units / man hour, 11.1% and 6.3% respectively; For this, a logistic procedure was established from the purchase order to the delivery of the internal client, an evaluation was carried out for suppliers and the purchases of materials were forecast, the 5S methodology was applied, training was carried out for operating personnel and a design was made. a kardex inventory system. As a conclusion, it was found that the efficiency dimension in receiving orders increased by 0.63 units/man hour; the days on hand dimension decreased by 8.1% and the picking dimension decreased by 4.3%, thus validating the alternative research hypothesis.

Keywords: *day on hand, warehouse management, lean manufacturing, picking.*

Resumo

O objetivo geral da pesquisa foi aplicar as ferramentas do Lean Manufacturing para melhorar a gestão de armazéns. A metodologia utilizada foi do tipo aplicada, abordagem quantitativa e delineamento pré-experimental. Nos resultados foi determinado que os principais que geram má gestão de armazéns são a metodologia logística não estabelecida; eles não fazem pedidos no prazo; desordem em várias áreas; não registram as entradas e saídas de entradas e falta de treinamento; Constatou-se que a eficiência no recebimento de pedidos, dias em estoque e picking inicialmente saiu de 0,55 unidades/hora homem, 11,1% e 6,3% respectivamente; Para isso, estabeleceu-se um procedimento logístico desde o pedido de compra até a entrega ao cliente interno, realizou-se uma avaliação para fornecedores e previu-se as compras de materiais, aplicou-se a metodologia 5S, realizou-se treinamento para o

¹Escuela de Ingeniería Industrial. Bachiller. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. cfloresbu12@ucvvirtual.edu.pe
<http://orcid.org/0000-0002-8935-8644>

²Escuela de Ingeniería Industrial. Bachiller. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. jalamal@ucvvirtual.edu.pe
<http://orcid.org/0000-0001-7567-9482>

³Escuela de Ingeniería Industrial. Magister. Fábrica de hielo Suen. Chimbote. Perú. alexmoralessuen@gmail.com
<https://orcid.org/0000-0002-8423-1441>

pessoal operacional e um projeto foi feito.um sistema de inventário kardex. Como conclusão, verificou-se que a dimensão eficiência na recepción de encomendas aumentou 0,63 unidades/hora hombre; a dimensão dias em mãos diminuiu 8,1% e a dimensão picking disminuiu 4,3%, validando assim a hipótese alternativa de pesquisa.

Palavras-chave: *day on hand, gestão de armazéns, produção enxuta, picking.*

Introducción

En cuanto a los últimos hallazgos, Salas (2017) afirma que las empresas deben enfocarse en implementar una gestión de almacenes eficiente y eficaz, por lo que este debe ser un porcentaje del presupuesto de una organización. Incluso los ahorros en la gestión de almacenes pueden tener un efecto multiplicador en los resultados. Además, las empresas que operan en un mundo globalizado necesitan implementar métodos de mejora continua para lograr mejores resultados en sus procesos productivos. Herrera y Idiaquez (2018) enfatiza que las herramientas lean pueden impulsar significativamente el crecimiento general de una empresa. Sin embargo, una adecuada gestión de almacenes beneficiará el crecimiento de la empresa a través de los requerimientos, integraciones y procesos que debe satisfacer cada requerimiento de usuario o consumidor. Por otro lado, la aplicación de herramientas de manufactura esbelta en Latinoamérica incrementó en los últimos años (Antosz, Pasko y Gola, 2020), aunque aún falta conocimiento en esta área, especialmente entre las pequeñas y medianas empresas. Los directivos de algunas empresas aún creen que aplicar manufactura esbelta en sus empresas impide generar grandes ventajas duraderas, y en muchos casos el principal problema de una organización radica en la falta de creencia en los grandes beneficios que su implementación puede brindar, sin embargo, hay casos de éxito que muestran buenos resultados (Ferreira, Araujo, y Echeveste, 2020).

En España, se identificaron los problemas más relevantes para la gestión de almacenes de las PYMES: falta de conocimiento de la ubicación, espacio disponible insuficiente, mala distribución de materiales, falta de trazabilidad interna y externa de los productos, errores de recolección, disponibilidad y confiabilidad insuficientes de la información en tiempo real. , Abastecimiento insuficiente, materiales obsoletos considerados en inventario y falta de integración entre los diferentes procesos logísticos. Estos procesos se han informatizado y sus costes se han reducido considerablemente. La aplicación de la metodología le permite guiar toda la cadena de manera sencilla, intuitiva y con información en tiempo real para facilitar la toma de decisiones en cualquier punto de la operación (Dave y Sohani, 2019).

A nivel nacional, Kaneku-Orbegozo et al. (2019) mencionan que muchas pérdidas económicas se ocasionan por el mal manejo del inventario en los almacenes de las empresas, siendo lo más importante las demoras en el tiempo en que la empresa presta los servicios. Por lo tanto, es crucial enfrentar las debilidades que cualquier método, estrategia o plan genera en el almacén. En definitiva, cualquier almacén se comporta por sí solo, en cómo se distribuyen los productos y hacia dónde deben ir para mantener el orden dentro del almacén de la empresa.

La empresa Alicorp S.A.A. determinó que la aplicación de manufactura esbelta incrementó en un 40% la productividad de los almacenes de la empresa, cambio que se presentó debido a la correcta implementación de las 5'S y Kaizen, estas herramientas reflejan los beneficios del ambiente laboral, brindan a los trabajadores con áreas más limpias y cómodas para sus empleados, y, además, ayudan a atraer la aceptación de personas que necesitan atención y pueden cumplir con los pedidos a tiempo. De igual manera, Hayduk, empresa líder en pesca, implementó el modelo de gestión Malcolm Baldrige, llevando a la empresa a buscar la mejora continua, los objetivos de la calidad de los procesos y la creación de instalaciones adecuadas, como lo indica (Santos, Santos y Santos, 2021).

El objetivo general de esta investigación fue aplicar las herramientas del Lean Manufacturing para mejorar la gestión de almacenes. Los objetivos específicos a plantear son diagnosticar el estado actual de la gestión de almacenes, identificar métricas de gestión de almacenes antes de aplicar herramientas Lean, aplicar las herramientas del Lean y comparar las métricas de gestión de almacenes.

Material y métodos

Ñaupas, Mejía y Novoa (2014) señalaron que la investigación aplicada se relaciona con la búsqueda de acciones o alternativas de mejoras frente a una determinada problemática evidenciada. Por tal motivo, el tipo de estudio fue aplicado, ya que, partiendo del Lean Manufacturing y su aplicación se brindaron

soluciones a los problemas existentes en la organización, a tal punto que permitió una mejora en la gestión de almacenes.

Hernández, Fernández y Baptista (2014) indicaron que el diseño de investigación pre-experimental sirve para aproximarse a un determinado fenómeno que, estudiado teniendo en cuenta que tratamiento o estímulo se va desarrollar a fin de administrarlo adecuadamente. Por las razones descritas anteriormente, el diseño es pre experimental porque existe un control mínimo sobre las variables independientes. Por ello, se trabajó con un grupo (almacén) que aplicó un estímulo (manufactura esbelta), el cual determinó la validez de la variable dependiente (gestión de almacén), la cual requirió un pre-test y un post-test después de aplicar el estímulo.

Para la parte estadística, se empleó el análisis descriptivo, el cual consistió en describir todos los resultados hallados tal cual se hallaron, sin alterar nada, y se empleó el análisis inferencial, el cual consistió en validar la hipótesis de investigación.

Resultados

Para diagnosticar la situación actual de la gestión de almacenes dentro de la empresa, se procedió a describir el mapa e interacción de procesos.

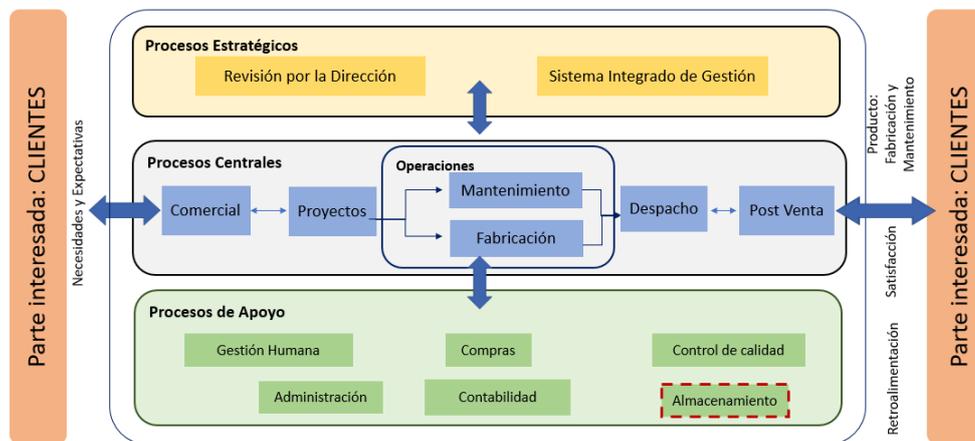


Figura 1. Mapa e interacción de procesos.

En la Figura 1 dentro de los procesos estratégicos, se tiene a la etapa de revisión por la dirección, el cual es encargado de verificar que se cumplan las actividades, desde la oferta técnica económica hasta la entrega del trabajo; también está la etapa de sistema integrado de gestión, este sistema es encargado de verificar que se cumplan los estándares de SST y calidad. En los procesos centrales se halla el área comercial, esta área es encargado de realizar la oferta técnica económica y presentarlo al cliente; seguido a ello, si la oferta técnica económica fue aprobado, el área de proyectos se encarga de ir a realizar una visita técnica, con la finalidad de realizar el cronograma de actividades que se va a realizar dentro del proyecto; luego sigue el área de operaciones, que se encarga de dar mantenimiento o fabricación del producto, después sigue el área de despacho y post venta, estas dos áreas trabajan juntos y son las encargadas directas de verificar el grado de satisfacción de los clientes. En los procesos de apoyo se tiene al área de gestión humana, quien es encargada de contratar a personal calificado; seguido a ello, se tiene al área de administración y contabilidad quienes son encargados de abastecer la economía para que las demás áreas puedan realizar las compras necesarias para la ejecución de los proyectos; también se tiene al área de compras y almacenamiento; finalmente se tiene al área de control de calidad, esta área es encargada de verificar el cumplimiento de las fichas técnicas d calidad de todos los materiales que ingresan a la empresa.

Luego, con el mapa de flujo de valor se logró representar las actividades que realizan dentro de la logística interna de la empresa en el cual se detalló de manera específica cada una de las actividades comprendidas en las etapas de la orden de pedido hasta el despacho.

En el mapa de flujo de valor (Figura 2), se puede ver que los incidentes más relevantes con esta línea son: confusión de área, falta de control, falta de registros de entrada y salida y aumento de los costos de mantenimiento del producto. Para extender los inconvenientes presentados en la línea y constatar que dichos problemas generaban un gran impacto en el proceso, se utilizó un Checklist de diagnóstico aplicado durante los meses de pre prueba.

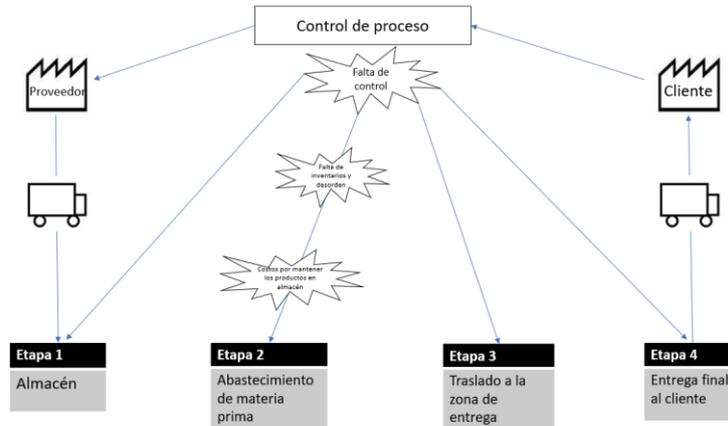


Figura 2. Diagrama de mapa de flujo de valor

En el check list de diagnóstico, los procesos que fueron evaluados son mano de obra, metodología, distribución de almacenes, maquinaria y medio ambiente, se halló el nivel de cumplimiento en promedio fue de 24.62%, este valor refleja que el personal se queja y comete errores por cansancio y /o fatiga; se producen tiempos improductivos por errores del personal; los suelos no permanecen limpios y secos sin ningún tipo de desperdicio o material; además, las vías de circulación del personal no se encuentran señalizadas y diferenciadas de las vías de circulación de los equipos; las herramientas no se encuentran en cajas o estantes adecuados. Posterior a ello, se elaboró un diagrama de Ishikawa para conocer todos los causantes generados por una mala gestión de almacén, donde el problema central fue los atrasos en abastecimiento y entrega de pedidos por fallas logísticas. En la dimensión métodos se halló que hay mucho desorden por la falta de un control y de una metodología logística. En la dimensión mano de obra se identificó que hay mucho tiempo improductivo porque los materiales no se encuentran dentro del almacén, además existe muchos errores por parte del trabajador, ya que no realizan los pedidos a tiempo, no registran los ingresos y salidas de los materiales y no se le brinda capacitaciones al personal operativo. En la dimensión medio ambiente, se halló que hay mucha acumulación de residuos sólidos por la falta de esquematización en separación de residuos. Finalmente, para determinar los causantes principales que ocasionan una mala gestión de almacenamiento en la empresa se realizó un diagrama de Pareto, que se muestra a continuación.

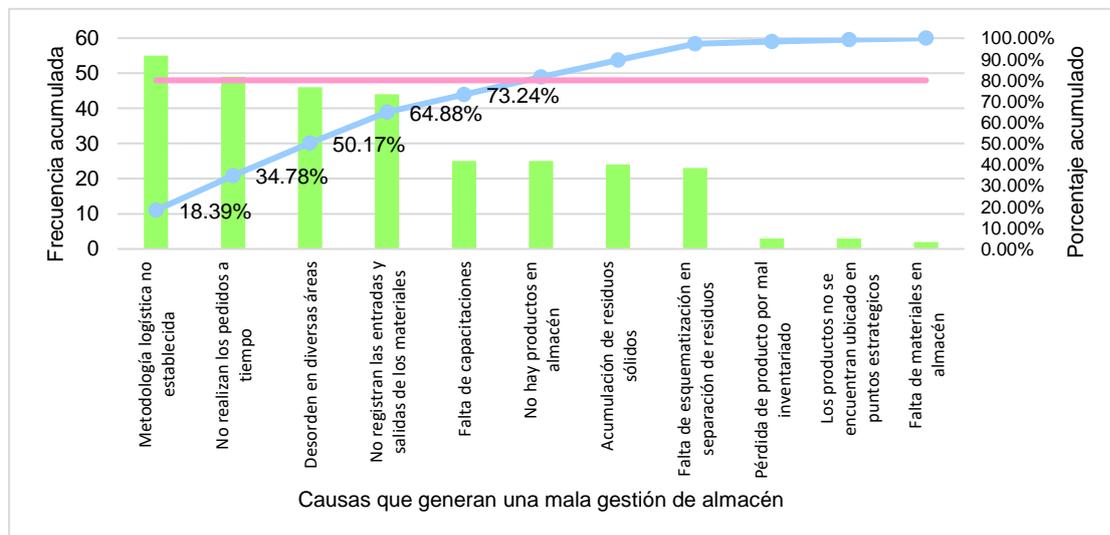


Figura 3. Diagrama de Pareto realizado en la empresa.

En la Figura 3, las causas principales son la metodología logística no establecida (18.39%); no realizan los pedidos a tiempo (34.78%); desorden en diversas áreas (50.17%); no registran las ingresos y salidas de los insumos (64.88%) y falta de capacitaciones (73.24%).

Para determinar los niveles de cumplimiento de indicadores de la gestión de almacenes, se procedió a evaluar el nivel de cumplimientos de los lineamientos considerados en el check list de almacenamiento, y el resultado se observa a continuación.

Tabla 1.
Nivel de cumplimiento de la gestión de almacenamiento.

Dimensión	Sí		No		Total	
	f	%	f	%	f	%
Almacenamiento	6	40.0%	9	60.0	15	100%

En la Tabla 1 se observó que el nivel de cumplimiento de los lineamientos considerados en la gestión de almacenes es del 40% y el nivel de incumplimiento es del 60%, siendo menor el nivel de cumplimiento para la gestión de almacenes. Esta infracción se debe a que no hay ningún rol dentro del almacén sobre cómo almacenar materiales; ningún rol sobre cómo movilizar los insumos; ningún método de pronóstico de almacén establecido; ningún rol sobre cómo solicitar un material de reemplazo; además, no hay investigación sobre qué materiales deben almacenarse (dónde, dónde, por qué y para qué); tampoco calcula el tiempo de permanencia del material en el almacén (rotación), y no se contabiliza el material para que la orden pueda ser emitida en el momento adecuado.

Se procedió a realizar la clasificación ABC de todos los insumos existentes en el almacén de la empresa, a fin de conocer el cumplimiento de los indicadores de almacenamiento.

Tabla 2.
Resumen de la clasificación de materiales.

N°	Lista de Materiales	Clasificación
1	Pistola Neumática C/Encaste 1/2"	A
2	Martillos Eléctricos Demolidores Bosch	
3	Tenaza Para Corte De Mayólica	
4	Pintura Anticorr Jet 85	
5	Niple Bronce 1/4"	
6	Amoladora/Esmeril Recto Bosch Ggs 28 L	

En la Tabla 2 se muestra que los materiales principales de mayores rotaciones en del área de almacén, son la pistola neumática; martillos eléctricos; tenaza para corte de mayólica; pintura anticorr jet 85; niple bronce 1/4" y amoladora recta bosch ggs 28 L.

Una vez hallados los principales materiales, se procedió a determinar las dimensiones recepción; almacenaje y despachado. Los datos fueron evaluados del mes de enero a abril del 2022, y las dimensiones de la gestión de almacenamiento evaluadas fueron recepción, day on hand y picking, el resumen de ese análisis se muestra a continuación.

Tabla 3.
Resumen de la evaluación de la gestión de almacenamiento.

Mes	Recepción (unid / h-h)	Day on hand (%)	Picking (%)
Ene-22	0.54	10.9%	6.4%
Feb-22	0.54	11.3%	6.5%
Mar-22	0.60	11.4%	7.0%
Abr-22	0.54	10.7%	5.4%
Promedio	0.55	11.1%	6.3%

En la Tabla 3, el promedio la eficiencia en recepción de pedidos fue de 0.55 unidades / hora hombre trabajada en el periodo de enero a abril del 2022, esto refleja que por cada hora hombre trabajada, se recibió 0.55 materiales en stock dentro del almacén. En la dimensión almacenamiento, o days on hand, el promedio obtenido fue de 11.1%, esto representa que, de 100 materiales recibidas en el almacén, 11.1 de ellos, se quedan como inventario a fin de año. Finalmente, en la dimensión despacho, o picking el

promedio obtenido fue de 6.3%. este refleja que 100 pedidos despachados, 6.3 materiales son devueltos porque no cumplen las condiciones óptimas.

Para implementar las herramientas del Lean Manufacturing, se procedió a armar un cuadro de soluciones, donde las causas raíces se determinaron en el diagrama de Pareto (Figura 3). Las herramientas del lean manufacturing que se aplicaron fue el just in time y metodología 5S.

Tabla 4.

Cuadro de solución a las principales causas halladas.

Causa raíz	Acción a tomar	Responsable	Lugar
Metodología logística no establecida	Se estableció un procedimiento logístico desde la orden de pedido hasta la entrega al cliente interno	Tesisistas Flores y Lama	Empresa Tecnología, Fabricación y Mantenimiento TFM SAC.
No realizan los pedidos a tiempo	Se desarrolló una evaluación a los proveedores y se pronosticó las compras		
Desorden en diversas áreas	Se aplicó la metodología 5S.		
Falta de capacitaciones	Se realizaron capacitaciones al personal operativo		

Después de establecer las acciones de mejora a aplicar, se procedió a desarrollar el procedimiento logístico, el cual se muestra a continuación.

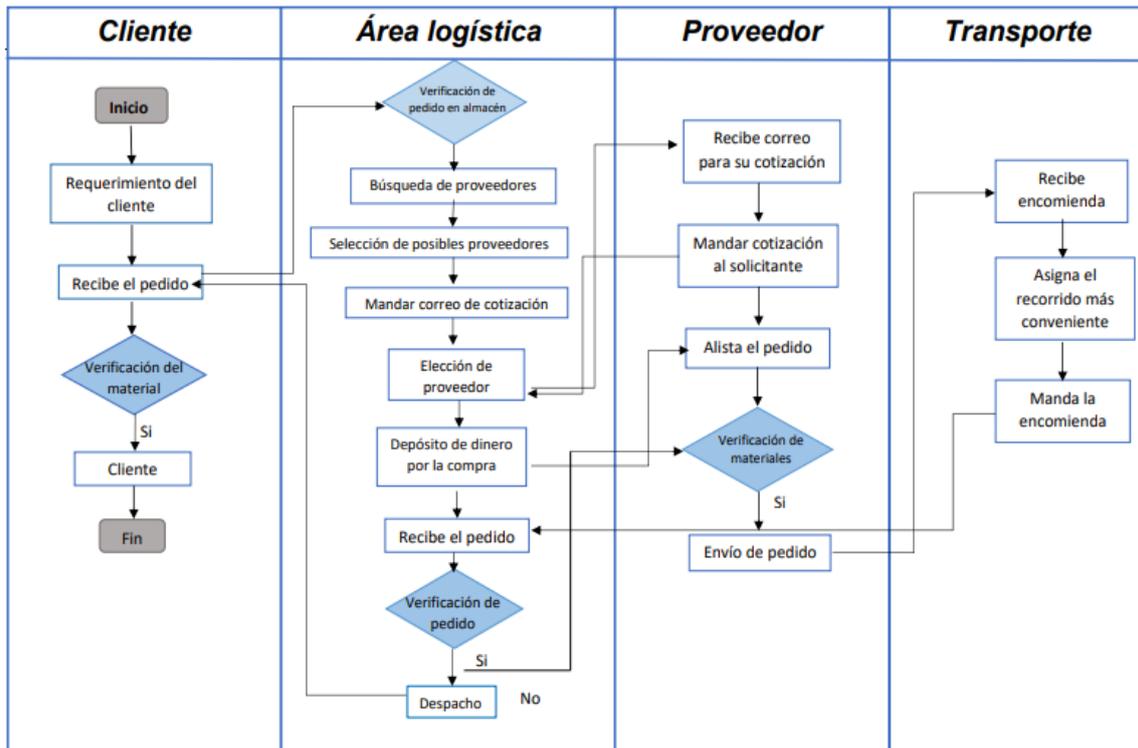


Figura 4. Procedimiento logístico para la empresa

En la Figura 4 se muestra todos los procedimientos logísticos a realizar, donde los rombos son bloques de preguntas, este diagrama abarca desde que se recepción la orden de pedido hasta el despacho de la misma al cliente interno. Además, se establecieron algunas políticas dentro del área de almacén como el jefe de almacén capacitará constantemente en buenas prácticas de almacenamiento al personal, no se permite comer, beber o fumar en el almacén, preserva el orden del almacén, delimitando las áreas, ingresará solamente personal autorizado. Para los insumos con fechas de caducidad se empleará el método FEFO (primero que caduca, primero que sea retirado). Solucionando la segunda causa raíz, se evaluó a quienes abastecen y se procedió a determinar el mejor método para pronosticar las compras de materiales.

Actualmente, la empresa ha venido trabajando con 6 proveedores a nivel nacional, en el análisis solo 2 cumplen con lo que solicita la empresa, los cuales fueron calidad, tiempo de entrega, garantía, reputación y fiabilidad, precios y localización geográfica. Se procedió a pronosticar las compras de los principales materiales determinado en la clasificación ABC para que de esta manera la empresa tenga a tiempo todos sus materiales dentro del área de almacén para realizar los trabajos pertinentes a tiempo.

Tabla 5.
Resumen de la planificación de compras.

Material	Mes	Cantidad de materiales	Mejor método de pronóstico
Pistola Neumática C/ Encaste 1/2"	Julio 2022	280	Promedio móvil simple
	Agosto 2022	165	
	Setiembre 2022	382	
	Octubre 2022	463	
Martillos Eléctricos Demoledores Bosch	Julio 2022	367	Promedio móvil simple
	Agosto 2022	237	
	Setiembre 2022	175	
	Octubre 2022	298	
Tenaza Para Corte De Mayólica	Julio 2022	202	Promedio móvil ponderado
	Agosto 2022	158	
	Setiembre 2022	130	
	Octubre 2022	123	
Pintura Anticorr Jet 85	Julio 2022	132	Promedio móvil ponderado
	Agosto 2022	88	
	Setiembre 2022	60	
	Octubre 2022	53	
Niple Bronce 1/4"	Julio 2022	152	Promedio móvil ponderado
	Agosto 2022	108	
	Setiembre 2022	80	
	Octubre 2022	73	
Amoladora /Esmeril Recto Bosch Ggs 28 L	Julio 2022	179	Promedio móvil ponderado
	Agosto 2022	137	
	Setiembre 2022	106	
	Octubre 2022	99	

Para obtener mejores pronósticos, empleándose 3 métodos de pronosticar, que fueron: promedio móvil simple y ponderado y suavización exponencial; donde el criterio fue el MAD (desviación absoluta promedio) salga menor. En la Tabla 5 se muestra que la cantidad de materiales a comprar por cada mes y el método de pronóstico adecuado. Se procedió a aplicar la primera herramienta del lean manufacturing, el cual fue el just in time, que tiene como principio, tener los materiales a tiempo y en el momento oportuno, para ello, se siguió la metodología cantidad óptima de pedido (EOQ), para poder conocer la cantidad óptima de pedido por cada material, y el número de pedidos. En base a estos resultados se realizó la optimización de pedido (EOQ) de cada uno de los materiales con la finalidad de tener los materiales a tiempo dentro del almacén.

Tabla 6.
Resumen de la cantidad óptima de pedido.

Material	Cantidad óptima	Número de pedidos	Ahorro en el almacén (S/.)
Pistola Neumática C/Encaste 1/2"	542	2	1,220.13
Martillos Eléctricos Demoledores Bosch	484	2	539.15
Tenaza Para Corte De Mayólica	234	3	735.82
Pintura Anticorr Jet 85	128	3	587.64
Niple Bronce 1/4"	172	2	388.89
Amoladora/ Esmeril Recto Bosch Ggs 28 L	253	2	262.78
Costo total ahorrado			3,734.41

En la tabla 6 se muestra el resumen de la misma, donde la cantidad óptima representa el número exacto a solicitar en una compra; el número de pedidos indica cuantas veces se va a realizar una compra en el

periodo de julio a octubre del 2022 y aplicando de esta manera las compras, la empresa ahorró un total de S/. 3,734.41 soles.

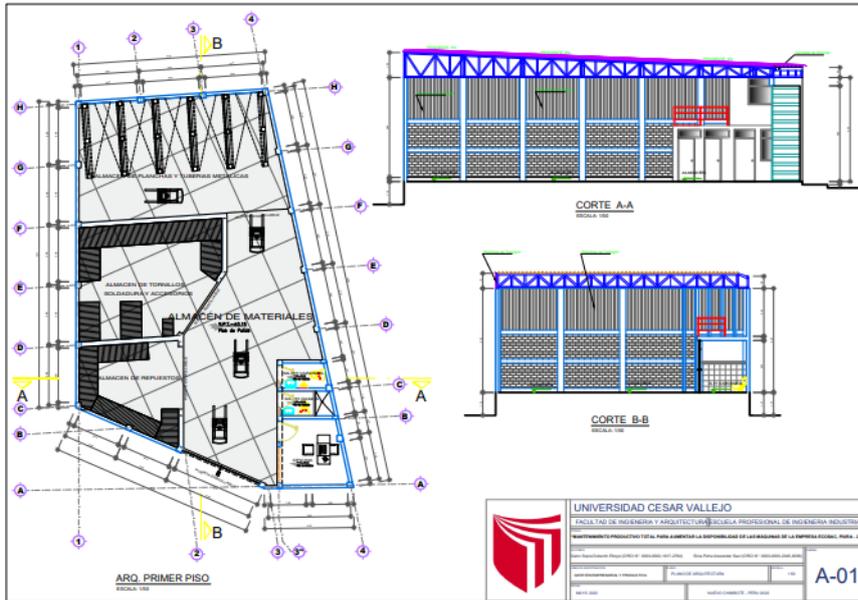


Figura 5. Nueva layout mejorado del área de almacén TFM SAC.

Para abordar la tercera causa raíz e implementar la metodología 5S para mejorar el orden y la limpieza de los materiales existentes en los almacenes de la empresa; se especifica los procedimientos de pedido, clasificación y limpieza de los materiales existentes en los almacenes de las empresas de la industria metalmecánica; área de almacén, nueva logística como se muestra en la Figura 5.

A su vez, con la aplicación de la cuarta S, se estandarizó todos los materiales, es decir, fueron colocados en el almacén, según una codificación, a fin de que se controlen todos los insumos. En cuando a la aplicación de la quinta S, se realizó un cronograma de capacitaciones para preservar la aplicación todas las mejoras realizadas en la investigación. Solucionando la cuarta causa raíz, se elaboró un plan de capacitaciones, primero tomando en cuenta la continuación de la aplicación de la quinta S, y solución a la causa raíz. Se muestra el cronograma de capacitación de junio de 2022 a septiembre de 2022, donde P significa programado y E significa ejecutado, mientras que el plan anterior se cumple al 100%. Después de haber aplicado el Lean Manufacturing, se evaluó los índices de la gestión de almacenes, pero primero, se volvió a aplicar el check list de almacenamiento, que determinan los niveles de cumplimiento.

Tabla 7.

Nivel de cumplimiento de la gestión de almacenamiento finales.

Dimensión	Sí		No		Total	
	f	%	f	%	f	%
Almacenamiento	12	80.0%	3	20.0%	15	100%
Promedio de cumplimiento		80.0%		20.0%		

En la tabla 7 se observa que el nivel de cumplimiento de los lineamientos considerados en la gestión de almacenes es del 80%, lo que refleja un alto nivel de cumplimiento de la gestión de almacenes, ya que las empresas ahora tienen un rol de cómo se mueve el material, y a su vez, se ha establecido el método de pronóstico en el almacén, y también, ahora calculan el tiempo de persistencia del material en el almacén (ciclo), y finalmente, se retiene la contabilidad del material, para que en el momento oportuno realice el pedido oportunamente.

Luego, se procedió a determinar las dimensiones recepción; almacenaje y despacho de la gestión de almacenamiento, para ello, los datos fueron evaluados del mes de julio a setiembre del 2022, y las dimensiones de la gestión de almacenamiento evaluadas fueron recepción, day on hand y picking, el resumen de ese análisis se observa a continuación.

Tabla 8.

Resumen de la evaluación de la gestión de almacenamiento finales.

Mes	Recepción	Day on hand	Picking
Jul-22	1.05	3.0%	1.9%
Ago-22	1.06	2.7%	2.5%
Set-22	1.35	3.5%	2.1%
Oct-22	1.29	3.0%	1.6%
Promedio	1.19	3.0%	2.0%

En la tabla 8 se muestra que el promedio la eficiencia en recepción de pedidos fue de 1.19 unidades / hora hombre trabajada en el periodo de julio a octubre del 2022, esto refleja que por cada hora hombre trabajada, se recibió 1.19 materiales en stock dentro del almacén. En la dimensión almacenamiento, o days on hand, el promedio obtenido fue de 3.0%, esto representa que, de 100 materiales recibidas en el almacén, 3 de ellos, se quedan como inventario a fin de año. Finalmente, en la dimensión despacho, o picking el promedio obtenido fue de 2.0%. este refleja que 100 pedidos despachados, 2 materiales son devueltos porque no cumplen las condiciones óptimas.

En este punto, se procedió a comparar la variación que existió en cada uno de los índices para gestionar el almacén tanto inicial como final.

Tabla 9. Comparación del indicador recepción, day on hand y picking de materiales, (Antes y Después)

Mes	Recepción	Day on hand	Picking	Mes	Recepción	Day on hand	Picking
Ene-22	0.54	10.9%	6.4%	Jul-22	1.05	3.0%	1.9%
Feb-22	0.54	11.3%	6.5%	Ago-22	1.06	2.7%	2.5%
Mar-22	0.60	11.4%	7.0%	Set-22	1.35	3.5%	2.1%
Abr-22	0.54	10.7%	5.4%	Oct-22	1.29	3.0%	1.6%
Promedio	0.55	11.1%	6.3%	Promedio	1.19	3.0%	2.0%

Fuente: datos obtenidos de la empresa TFM SAC.

En la tabla 9, el indicador de recepción de materiales aumentó 0.63 unidades / hora hombre trabajada, esto refleja que por cada hora hombre trabajada, se aumentó en recibir 0.63 materiales en stock dentro del almacén. Para el indicador day in hand de materiales, redujo un 8.1%, esto representa que, de 100 materiales recibidas en el almacén, 8.1 materiales ya no quedan como inventario a fin de año. Para el indicador picking de materiales redujo un 4.3%, lo que indica que, de cada 100 pedidos despachados, 4.3 materiales ya no son devueltos porque cumplen las condiciones óptimas.

Discusión

Para empezar con el diagnóstico con respecto al cumplimiento de las herramientas del lean manufacturing, (Cavazos-Arroyo, Máynez-Guaderrama y Valles-Monge, 2018) expresan que el uso de herramientas de mejora encaminadas a simplificar y/o suprimir aquellos elementos que no son críticos para el proceso productivo, en el check list de diagnóstico los procesos que fueron evaluadas son mano de obra, metodología, distribución de almacenes, maquinaria y media ambiente, el cual se halló que el nivel de cumplimiento de los lineamientos evaluados fue de 24.62%, este valor refleja que el personal se queja ni comete errores por cansancio y /o fatiga; se producen tiempos improductivos por errores del personal; los suelos no permanecen limpios y secos sin ningún tipo de desperdicio o material; además, las vías de circulación del personal no se encuentran señalizadas y diferenciadas de las vías de circulación de los equipos; las herramientas no se encuentran almacenadas en cajas o estantes, a su vez, se determinó que las principales que generan una mala gestión de almacenes son la metodología logística no establecida; no realizan los pedidos a tiempo; desorden en diversas áreas; no registran las ingresos y salidas de los insumos y falta de capacitaciones. Estos resultados se asemejan en los hallazgos obtenidos por Castillo y Pérez (2019) quienes en su diagnóstico situacional encontraron que las causas principales que generan una mala gestión de almacenes es la falta de aplicación de la metodología 5S, a su vez, identificó que es la falta de un procedimiento de compras y métodos de pronóstico de compras de materiales, y una metodología logística no definida. También se asemeja en la investigación de Gavidia (2018) quien identificó que el nivel de cumplimiento de los lineamientos considerados en la gestión de

almacenes fue del 51.4% y el nivel de incumplimiento es del 48.6%, siendo menor el nivel de cumplimiento para la gestión de almacenes dentro de la organización metalmeccánica, esta infracción se debe a que no hay ningún rol dentro del almacén sobre cómo almacenar materiales; ningún rol sobre cómo movilizar los insumos; ningún método de pronóstico de almacén establecido; ningún rol sobre cómo solicitar un material de reemplazo; además, no hay investigación sobre qué materiales deben almacenarse (dónde, dónde, por qué y para qué); tampoco calcula el tiempo de permanencia del material en el almacén (rotación), y no se contabiliza el material para que la orden pueda ser emitida en el momento adecuado.

Del mismo modo como segunda parte del diagnóstico se halló que los materiales de mayores rotaciones en del área de almacén, son la pistola neumática; martillos eléctricos; tenaza para corte de mayólica; pintura anticorr jet 85; niple bronce 1/4" y amoladora recta bosch ggs 28 L, se analizó las dimensiones de la gestión de almacenes en el periodo de enero a abril del 2022, dando como resultado que el promedio la eficiencia en recepción de pedidos fue de 0.55 unidades/hora hombre trabajada; en la dimensión almacenamiento el promedio obtenido fue de 11.1%, esto representa que, de 100 materiales recibidas en el almacén, 11.1 de ellos, se quedan como inventario a fin de año y en la dimensión despacho el promedio obtenido fue de 6.3%. este refleja que 100 pedidos despachados, 6.3 materiales son devueltos porque no cumplen las condiciones óptimas. Dichos resultados se asemejan en la investigación de Castillo y Pérez (2019) quien después de haber efectuado el análisis situacional de la gestión de almacenes, halló que, en las dimensiones de almacenamiento, los cuales fueron la eficiencia en recepción de pedidos, el days on hand y picking quien de manera inicial salió 0.68 unidades / hora hombre, 15.7% y 10.2% respectivamente, siendo indicadores muy preocupantes para la organización. Del mismo modo se asemeja en la investigación de Palma (2021) quien halló que los principales materiales que rotan mayormente dentro del área de almacén de una empresa metalmeccánica fueron pintura anticorr jet 85; niple bronce 1/4" y amoladora recta bosch ggs 28 L, y que los indicadores de almacenamiento, days on hand y picking salió 0.98 unidades / hora hombre, 12.7% y 9.7% respectivamente.

Para el desarrollo plantear soluciones respecto a la gestión de almacenes se estableció un procedimiento logístico desde la orden de pedido hasta la entrega del cliente interno, se desarrolló una evaluación a los proveedores y se pronosticó las compras de materiales, seguido de la cantidad óptima de pedido, que representa el número exacto a solicitar en una compra; el número de pedidos indica cuantas veces se va a realizar una compra en el periodo de julio a octubre del 2022 y aplicando de esta manera las compras, la empresa ahorró S/. 3,734.41 soles, se aplicó la metodología 5S, donde la técnica empleada fue la clasificación ABC, es decir, los materiales de mayor priorización se colocaron cerca a la puerta, los de uso regular, se colocó al medio del almacén, y los de menor uso se ubicó al fondo del almacén, por último, se diseñó un sistema de inventario kardex, siguiendo el método PEPS (primero en entrar, primero en salir) con la finalidad de llevar un mejor control de todos los materiales existentes. Estos resultados son respaldados por Burawat (2019) edemas se asemejan a Salas (2017) quien una mejora en la productividad en las áreas de almacén concluyó que al diagnosticar la productividad inicial del área de almacén llegó al 67%, por lo que aplicaron herramientas lean, lo que ayudó a aumentar la productividad al 86%, lo que en realidad llevó a un aumento de la productividad. aumento del 28,35%, a su vez, antes de la aplicación de la herramienta de manufactura esbelta, la eficiencia era del 84%, posterior a implementar el esquema, la eficiencia fue del 90%, aumentando en un 7,14% cuando se analizó, así, mediante la aplicación de herramientas Lean, la eficiencia se ha incrementado en un 20%.

Para las dimensiones de la gestión de almacenes mejoraron, siendo que en la dimensión recepción de materiales aumentó 0.63 unidades / hora hombre trabajada, esto refleja que por cada hora hombre trabajada, se aumentó en recibir 0.63 materiales en stock dentro del almacén; la dimensión day in hand de materiales, redujo un 8.1%, esto representa que, de 100 materiales recibidas en el almacén, 8.1 materiales ya no quedan como inventario a fin de año y la dimensión picking de materiales redujo un 4.3%, lo que indica que, de cada 100 pedidos despachados, 4.3 materiales ya no son devueltos porque cumplen las condiciones óptimas. Estos resultados concuerdan por lo indicado por (Dave y Sohani, 2019), asimismo Palma (2021) mejoro la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina y como resultado principal se obtuvo que, el tiempo de producción del área de corte antes de la implementación fue de 1478.08 segundos, mientras que, después de la implementación se obtuvo un

tiempo de 871.84 segundos, resultando con la reducción de tiempo de entrega en un 41.02%, además, se redujo el tiempo de parada de las máquinas ya que, antes de la implementación se contaban con 32 horas, mientras que, después de la implementación se contaba con 10.5 horas, logrando obtener una reducción del 67.19% en paradas imprevistas en el proceso.

Finalmente, se obtuvo como mejora que el nivel de cumplimiento de los lineamientos considerados en la gestión de almacenes es del 80%, lo que refleja un alto nivel de cumplimiento de la gestión de almacenes, ya que las empresas ahora tienen un rol de cómo se mueve el material, a su vez, se determinó que la dimensión eficiencia en recepción de pedidos fue de 1.19 unidades / hora hombre trabajada en el periodo de julio a octubre del 2022, esto refleja que por cada hora hombre trabajada, se recibió 1.19 materiales en stock dentro del almacén, a su vez, se halló que la dimensión almacenamiento, o days on hand, el promedio obtenido fue de 3.0%, esto representa que, de 100 materiales recibidas en el almacén, 3 de ellos, se quedan como inventario a fin de año, y finalmente, en la dimensión despacho, o picking el promedio obtenido fue de 2.0%. este refleja que 100 pedidos despachados, 2 materiales son devueltos porque no cumplen las condiciones óptimas. Estos resultados se asemejan en la investigación de Castillo y Pérez (2019) los resultados mostraron que después de aplicar estas herramientas, la productividad del área de almacén aumentó de 35,64% a 75,32%, la eficiencia aumentó de 75,82% a 91,60% y la eficiencia final aumentó de 46,91 a 82,08%. Estos hallazgos tienen sustento teórico en Hernández y Vizán (2017), quienes indican que el Lean Manufacturing también, es una estrategia basada en la optimización de procesos, donde el primordial objetivo es reducir todo tipo de despilfarro, apuntando siempre a conseguir resultados significativos.

Conclusiones

La evaluación inicial demostró que las principales que generan una mala gestión de almacenes son la metodología logística no establecida; no realizan los pedidos a tiempo; desorden en diversas áreas; no registran las ingresos y salidas de los insumos y falta de capacitaciones.

El nivel de cumplimiento inicial de los lineamientos considerados en la gestión de almacenes es del 40%; la eficiencia en recepción de pedidos, el days on hand y picking de manera inicial salió 0.55 unidades / hora hombre, 11.1% y 6.3% respectivamente.

En la aplicación de las herramientas de lean manufacturing se estableció un procedimiento logístico desde la orden de pedido hasta la entrega del cliente interno, se desarrolló una evaluación a los proveedores y se pronosticó las compras de materiales, se aplicó la metodología 5S, se realizaron capacitaciones al personal operativo y se diseñó un sistema de inventario kardex.

Después de la aplicación de las herramientas lean manufacturing se determinó que el nivel de cumplimiento post mejora de los lineamientos considerados en la gestión de almacenes es del 80%; la eficiencia en recepción de pedidos, el days on hand y picking post mejora salió 1.19 unidades / hora hombre, 3.0% y 2.0% respectivamente.

Finalmente, se determinó que la dimensión eficiencia en recepción de pedidos aumentó en 0.63 unidades/ hora hombre; la dimensión days on hand redujo un 8.1% y la dimensión picking redujo un 4.3%, validando de esta manera la hipótesis alterna de la investigación, ya que el valor estadístico salió 0.0027; 0.0000 y 0.0005 respectivamente, siendo menor al margen de error de la investigación.

Referencias

- Antosz, K., Pasko, L., & Gola, A. (2020). The Use of Artificial Intelligence Methods to Assess the Effectiveness of Lean Maintenance Concept Implementation in Manufacturing Enterprises. *Applied Sciences*, 10(21), 7922. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app10217922>
- Burawat, P. (2019). Productivity Improvement Of Corrugated Carton Industry By Implementation Of Continuous Improvement, 5s, Work Study, And Muda Elimination: A Case Study Of Xyz Co., Ltd. In *International Journal of Engineering and Advanced Technology* (Vol. 8, Issue 5c, pp. 178–183). Blue Eyes Intelligence Engineering and Sciences Engineering and Sciences Publication - BEIESP. <https://doi.org/10.35940/ijeat.e1026.0585c19>

- Castillo, P. y Perez, I. (2019). Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para mejorar la productividad del área de almacén en la empresa KVC CONTRATISTAS SAC. Tesis (Título en ingeniería industrial). Trujillo: Universidad Privada del norte. Disponible en <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/23172>
- Cavazos-Arroyo, J., Máynez-Guaderrama, A., & Valles-Monge, L. (2018). Kaizen events: an assessment of their impact on the socio-technical system of a Mexican company. *Ingeniería y Universidad*, 22(1). <https://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.iyu22-1.keai>
- Dave, Y. & Sohani, N. (2019). Improving productivity through Lean practices in central India-based manufacturing industries. *International Journal of Lean Six Sigma*, Vol. 10 No. 2, pp. 601-621. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-10-2017-0115>
- Ferreira, I. A., Araujo, F. O. D., & Echeveste, M. E. S. (2020). Change management practices to support the implementation of lean production systems: a survey of the scientific literature. *Gestão & Produção*, 27(2), e4019. <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530X4019-20>
- Gavidia, B. (2018). Aplicación de herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en el almacén de la empresa NETAFIM PERÚ SAC. Tesis (Título en ingeniería industrial). Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/41547>
- Hernández, J. y Vizán, A. (2017). *Lean manufacturing: conceptos, técnicas e implantación*. Madrid: Fundación EOI.
- Hernández, R; Fernández, C. y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. 5.ª ed. México: McGraw Hill.
- Herrera, C. y Idiaquez K. (2018). Implementación de las herramientas del Lean Manufacturing para la gestión de un almacén frigorífico de un operador logístico. Tesis (Título en ingeniería industrial). Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/items/1f64ec95-91cd-4e4b-941d-c11d3f39be65>
- Kaneku-Orbegozo, J., Martínez-Palomino, J., Sotelo-Raffo, F., & Ramos-Palomino, E. (2019). Applying Lean Manufacturing Principles to reduce waste and improve process in a manufacturer: A research study in Peru. In *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* (Vol. 689, No. 1, p. 012020). IOP Publishing.
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E. y Villagomez, A. (2014). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de tesis*. 4.ª ed. Ediciones de la U: Bogotá.
- Palma, S. A. (2021). Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina. Tesis (Título en ingeniería industrial) Lima: Universidad Ricardo Palma. Disponible en: <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4307>
- Salas, A. (2017). Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en el área del almacén de la empresa DIONE INGENIEROS GLP GNV SAC, 2017. Tesis (Título en ingeniería industrial) Lima: Universidad César Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/12168>
- Santos, D. M. C. D., Santos, B. K. D., & Santos, C. G. D. (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>