

Influencia del uso del Lean Manufacturing en la productividad: caso empresa lavado de vehículos Carwash, Chimbote - Perú.**Influence of the use of Lean Manufacturing on productivity: Carwash car wash company case, Chimbote – Peru.****Influência do uso de Lean Manufacturing na produtividade: caso da empresa de lavagem de carros, Chimbote – Peru.**

Manrique Rivera Gily Valeria¹, Mejía Vásquez Carol Geraldine², Chucuya Huallpachoque Roberto Carlos³, Mariños Rosado Diego Jhovanny⁴

Resumen

En la investigación se aplicó el Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa carwash María José, Chimbote, la metodología fue de tipo aplicada, con diseño preexperimental. La muestra estuvo conformada por 2 trabajadores de la empresa; para el desarrollo se elaboró un diagrama de operaciones de proceso, diagrama de Ishikawa, cursograma analítico, mapa de flujo de valor (VSM) y la metodología de las 5S. Los resultados de la aplicación se pudieron evidenciar en la disminución considerable con respecto al tiempo de ciclo de proceso de 53 minutos a 48 minutos; en el porcentaje de las actividades productivas de 48.72 a 58.97% y actividades no productivas de 51.28 a 41.03%, con respecto a la productividad en los meses de estudio, se obtuvo una productividad de mano de obra incremento en 0.10%, en la eficiencia aumentó en 0.08%, en costo de mano de obra en 0.05% y en productividad multifactorial en 0.04%, asimismo, se logró reducir en 3.03 litros de agua por vehículo en el proceso. Se concluyo que las herramientas de Lean Manufacturing mejora la productividad.

Palabras claves: *Lean Manufacturing, Mapa de flujo de valor, Metodología de las 5s, Productividad.*

Abstract

In the research, Lean Manufacturing was applied to improve the productivity of the carwash company María José, Chimbote, the methodology was applied, with a pre-experimental design. The sample consisted of 2 workers from the company; For the development, a process operations diagram, Ishikawa diagram, analytical course diagram, value flow map (VSM) and the 5S methodology were elaborated. The results of the application could be evidenced in the considerable decrease with respect to the process cycle time from 53 minutes to 48 minutes; In the percentage of productive activities from 48.72 to 58.97% and non-productive activities from 51.28 to 41.03%, with respect to productivity in the months of study, a labor productivity increase of 0.10% was obtained, efficiency increased by 0.08%, labor cost by 0.05% and multifactorial productivity by 0.04%, likewise, it was possible to reduce 3.03 liters of water per vehicle in the process. It was concluded that Lean Manufacturing tools improve productivity.

Keywords: *Lean Manufacturing, Value stream mapping, 5s methodology, Productivity.*

Resumo

Na pesquisa, foi aplicado o Lean Manufacturing para melhorar a produtividade da empresa de lavagem de carros María José, Chimbote, a metodologia foi aplicada, com um desenho pré-experimental. A amostra foi composta por 2 trabalhadores da empresa; para o desenvolvimento, foram elaborados um diagrama de operações de processo, diagrama de Ishikawa, diagrama analítico de curso, mapa de fluxo de valores (VSM) e a metodologia 5S. Os resultados da aplicação puderam ser evidenciados na diminuição considerável em relação ao tempo de ciclo do processo de 53 minutos para 48 minutos; No percentual de atividades produtivas de 48,72 para 58,97% e atividades não produtivas de 51,28 para 41,03%, com relação à produtividade nos meses de estudo, obteve-se um aumento na produtividade da mão de obra de 0,10%, a eficiência aumentou em 0,08%, o custo da mão de obra em 0,05% e a produtividade multifatorial em 0,04%, da mesma forma, foi possível reduzir 3,03 litros de água por veículo no processo. Concluiu-se que as ferramentas do Lean Manufacturing melhoram a produtividade.

Palavras-chave: *Manufatura Enxuta, Mapa do Fluxo de Valor, Metodologia 5s, Produtividade.*

¹Escuela de Ingeniería Industrial. Estudiante. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. gmanriquerivera@gmail.com. <https://orcid.org/0000-0003-4769-6191>

²Escuela de Ingeniería Estudiante. Industrial. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. mejiacarol30@gmail.com. <http://orcid.org/0000-0001-6132-5683>

³Escuela de Ingeniería Industrial. Magister. Universidad César Vallejo. Chimbote. Perú. rchucuya@ucv.edu.pe. <http://orcid.org/0000-0003-1456-8951>

⁴Escuela de Ingeniería Mecánica. Magister. Universidade Estadual Paulista. Sao Paulo. Brasil. diego.mariños@unesp.br. <http://orcid.org/0000-0002-9623-1502>

Introducción

El presente estudio fue de vital importancia para el Carwash Maria Jose, porque permitió minimizar los desperdicios Lean dentro del proceso. El interés residió en la necesidad de mejorar las condiciones del lavado y reducir el tiempo de espera del proceso que se generaba por el problema en las áreas que enlazan directamente a la hora de la limpieza del vehículo. Es por ello que, mediante la metodología Lean Manufacturing se logró mejorar la calidad del servicio, donde se utilizó las herramientas Lean para mejorar el proceso de lavado, constituyendo un ambiente de trabajo agradable, con la finalidad de reducir los desperdicios Lean encontrados. La causa de que los consumidores busquen un lavadero de automóviles es debido a la suciedad y productos químicos que a diario se acumulan en el vehículo, causando con el tiempo corrosión, siendo muy difíciles de eliminar con una esponja o brocha si no los quitas a tiempo. Además, al limpiar el auto con productos del hogar, daña aún más el chasis de este, debido a esto cada vez más personas evitan la autolimpieza. (Grand View Research, 2020). Hoy en día, se requiere más limpieza en los automóviles debido al tan temido COVID-19, este virus puede durar 9 días en el interior de los autos y es cuando más se necesitan los carwash para mantenerlos desinfectados, ya que podrían adquirirlos durante un viaje corto o largo. (Gestión, 2020, p 3).

En el Perú, se ha evidenciado un crecimiento en el rubro del carwash Gonzales y Miranda (2018), dentro de este grupo se encuentra la empresa carwash Maria Jose, la cual brinda el servicio de lavado y limpieza de automóviles, analizando la problemática existente, cuentan con un pequeño almacén, en el cual se evidenció suciedad y desorden, lo que genera que los operarios pierdan tiempo al buscar los materiales e insumos para la limpieza de los automóviles, causando con ello retraso en el proceso e incomodidad en los clientes, que muchas veces por la demora presentada, deciden retirarse. Por otro lado, se observó también que existe una falta de cultura de limpieza por parte de los operarios, puesto que, después de terminar cada proceso de lavado, no suelen limpiar el piso, que, por consecuencia, queda empapado y muchas veces sucio a raíz de esto genera disconformidad en los clientes. Asimismo, los operarios son inexpertos y no reciben capacitaciones adecuadas para realizar su trabajo eficientemente, causando con esto, demoras y sobre procesamiento. A consecuencia, provoca el consumo excesivo de agua, ya que vuelven a limpiar el vehículo. Al no darle una solución a los problemas mencionados, acarrearía bajas en la productividad ya que, los clientes dejarían de ir al carwash por todas las incomodidades presentadas, trayendo como consecuencia despidos al personal, ya que no tendrían ingresos. Provocando de ese modo que la empresa cierre indefinidamente.

Por ende, se formuló el siguiente problema ¿En qué medida la aplicación de Lean Manufacturing mejorará la productividad de la empresa carwash Maria Jose, Chimbote 2021?, justificando en el aspecto teórico, que se logró conocer que mediante las herramientas empleadas de Lean Manufacturing se obtuvo una mejora continua dentro de la empresa y por ende incrementó la productividad; en el aspecto metodológico, ya que mediante las herramientas de las 5s y Value Stream Mapping (VSM) del modelo planteado, se ayudó a otras investigaciones a mejorar la productividad; en el aspecto práctico debido a que mediante la aplicación del Lean Manufacturing se incrementó de manera significativa la productividad dentro la empresa, generando mayor rentabilidad dentro de ella, por consiguiente, se justificó socialmente, debido que, al incrementar la productividad, ocasionó que la empresa sea más rentable, generando mayores puestos de trabajo y fortaleciéndose en el mercado.

Por ello se planteó el siguiente objetivo general: aplicar Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la empresa carwash Maria Jose, Chimbote 2021. Los objetivos específicos son: Diagnosticar el estado actual de la empresa carwash Maria Jose, Chimbote 2021; identificar la productividad actual de la empresa carwash Maria Jose, Chimbote 2021, aplicar el método Lean Manufacturing para mejorar la productividad en la empresa carwash Maria Jose, Chimbote 2021, comparar la productividad antes y después de aplicar lean Manufacturing.

Para la presente investigación se recaudaron trabajos previos como Chong y Puvanasvaran (2020) donde implementó Lean Manufacturing, para que sirva como guía para el uso de equipos o maquinarias, fue de tipo descriptiva de enfoque cuantitativo; el instrumento empleado fue una entrevista con cuestionarios abiertos adaptados al estudio, la herramienta utilizada fue la metodología de las 5S. Se obtuvo como resultado después de la implementación después de la aplicación de las 5s, 150 equipos y maquinarias clasificados y 150 equipos y maquinarias ordenadas. Incrementando de 0.22 a 1.00%, siendo el incremento de 0.78. Se programaron 48 programas de limpieza de los cuales se realizaron 20, pero,

después de la aplicación se llegaron a realizar los 48 programas propuestas, mejorando notablemente la productividad, causando una mejora considerable en las Pymes.

Así como también Shiau y Chang (2020), que busco reducir el desperdicio y mejorar la productividad mediante el método de Lean Manufacturing, en un taller en el área de masilla, fue de tipo experimental y enfoque cuantitativo; la herramienta utilizada fue Visual Factory, con ellos se eliminaron los cuellos de botella dentro del área donde se aplicó el método, con ello también, se logró minimizar tasas de rotación a colaboradores, asimismo, tiempos de ciclos e inventario en proceso. Se concluye que al aplicar correctamente la metodología a través de cada una de sus operaciones como siendo este el caso tuvo como resultado reducciones del lead time del 66 al 95%, una reducción del stock en proceso del 92%, siendo así que el equilibrado ha permitido reducir los tiempos de espera en un 97% con esto mejoraría la satisfacción de los clientes, y tendría un servicio con mayor rapidez.

Como siguiente trabajo previo se obtuvo a Oliveira et al., (2019), que tuvo como objetivo eliminar desperdicios, reducir costos, teniendo en cuenta incrementar la productividad y competitividad. Para ello se utilizó herramientas de calidad que permitió analizar y mejorar los procesos, entre estas herramientas se utilizó las 5s y Value Stream Mapping en un periodo de 6 meses. Fue un estudio de tipo descriptivo y de enfoque cuantitativo. Los resultados constataron que, al aplicar dicha metodología, se obtuvo una disminución en los tiempos ya que inicialmente mostró un tiempo de 78 min y al final se obtuvo un tiempo de 58 min de lavado, del mismo modo mejoró la eficacia a un 25%, siendo este valor inesperado ya que se esperaba obtener una mejora de 33%, además se incrementó el número de vehículos por día ya que al inicio ingresaba 6 vehículos/ día y se lograron 8 vehículos/ día logrando de esta manera una mejora en la empresa.

En el presente trabajo de investigación se toman las siguientes teorías relacionadas al tema, es por ello que, la primera variable a analizar será Lean Manufacturing. Desde el punto de vista de Sarria (2017, p.53), Lean Manufacturing, es una alternativa que gracias a su versatilidad ha sido empleada en las empresas de los diferentes sectores. Mientras que para Socconini (2019), es una metodología de proceso continuo y sistemático, que elimina desechos o excesos (toda actividad que no agrega valor a un proceso); cuenta con las siguientes fases, análisis identificación, planeación, implementación y seguimiento, en busca de la tan deseada mejora continua (p.20). Lean Manufacturing mediante sus herramientas 5s, TPM, Kanban, SMED, Jidoka, Kaizen, Heijunka, etc., buscan eliminar los desperdicios y contribuir con una mejora continua, corresponde con la ejecución sistemática del orden y limpieza dentro de las organizaciones, por otro lado, indica que el propósito de la metodología de las 5s se basa en ayudar a las empresas a solucionar el mal manejo de gestión y organización, por ende, busca realizar estrategias basándose en métodos innovadores que aprovechen las oportunidades, para afrontar amenazas a las que están expuestas y reducir al máximo sus debilidades, logrando con esto alcanzar la meta planteada y poder competir exitosamente en el mercado (Rajadell y Sánchez 2016, p.1).

En cuanto a la variable dependiente, se considera a la productividad al cociente de los resultados obtenidos y los recursos empleados (Gutiérrez 2010, p.21). La eficiencia, que es la optimización de los recursos procurando que no haya desperdicios; mientras que la eficacia, es tener objetivos trascendentes y que se puedan alcanzar. La definición de productividad está relacionada entre los distintos factores del lugar de trabajo y se ve afectada por muchos factores, como son la calidad y disponibilidad de materia prima, así como también la capacidad y disponibilidad de maquinarias, la capacidad de mano de obra (Alamar y Guijarro 2018, p.5). Se indica que la productividad se mide mediante: Productividad de mano de obra, es un recurso activo que se requiere en el proceso y este mismo determina el tiempo de duración, por ende, la productividad de mano de obra se determina tras la división de producción y horas hombre empleadas, de igual manera, el costo, se determina mediante la relación de la suma de producto o servicio que se produce entre el costo de horas hombre (Krajewski, Ritzman y Malhotra, 2013, p. 13)

Material y métodos

La investigación es aplicativa (Palomino, Peña, Zevallos y Orizano, 2015, p.31) porque el propósito fue medir la influencia de la variable independiente en la dependiente, el diseño de investigación es pre-experimental (Hernández, Fernández y Baptista 2014, p. 141); porque se trabajará con un solo grupo de estudio, al cual se le aplicará un pretest y post test; donde el proceso productivo del lavado de vehículos

en la empresa (G), Productividad antes y después del uso de las Herramientas de la metodología Lean Manufacturing (O1 y O2), se consideró como variable independiente a Lean Manufacturing y como variable dependiente la productividad. La población estuvo conformada por 2 trabajadores de la empresa, dedicados a la limpieza de automóviles, la muestra (Hernández, Fernández y Baptista, 2014) indica que se debe a que incluye en su totalidad a la población, es decir, la población es igual a la muestra. Finalmente, la unidad de análisis, estuvo representada por los colaboradores de la empresa. Durante un periodo de evaluación de 4 meses pre-test y 4 meses para el pos-test. Entre las técnicas se utilizó: Entrevista, observación directa, registro de datos, organización de métodos, análisis de la información y recolección de datos. Se utilizaron los instrumentos: Guía de entrevista, formato de cursograma analítico, indicadores de desperdicios, inventario, auditoria y cronograma de capacitaciones.

Dentro de los métodos se utilizaron para el diagnóstico situacional : Técnica de Entrevista, Análisis de causa y raíz Registro documental como instrumentos guía de entrevista, formato de registro de problemas, diagrama de Ishikawa, formato de análisis de desperdicios, formato de indicadores de desperdicios, diagrama de Operaciones del proceso, cursograma analítico y mapa de flujo de valor, para producción inicial se empleó la técnica de registro documental cuyo instrumento es el registro de producción inicial. De igual forma para el tercer objetivo bajo la técnica de recolección de datos: Auditoría Lean -5s, análisis de inventario, tarjetas rojas, layout de distribución, registro de objetos necesarios e innecesarios, formato de asignación de responsabilidades, checklist de cumplimiento de las 3 primeras S, manual de buenas prácticas de limpieza y orden, políticas de estandarización y cronograma de capacitaciones logrando la eliminación de los desperdicios a través de la metodología 5s, para con ello, lograr una mejora dentro del proceso productivo. Como último objetivo se empleó la técnica de registro documental cuyo instrumento es el registro de producción final, formato de comparación de productividad y se validaron con el Análisis T- student.

Resultados

Evaluación de las condiciones actuales de funcionamiento de la empresa carwash.

Se realizó la guía de entrevista que ayudó a identificar los problemas más recurrentes en la empresa como falta de orden en los materiales e insumos, inexperiencia, insatisfacción del cliente, falta de cultura de limpieza, consumo excesivo de agua y residuos líquidos en el suelo. Posteriormente a ello, se procedió a realizar un registro de problemas el cual ayudó a detectar que son los autos con un 46.88% de problemas, mientras que las camionetas 25%, mototaxis 18.75% y moto lineal 9.38%, se elaboró el diagrama de Ishikawa, teniendo como principal problema en medio ambiente la falta de orden y limpieza, en mano de obra la inexperiencia y falta de capacitación, en métodos la falta de procedimiento. Asimismo, se realizó un formato de análisis de desperdicios, conociendo lo más significativos, como se muestra a continuación:

Tabla 1. Análisis de Desperdicio

PROBLEMAS	Talento no Utilizado	Inventario	Movimientos	Espera	Transporte	Defectos	Sobre Producción	Sobre Procesamiento
Falta de orden en los materiales e insumos	-	x	x	x	-	x	-	-
Falta de cultura de limpieza	x	-	x	x	x	-	-	-
Inexperiencia	x	-	x	x	-	-	-	x
Consumo excesivo de agua	x	-	-	-	-	-	-	x
Insatisfacción del cliente	x	-	-	x	-	x	-	x
Residuos líquidos en el suelo	-	x	x	-	-	-	-	-
Falta de capacitación	x	-	x	x	-	-	-	x
TOTAL	5	2	5	5	1	2	0	4

Nota: Datos recopilados del análisis de desperdicios

Según la tabla 1, se identificó los desperdicios encontrados más relevantes que fueron talento no utilizado, movimiento, espera y sobre procesamiento y con respecto al formato de indicadores de desperdicios se encontró un 0% en Índice de capacitaciones, movimiento esperado 53 minutos, tiempo total del lavado un 84% de cumplimiento y en autos lavados un 82.29 %. Además, se procedió a elaborar un diagrama de operaciones que ayudó a la realización del cursograma, tal cual se resume a continuación:

Tabla 2. Resumen de los resultados del Cursograma Analítico

Actividades	Cantidad	Tiempo	Porcentaje	
Operación	19	29.5	Actividades productivas	19 48.72%
Inspección	0	0		
Demora	6	15	Actividades no productivas	20 51.28%
Transporte	14	8.5		
Almacenamiento	0	0		
TOTAL	39	53	39	100%

Nota: Datos recopilados del cursograma Analítico.

En la tabla 2, muestra el total de actividades y el tiempo, se observa que existe un 48.72% de actividades productivas y un 51.28% de actividades no productivas. Se realizó un mapa de flujo de valor que sirvió para detectar las operaciones que generan demora, las actividades con mayor lead time del proceso son el lavado con un tiempo de operación de 14 minutos/auto y un tiempo de espera de 4 minutos/auto, el enjuague un tiempo de 4 minutos/auto y un tiempo de espera de 0.5 minutos/auto, el almacén de productos un tiempo de operación de 15 minutos/auto y un tiempo de espera de 5.5 minutos/auto, finalmente el encerado un tiempo de espera con 0.5 minutos/auto y un tiempo de operaciones de 3 minutos/auto, estos problemas generan un lead time excesivo, por ello se da un tiempo de ciclo de 53 minutos/auto.

Determinación de la productividad actual de la empresa carwash.

Para la identificación de la productividad actual los datos recolectados fueron por un período de 4 meses, de marzo - junio del presente año la productividad de mano de obra, el promedio más bajo fue en marzo con 0.54 autos lavado/hh, con respecto a la eficiencia demostraron menor desempeño por parte de los trabajadores obteniendo un 0.84% en el mes de mayo, para el costo de mano de obra se obtuvo la productividad más baja en el mes de abril, marzo y junio con un promedio de 0.18 S/ - hora hombre, en tanto en la productividad multifactorial el que arrojó menor valor fue el mes de marzo con 0.94 soles invertidos/ autos lavados. Por consiguiente, se efectuó un registro de consumo de agua, el que permitió medir el rendimiento de agua utilizada dentro del carwash Maria Jose, según los datos arrojados en el mes de abril se ha consumido más agua por vehículo con un total de 20.63 litros a diferencia de los meses marzo de 20.57 litros, mayo de 20.47 litros y junio de 20.52 litros por vehículo.

Aplicación de las herramientas Lean Manufacturing en el proceso de lavado de vehículos.

Mediante la evaluación de auditoría de Lean Manufacturing - 5S se tuvo como finalidad identificar la situación de limpieza y orden que presenta la empresa Maria Jose, dichos resultados se muestran a continuación:

Tabla 3. Auditoria Lean Manufacturing - 5S

Lean Manufacturing		Puntos totales	Calificación	%
L.M	Comprensión	15	4	26.67
	Clasificación	12	3	25.00
	Ordenar	12	4	33.33
5S	Limpiar	12	4	33.33
	Estandarizar	12	3	25.00
	Diciplina	12	5	41.67
TOTAL		75	23	30.67

Nota: Datos recopilados de la Auditoria Lean Manufacturing - 5S

Tal como se muestra en la tabla 3, la empresa solo tiene un 26.67% de comprensión de la metodología Lean Manufacturing, parte de este factor ocurre debido a que los operadores de lavado de vehículos no tienen conocimiento acerca de la importancia de la reducción de desperdicio. Por otro lado, en los criterios de análisis de la 5S, se obtuvo que la clasificación y estandarización tienen el criterio más bajo con un 25%, debido a que la empresa guarda todo su material dentro de un almacén, el cual se encuentra mezclado, fomentando largas colas, generando molestias y retirándose del lugar insatisfechos.

Por todo ello, se plantea a continuación, soluciones mediante a la primera S, que tiene por nombre Clasificar, el cual se empezó con un inventario de todos los elementos dividiéndolos en necesarios e innecesarios, tal como se manifiesta a continuación:

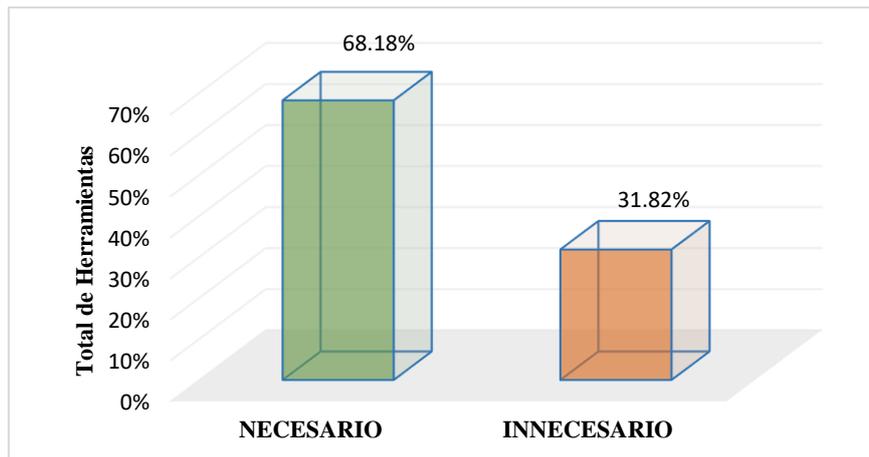


Figura 1. Porcentaje de herramientas Necesarios e Innecesarios

Según la figura 1, realizó el análisis del porcentaje de los materiales y/o equipos necesarios e innecesarios dentro del almacén de la empresa Maria Jose, como elementos necesarios se encontraron un 68.18%, por otro lado, un 31.82% de 14 elementos innecesarios.

Por tal motivo se tomaron acciones con los elementos innecesarios a través de la clasificación mediante tarjetas rojas, tuvo 4 categorías, siendo 2 categorías con más cantidad de elementos: el reciclaje (5) y eliminar (5) cada una de ellas con un total de 35.71%, el cual reubicar (1) obtuvo 7.14% y reparar (3) con 21.43%.

Así mismo, como siguiente paso se tuvo la realización de la 2S por nombre **ordenar**, llevado a cabo mediante el análisis del área de la empresa, el cual se realizó mediante un Layout en los que se encontraron el área de lavado y almacén; como siguiente paso, se realizó un diagrama de recorrido, con la finalidad de tener una percepción de cómo se realiza el proceso de lavado de vehículos, donde, se puede apreciar las demoras y los excesivos transportes existentes en todo el proceso, por ello, se realizó el rotulado de los objetos necesarios y posteriormente a ello se situó cada objeto en sus respectivos espacios dentro del almacén; el ordenamiento se detalla a continuación en la siguiente tabla 4.

Tabla 4. Clasificación de objetos necesarios

Clasificación de objetos necesarios		
CATEGORÍA	CANTIDAD	PORCENTAJE
Accesorios	4	13.3%
Equipos de seguridad	4	13.3%
Herramientas	1	3.3%
Máquinas	9	30.0%
Materiales	10	33.3%
Otros	2	6.7%
TOTAL	30	100%

Nota: Datos recopilados de la Clasificación de objetos necesarios.

En la tabla 4, se tiene el resultado del ordenamiento de los objetos necesarios del almacén de la empresa, teniendo como mayor espacio los materiales con 33% esto debido a la gran cantidad en stock, por otro lado, las máquinas cuales ocupan el 30% del espacio total del almacén, otra categoría que ocupa espacio son los accesorios ocupando un 14%, entre otros con 6.7%.

La siguiente S, es mucho más que realizar una limpieza; como primer paso, se realizó el registro de colaboradores en el cual se detalló el tiempo de experiencia y la función que realiza, sirvió como punto inicial para delegar responsabilidades con limpiar, verificar y ordenar las dos áreas del proceso. Posteriormente se realizó un checklist de cumplimiento de las 3 primeras S, los cuales los resultados para la clasificación, en el primer mes de aplicación se cumplió al 50%, estos criterios aumentaron en el siguiente mes un 25% debido a la sensibilización del personal y finalmente en el mes de Setiembre aumentó un 12.5%, lo cual fue una mejora significativa porque no se encontró objetos innecesarios en el almacén. Por otro lado, en el ordenar, se tuvo un comportamiento lineal creciente obteniendo en el último mes una mejora de 28.57%, esto se vio reflejado en la eficiencia de lavado por auto. Finalmente, la limpieza tuvo un porcentaje inicial del 50%, presentando problemas en la falta de cumplimiento en las fechas pactadas de limpieza, este criterio fue mejorado al 83.33%.

Posteriormente a ello se procedió a estandarizar los procedimientos, para ello se realizó un cronograma de 10 capacitaciones las cuales se dividió en 2 clases, siendo la primera de ellas las capacitaciones de limpieza, del mismo modo la segunda capacitación, estuvo basada en la mejora de los procedimientos de trabajo. Del mismo modo para que los colaboradores puedan conocer de forma detallada las mejoras, se realizó un manual de procedimientos de buenas prácticas de trabajo y limpieza, el cual consiste en sencillos pasos para poder realizar un trabajo eficiente y sobre todo poder reducir los tiempos de espera del cliente para que esté satisfecho, todo ello se evidenció a través de imágenes de la difusión de los procedimientos de limpieza.

Para finalizar, se evaluó la mejora a través de la *disciplina* el cual se realizó auditorías sorpresas, acerca de cada uno de los criterios correspondientes a la 5S, dicha auditoria se realizó de forma mensual y los resultados se aprecian a continuación.

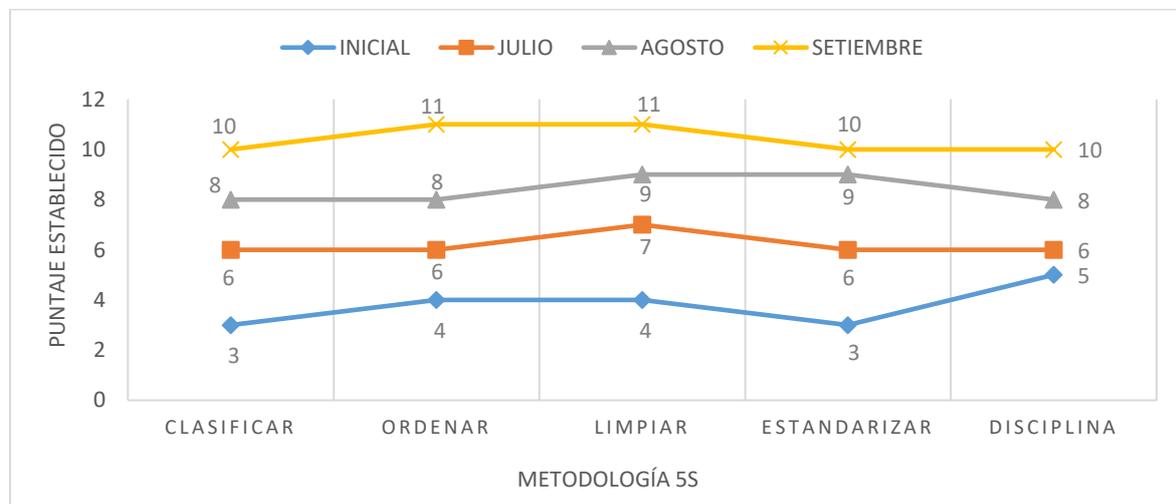


Figura 2. Resultados de auditorías sorpresa de cada mes.

Como se aprecia en la figura 2, se aprecia una mejora en la limpieza ya que generó más impacto dentro de la empresa, así mismo, en el mes de Agosto hubo también un incremento positivo en estandarización, por otro lado, en el mes de Setiembre se puede observar la mejora de las 3 primeras S de forma consecutiva, lo que significa que se está aplicando de forma adecuada, realizando así una mejora significativa de la productividad, todo ello hasta el presente mes, se registró una mejora de 53.33% con respecto a la inicial.

Seguidamente a ello se realizó el cursograma final en el que se tienen 39 actividades, con un tiempo total de 48 minutos, arrojando un total de 23 actividades productivas, lo que hace un total 58.97%, mientras que en las actividades no productivas se tuvo un total de 16 actividades con un 41.03%. Finalmente, se analizó la mejora de los tiempos de espera en el proceso de lavado, para ello se compararon los tiempos obtenidos en el VSM tanto inicial como final detallado en el siguiente gráfico.

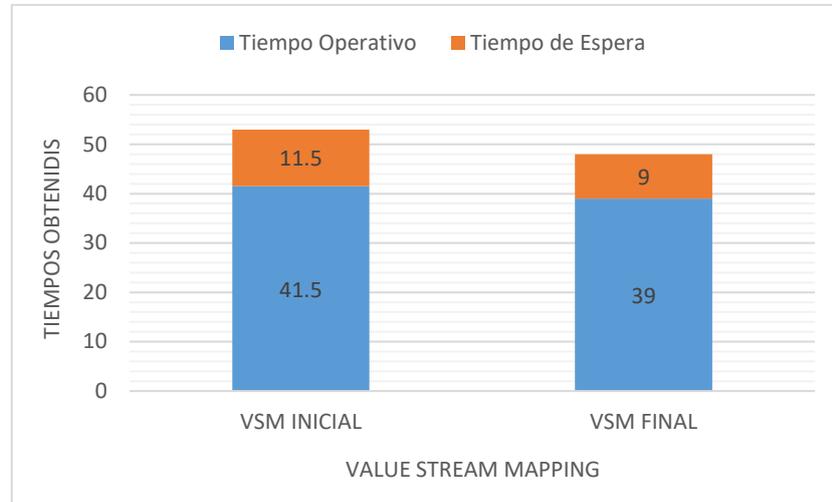


Figura 3. Comparación de resultados obtenidos en Value Stream Mapping.

Según la figura 3, a través del VSM, se puede observar que como parte inicial se tiene un tiempo operativo de 41.5 minutos, sin embargo, al mejorar los procedimientos redujo en 2.5 minutos, en los tiempos de espera de forma inicial se tiene un 11.5 min, al reducir los desperdicios lean, este llegó a reducir 2.5 minutos, siendo todo este tiempo de 5 minutos en el proceso.

Finalmente, se realizó un seguimiento a los indicadores de los desperdicios Lean, antes y después de la aplicación, con respecto al índice de capacitaciones programadas se pudo ver una mejora del 80%, de igual modo al movimiento esperado hubo una disminución del 9% respecto al tiempo inicial, queriendo decir, de esta manera que hubo una mejora en el lavado de vehículos; con respecto al tiempo total de lavado hubo un aumento en 10%, por ende existió una mejora en la satisfacción del cliente y como último indicador, se tiene a los autos lavados dando se evidenció una mejora del 10% en relación con los vehículos lavados sin error.

Comparación de la productividad antes y después de aplicar lean Manufacturing.

Una vez evaluada la productividad inicial y final después de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing, se comparó la mejora de las productividades, por tanto, en promedio, se tuvo una productividad inicial de mano de obra de 0.56 autos lavados/hh y en la productividad final de 0.67 autos lavados/hh donde muestra un incremento del 10%. Asimismo, con respecto a la eficiencia, inicialmente se tenía 0.87% y final 0.93% obtuvo un crecimiento significativo de 7%. A su vez, con la productividad del costo de mano de obra, inicialmente se obtuvo 0.18 nuevos soles / hh y por último 0.23 nuevos soles /hh, donde incremento un 5%.

Finalmente se tiene la productividad multifactorial, arrojando como resultados iniciales un 0.96 soles invertidos/materiales lavados como promedio, por el último como resultados finales se logró 1.01 soles invertidos/materiales, con ello alcanzó el incremento de un 4%, lo que deja notar que, gracias a la aplicación de las herramientas de Lean y la cultura creada, la empresa aprendió a maximizar sus recursos, costos indirectos y mano de obra.

Posteriormente se pasó a la comparación del consumo de agua del pre test y post test, como se detalla en el siguiente gráfico:

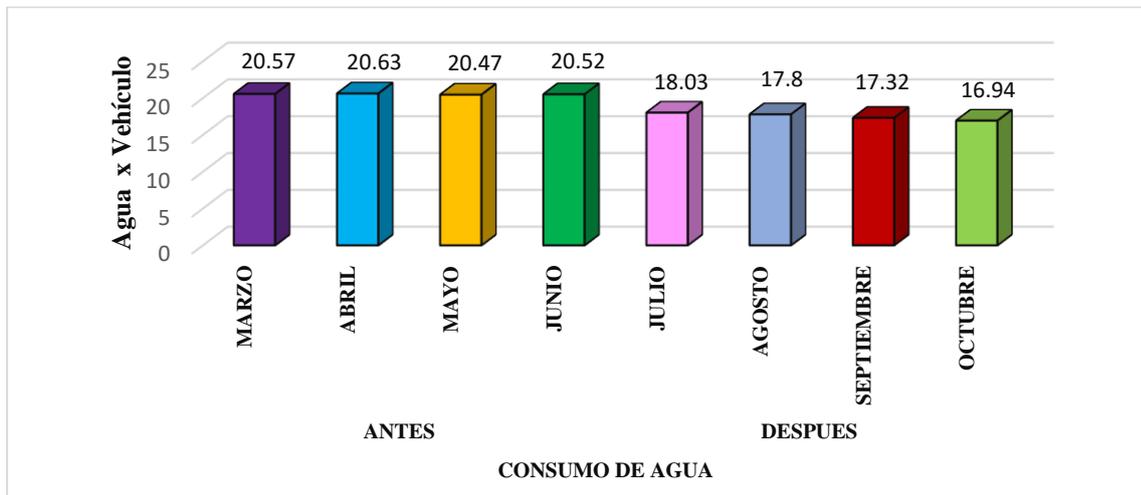


Figura 3. Comparación del Consumo de Agua Inicial y Final

Como parte del consumo de agua, se puede observar en la figura 4 que inicialmente de manera promedio se tuvo 20.55 litros por vehículo, posteriormente se obtuvo un promedio final de 17.52 litros por vehículo obteniendo como resultado una reducción de 3.03 litros por vehículo.

Finalmente, se realizó el análisis estadístico, donde se efectuó la prueba de en este caso en específico fue paramétrica - Shapiro wilk, ya que el resultado obtenido fue mayor a 0.05, entonces, corresponde a utilizar el T - Student identificado gracias a los datos del pre y post test. Se realizó con el software IBM SPSS, donde muestra el resultado de la prueba de t que arrojó un valor de 13,075, asimismo, se tiene un error de 0.05 con un intervalo de confianza de 95%, mientras que el grado de libertad un valor de 11, a su vez el grado de significancia bilateral arrojó 0,000, es decir, los datos de pre y post test son significativamente diferentes.

Se tuvo la distribución del t- student con la hipótesis planteada, donde se obtuvo el valor de 11 como grado de libertad y como t-student de 13,075, interseca con el grado de libertad con margen de error de 0.05 con lo que se obtuvo un valor de 1.7959 por lo tanto, es una distribución normal con hipótesis alternativa, ya que existen diferencias en los datos, mostrando una mejora significativa, por ende, se puede asegurar que la aplicación de Lean Manufacturing ayudó a mejorar la productividad en la empresa carwash Maria Jose.

Discusión

De acuerdo con el resultado obtenido en el primer objetivo respecto al diagnóstico de la situación actual de la empresa carwash Maria Jose, lo primero a tomar en cuenta son las entrevistas, las que ayudan a identificar los desperdicios, como son la demora, talento no utilizado, espera y sobre procesamiento, tal y como lo indica Oliveira (2019) la cual se aplicó una entrevista presentada llegando a conocer los desperdicios que se generan durante el proceso, siendo un punto importante para iniciar el proceso de investigación. A su vez, Nwanya, Udofia y Ajayi (2017), mencionan que para iniciar una investigación y conocer el estado actual de la empresa es importante primero realizar sesiones de entrevistas sólidas, tal y como se realizó en la presente tesis, menciona también los autores que, mediante esta entrevista, se puede analizar cuáles son los desperdicios y/o problemas más usuales dentro de la empresa. Asimismo, siguiendo con la aplicación, se tiene la primera herramienta de Lean Manufacturing, que es el Value Stream Mapping, señalando que el uso de éste, mejora la producción aumentando la satisfacción del cliente, ayudando a reconocer los tiempos productivos. Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Shiau y Chang (2020), donde menciona que las operaciones con mayor tiempo de espera son el proceso de corte con 2.4 minutos y estampado 1.8 minutos, generando de esta manera mayor cantidad de desperdicios.

Seguidamente al segundo objetivo, se identificó la productividad inicial de la empresa carwash Maria Jose, para los tres primeros meses en el cual se tomó 4 indicadores, siendo el primero de ellos la Productividad de mano de obra que obtuvo un total de 0.56 unidades/hora hombre, Eficiencia con

0.87%, Costo de mano de Obra 0.18 S./ hh, Productividad multifactorial 0.96 S/. invertidos/materiales y por último el consumo de agua 20.55 litros por vehículo, todo ello se concuerda con la investigación que menciona Linares (2018), coincide de forma exacta ya que con estos datos se conoce la productividad inicial de los 4 primeros meses, anteriores de la aplicación, obteniendo de esta manera una eficiencia promedio inicial de un 69 % y una productividad de Mano de obra de un 0.44 hh.

Así también, con respecto al tercer objetivo, aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing en la empresa Maria Jose, para ello se aplicó la segunda herramienta de la metodología de las 5s, durante esta investigación se llevó a cabo el uso de una Auditoria Lean-5s donde se mostró un conocimiento del 30.67%, se llevó también a cabo el uso de las tarjetas rojas para poder determinar los objetos innecesarios, se realizó una cronograma de limpieza y se creó un manual de buenas prácticas para el conocimiento de los trabajadores, debido a ello se observó una mejora de la disminución dentro de los indicadores Lean obteniendo en talento no utilizado un 80%, movimiento en la disminución del tiempo de lavado de 9% que este equivale a 5 min, espera a un incremento al 11% y sobre procesamiento a un 10%, ya que según nos indica Womack y Jones (2010, p. 11), su aplicación en una organización puede generar ahorro, disminución de costos, eliminación de desperdicios y brindar efectivamente servicios económicos; estos resultados guardan relación con lo que sostiene Mbogo (2019), llevó a cabo el uso de las tarjetas rojas la cual se colocaron 30 que significa 135 objetos innecesarios, se realizó un ordenamiento dentro de sus áreas de trabajo para mantener un orden logrando de esta manera una reducción en la búsqueda de 69 segundos a diferencia inicialmente que se obtenía a 75 segundos logrando de esta manera una disminución de 12.6 %, el número de matrices pulidas incrementó a un 20.2% que se encontró inicialmente 430 y finalmente 517 matrices y por último el tiempo de limpieza se redujo a un 25%.

De igual forma guarda relación con la tesis de Chong y Puvanasvaran (2020), donde en ella se evaluó con cada uno de los indicadores de la herramienta de las 5's para posteriormente darle seguimiento, teniendo de esa manera para Seiri y Seiton 100 productos ubicados correctamente entre un total de 300 productos dando como resultado un 1.00, para Seiso se medió a través de programa de limpieza realizados entre programa de limpieza programando dando de esa manera un cumplimiento en su totalidad y por último a Seiketsu y Shitsuke se realizó mediante una auditoria lean 5s donde su indicador fue puntaje obtenido por auditoria entre puntaje Total de Auditoria obteniendo para cada una de las S un puntaje de 90 puntos del puntaje total de la auditoria que fueron de 100 puntos. Posteriormente se llevó a cabo el seguimiento teniendo de esta manera para seiri y seiton, un incremento de 0.78, seiso de 2.3 y finalmente seiketsu y shitsuke logrando un acrecentamiento de 0.53.

Como parte del cuarto objetivo se procedió a la comparación de la productividad antes y después de aplicar Lean Manufacturing; lo que se buscaba era el aumento de las productividades tanto de mano de obra, eficiencia, costo de mano de obra, productividad multifactorial y reducción del consumo de agua, para ello se realizó la comparación de la post prueba con los meses correspondientes, obteniendo de esa manera el promedio mensual, lo que deja ver el incremento logrado, en productividad mano de obra se obtuvo 0.67 unidades/hh logrando un incremento del 10%; la eficiencia se observó un 7% de aumento ya que obtuvo un 0.93% después de la aplicación, costo de mano obra logró 0.23 soles/ hh logrando un incremento del 5%, en la productividad multifactorial se evidenció un aumento de 1.01 soles invertidos sobre materiales, logrando de aumento del 4%, por último se obtuvo una disminución en el consumo de agua promedio de 17.28 litros por vehículo, estos resultados guardan relación con los siguientes autores. De acuerdo a Degregori e Izquierdo (2019), donde se muestra una eficiencia de 0.75% y después de la aplicación se logró un 0.85 %, queriendo decir un incremento del 10% en la eficiencia. Esto guarda relación con Oliveira et al (2019), que con la metodología aplicada se logró la disminución del consumo de agua de un 49.9% a un 48.9% logrando de esta manera una disminución del 10% de litros de agua por vehículo, de igual manera se mejoró la eficiencia del lavado de vehículo, ya que inicialmente se lavaba 6 vehículos al día y posteriormente aumentó a 8 vehículos, logrando un aumento de la eficiencia de un 25%, obteniendo grandes ganancias para la empresa.

Conclusiones

Con respecto al diagnóstico del estado actual de la empresa, se concluye que los desperdicios encontrados fueron talento no utilizado, movimiento, espera y sobre procesamiento, asimismo con ayuda

del diagrama de Ishikawa se analizaron las causas raíces que son medio ambiente manifestado en falta de orden y limpieza, mano de obra en inexperiencia y falta de capacitación, método en falta de procedimientos y materiales en escasez de inventarios, a su vez con el cursograma analítico se determinó que hubo un total de 39 actividades con un lead time de 11.5 minutos y un takt time de 41.5, con un tiempo de ciclo de 53 minutos, con el Value Stream Mapping, se identificaron los con cuello de botella como son el lavado, enjuague, almacén de productos y encerado, asimismo, se logró obtener las explosiones Kanban, que son las soluciones a dichos problemas, en donde se mencionan lavado, limpieza, clasificación, orden y estandarización.

Se determinaron las productividades promedio de mano de obra con un total de 0.56 unidades/hora-hombre, la eficiencia con 0.85%, el costo de mano de obra con 0.18 S/. /hora-hombre y la productividad multifactorial con 0.96 S/. invertidos/materiales antes de la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing. Asimismo, el consumo de agua en marzo se tuvo un consumo promedio de 20.57 litros por vehículo, en abril 20.63 litros, en el mes de mayo de 20.47 litros y junio de 20.52 litros, donde se muestra un elevado consumo en el mes de abril.

Con la aplicación de Lean Manufacturing se logró identificar cuál fue el nivel de conocimiento de las herramientas, obteniendo un total de 30.67%, siendo la más deficientes clasificación y estandarización; asimismo, dentro de almacén se encontraron un total de 68.18% de objetos necesarios con un 31.82% de objetos innecesarios, donde gracias al uso de las tarjetas rojas, se logró reciclar, eliminar, reparar y reubicar estos objetos; mediante un layout de distribución se pudo tener una visión más clara acerca del carwash, lográndose de esa manera realizar la clasificación de objetos necesarios. Seguidamente se asignaron horarios y áreas de limpieza, asimismo se realizaron capacitaciones divididos en las 5S y procedimientos de trabajos, fueron respaldados por el manual de Buenas Prácticas de limpieza y orden y las políticas de limpieza, Asimismo, se logró obtener un cumplimiento de las 3 primeras S de hasta el 80% en el último mes de aplicación. Con respecto a las auditorias sorpresas se lograron mejoras considerables de 53.33% con respecto a los meses estudiados. Finalmente, se pudo obtener un lead time de 9 minutos y un takt time de 39 minutos, con un tiempo de ciclo de 48 minutos el que deja ver una disminución notoria.; con respecto a las actividades productivas se logró obtener 58.97%, mientras que en actividades no productivas 41.03%, en lo que se podría afirmar se tiene un proceso óptimo donde predomina las actividades productivas Asimismo se compararon los resultados obtenidos gracias al Value Stream Mapping, donde se divisó que antes de la aplicación se tuvo 11.5 minutos en promedio en el tiempo de espera, y después de la aplicación se obtuvo 9 minutos, con respecto al tiempo operativo se tuvo inicialmente 41.5 minutos y después de la aplicación 39 minutos,.

En la comparación del pre- test y post test de las productividades, donde, la productividad de mano de obra obtuvo un incremento de 0.10%, en la eficiencia finalmente logro 0.93% teniendo un aumento de 0.07%, en costo de mano de obra de 0.23 S/. /hora-hombre lo que genera un aumento de 0.05% y finalmente en la productividad multifactorial de 1.01 S/. invertidos/materiales muestra un incremento del 0.04%, a su vez, se comparó el consumo de agua donde se tuvo en promedio, un valor inicial de 20.55 litros por vehículo y después de la aplicación 17.52 litros por vehículo, logrando así una reducción de 3.03 litros por vehículo.

Referencias

- Alamar, J.,Gujarro, R . (2018). Cómo mejorar la productividad de tu empresa. Empresa Española <https://www.resultae.com/wp-content/uploads/2018/04/resultae-ebook-capitulo-2.pdf>
- Chong, J., Puvanasvaran, P. (2020). Development of Lean Manufacturing Implementation Framework in Machinery and Equipment SMEs. International Journal of Industrial Engineering and Management. DOI 10.24867/IJIEM-2020-3-261.
- Degregori, O., Izquierdo, W. (2019). Aplicación del Lean Manufacturing para incrementar la productividad en una empresa de calzado. Tesis (grado de Bachiller). Perú: Universidad Tecnológica del Perú, 2019 <https://hdl.handle.net/20.500.12867/2367>

- Gestión. (2020). TIPS para desinfectar su auto en tiempos del COVID-19. <https://gestion.pe/tendencias/tips-para-desinfectar-su-auto-en-tiempos-del-covid-19-coronavirus-nda-nnlt-noticia/?ref=signwall>
- Gonzales, Mestanza y Miranda, Omar. (2018). Plan de negocios de una empresa de lavado de autos enfocada en el medio ambiente mediante la reutilización del agua y la inclusión social como factores diferenciadores. Tesis (Magíster en ciencias empresariales). Perú: Universidad San Ignacio de Loyola. http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2995/1/2018_Gonzales_Empresa-de-lavado-de-autos.pdf
- Gutiérrez, H. Calidad y Productividad. (2010). McGraw-Hill Education https://books.google.com.pe/books?id=CqDcoQEACAAJ&dq=productividad++gutierrez&hl=es&sa=X&redir_esc=y
- Grand view research. (2020). “Car Wash Services Market Size, Share & Trends Analysis Report By Type (Tunnels, Roll-over/In-bay, Self-service), By Mode of Payment, By Region (North America, APAC, Europe, CSA, MEA). <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/car-wash-service-market>
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación. Interamericana Editores. https://periodicooficial.jalisco.gob.mx/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Krajewski, L., Larry, L. y Malhotra, M. (2013). Administración de operaciones: Procesos y cadena de valor. México. Pearson Educación DOI: 9789702612179
- Linares, D. (2018). Aplicación de Herramientas de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la Empresa Soquitex. Tesis (Ingeniero Industrial). Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. <http://hdl.handle.net/10757/624049>
- Mbogo, J. (2019). Factors for Effective Implementation of Lean Manufacturing Practice in Selected Industries in Tanzania. Revista Elsevier. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2019.04.043>
- Nwanya, S., Udofia, J., Ajayi, O. (2017). Optimization of machine downtime in the plastic manufacturing. Cogent Engineering. <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/23311916.1335444>
- Rajadell, M., Sanches, L. (2016). Lean Manufacturing la evidencia de una necesidad <https://books.google.com.pe/books?id=mZCh1a3L8M8C&lpg=PR3&dq=lean%20manufacturing%20la%20evidencia%20de%20una%20necesidad&pg=PR7#v=onepage&q=lean%20manufacturing%20la%20evidencia%20de%20una%20necesidad&f=false>
- Shiau, Y., y Chang, H. (2020). Implementation of lean manufacturing in production processes. Journal of Quality DOI 10.6220/joq.202010_27(5).0004
- Socconini, L.(2019) Lean Manufacturing Paso a Paso <https://books.google.com.pe/books?id=rjyeDwAAQBAJ&lpg=PA1&dq=modelo%20metodologico%20de%20implementaci%C3%B3n%20de%20lean%20manufacturing&pg=PA4#v=onepage&q&f=false>
- Oliveira, N., Maciel, L., Paulino, E., Galvao, M., Morais L (2019). Implementação da Metodologia Lean Manufacturing em uma presa de Serviços de Lavagem e Polimento Automotivo Lava a Jato. Revista H-Tec Humanidades e Tecnologia - Edição <https://www.revista.fateccruzeiro.edu.br/index.php/htec/article/view/108>.
- Womack, J.s y Jones, D. (2003). Lean Thinking Banish waste and créate wealth in your corporation A Division of Simon & Schister. <https://books.google.com.pe/books?id=2eWHAyINrgC&lpg=PP1&dq=lean%20thinking&pg=PA4#v=onepage&q=lean%20thinking&f=false>.
- Zevallos Ypanaqué, G., Palomino Orizano, J., Peña Corahua, J. y Orizano Quedo, L. (2015). Metodología de la investigación. Lima, Peru: San Marco <https://isbn.cloud/9786123152628/metodologia-de-la-investigacion/>