



# CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen VIII- N° 23 JULIO 2024

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú

**REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA**



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen VIII- N° 23 Julio 2024

ISSN 2521-8093



# Aplicación del Lean Manufacturing para reducir el tiempo de entrega en una empresa de carrocería metálica, 2021

Ing. Ind. Ángela Cieza Guarderas  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: [angela.cieza@unmsm.edu.pe](mailto:angela.cieza@unmsm.edu.pe)

Ing. Juan Manuel Rivera Poma  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: [jriverap1@unmsm.edu.pe](mailto:jriverap1@unmsm.edu.pe)

Dr. Carlos Antonio Quispe Atuncar  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: [cquispea@unmsm.edu.pe](mailto:cquispea@unmsm.edu.pe)

Ing. Julio Cesar Sandoval Inchaustegui  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: [csandovali@unmsm.edu.pe](mailto:csandovali@unmsm.edu.pe)

Recibido: 28 Mayo 2023

Aceptado: 20 Julio 2024

**Resumen:** Esta investigación comprende a una empresa metalmecánica cuya actividad principal es la fabricación de carrocerías metálicas, como semirremolques furgones, cisternas, plataformas extensibles, entre otros. Se analizó el estado actual de la planta y se encontraron las principales problemáticas, fallas en el proceso productivo y retraso en los tiempos de entrega. Por lo tanto, el objetivo general fue analizar e implementar un plan de mejora que reduzca los tiempos de entrega de dicha carrocería, aplicando las metodologías 5s, DAP y Kaizen, aplicándose a la realidad y necesidad de la empresa, Como consecuencia de estas metodologías se logró minimizar los tiempos en los procesos de fabricación, mejorar la disponibilidad de los materiales con la colaboración de los operadores, minimizar las paradas por intervenciones en correctivas técnicas y llevar un orden en todo el lugar de trabajo. La utilización de la metodología Kaizen, logró robustecer la colaboración y participación de los trabajadores orientados a aumentar la optimización del rendimiento. Como resultado la capacidad de respuesta antes de la implementación Lean fue de 75 % y después de la implementación fue de 100%, donde, la capacidad de respuesta mejoró en un 25%. Concluyendo, se tendrá como política la implementación de DAP y las 5s en todos los procesos, mejorando el rendimiento y aumentando la productividad de la producción.

**Palabras claves:** Mejora de Procesos/ Eficiencia/ Justo a tiempo.

**Abstract:** This investigation includes a metalworking company whose main activity is the manufacture of metal bodies, such as semi-trailers, vans, tankers, extendable platforms, among others. The current state of the plant was analyzed and the main problems were found, failures in the production process and delays in delivery times. Therefore, the general objective was to analyze and implement an improvement plan that reduces delivery times of said bodywork. applying the 5s, DAP and Kaizen methodologies, applying them to the reality and needs of the company. As a result of these methodologies, it was possible to minimize the times in the manufacturing processes, improve the availability of materials with the collaboration of the operators, minimize the stops for technical corrective interventions and maintain order throughout the workplace. The use of the Kaizen methodology managed to strengthen the collaboration and participation of workers aimed at increasing performance optimization.

As a result, the responsiveness before the Lean implementation was 75% and after the implementation it was 100%, where the responsiveness improved by 25%. Concluding, the policy will be to implement DAP and 5s in all processes, improving performance and increasing production productivity.

**Keywords:** Process Improvement / Efficiency / Just in time

**Résumé :** Cette enquête inclut une entreprise métallurgique dont l'activité principale est la fabrication de carrosseries métalliques, telles que des semi-remorques, des fourgons, des camions-citernes, des plates-formes extensibles, entre autres. L'état actuel de l'usine a été analysé et les principaux problèmes ont été identifiés, notamment les défaillances dans le processus de production et les retards dans les délais de livraison. L'objectif général était donc d'analyser et de mettre en œuvre un plan d'amélioration permettant de réduire les délais de livraison de ladite carrosserie. en appliquant les méthodologies 5s, DAP et Kaizen, en les appliquant à la réalité et aux besoins de l'entreprise. Grâce à ces méthodologies, il a été possible de minimiser les temps dans les processus de fabrication, d'améliorer la disponibilité des matériaux avec la collaboration des opérateurs. , minimiser les arrêts pour interventions techniques correctives et maintenir l'ordre sur tout le lieu de travail. L'utilisation de la méthodologie Kaizen a réussi à renforcer la collaboration et la participation des travailleurs visant à accroître l'optimisation des performances. En conséquence, la réactivité avant la mise en œuvre du Lean était de 75 % et après la mise en œuvre, elle était de 100 %, où la réactivité s'est améliorée de 25 %. En conclusion, la politique consistera à mettre en œuvre le DAP et les 5 dans tous les processus, améliorant ainsi les performances et augmentant la productivité de la production.

78

**Mots-clés:** Amélioration des processus / Efficacité / Juste à temps

## 1. Introducción

En el Perú el sector empresarial relacionado a Carrocerías metálicas comprende a aquellas orientadas a fabricar y comercializar carrocerías, entendidas estas como estructuras básicas de vehículos automotrices que permiten el confort, seguridad y funcionalidad de los mismos. Este sector registra en los últimos años “poca variación en materia de unidades producidas y un comportamiento inestable de producción, con una tendencia decreciente”. Se enfatiza que presenta bajo nivel de productividad (Gonzales et al., 2018). En el mismo sentido, Arce et al., (2018) resaltan que estas empresas contribuyen a dinamizar el PBI, aun cuando no presentan una buena productividad.

Respecto a la industria metalmeccánica, sector que comprende a la fabricación de carrocerías metálicas, Navarrete y Martínez (2020) indican que esta experimenta constantemente transformaciones, sobre todo en los sistemas de producción y en la innovación para la ejecución de los procesos operacionales. Además, exponen que las empresas necesitan desarrollar puntos esenciales para un adecuado funcionamiento, incorporando a sus procesos la innovación para hacer eficiente sus operaciones, e impulsar ritmos de productividad que resulten beneficiosos; como son los de reducir costos y tiempo (Erbes et al., 2019).

En mayo 2020 el Índice de la producción manufacturera peruana registró una disminución de 41,51% con respecto a mayo 2019, determinada por la menor actividad del subsector

fabril no primario y del subsector fabril primario. El subsector fabril no primario mermó por la menor producción de la industria de bienes intermedios, consumo y bienes de capital (Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI], 2021). Gonzales et al., (2021) enfatizan que la industria manufacturera peruana ha presentado un retroceso, con rendimientos productivos muy por debajo de lo esperado; asimismo, bajos niveles de competitividad.

A nivel empresarial se debe precisar que Voltrailer S.A.C. es una empresa dedicada a la producción de carrocerías metálicas, con productos a la venta para furgones, cisternas, tolvas, cigüeñas, camas bajas y semirremolques. Actualmente presenta como principal problema el incumplimiento a los tiempos de entrega pactados para la carrocería semirremolque plataforma extensible, lo que ocasiona insatisfacción de los clientes, aparte de gastos económicos que le originan a la empresa. Esto debido a diversos factores como una débil planificación del proceso de compras, ocasionando retrasos en el proceso de pedido de materiales al empezar con la fabricación de carrocerías, asimismo como no contar con un stock en almacén que genera demora en la entrega del servicio de corte y doblez de las planchas metálicas.

Un proceso crítico identificado fue la prueba de carrocería del camión a montar, no contaba con las máquinas o herramientas adecuadas para maniobrar la estructura a montar, lo que efectivamente propiciaba que el tiempo de prueba de dicha carrocería se alargue más. Asimismo, todo el proceso de producción estaba planificado que se entregue en 37 días, no cumpliendo este tiempo, llegando a demorar hasta 40 días. Por lo cual rotundamente era necesario implementar un plan de mejora que ayude a disminuir tiempos de producción y se puedan mitigar o eliminar los desperdicios que actualmente se generan.

Para hacer frente a esta situación se decidió implementar un plan de mejora con base en Lean Manufacturing para reducir el tiempo de entrega de la mencionada empresa de carrocerías metálicas. El Lean Manufacturing también conocido como Lean Production es un método de organización del trabajo que se centra en la mejora continua y en la optimización del sistema de producción por medio de la eliminación de desperdicios y actividades que no suman valor alguno.

Se han realizado investigaciones que muestran el uso del Lean Manufacturing con el fin de reducir el tiempo de entrega en las empresas. A nivel internacional; Ullon (2022) desarrolló un plan de mejora del rendimiento de los procesos de producción. Este plan incluye la aplicación de "Lean Manufacturing", los resultados del cual se muestran que es esencial monitorear la bomba para incrementar el número de cajas por hora. Se concluye que luego de utilizar esta técnica, el diagrama operativo mejoró, potenciando el desempeño de los procesos productivos en esta fábrica de lubricantes.

Por su lado, Martínez & Arboleda (2021) aplicaron herramientas Lean Manufacturing en una empresa manufacturera que presentaba “bajo rendimiento productivo a causa de tiempos de ciclo muy altos y múltiples reprocesos, lo cual genera incumplimiento en pedidos y altos costos de producción” La aplicación les permitió aumentar la eficiencia operacional a un 80 %.

En el plano nacional, Carrillo et al., (2019) determinaron la importancia del uso de SMED para reducir el tiempo de ajuste durante el proceso y así aumentar la producción final. Concluyeron que las razones más probables de los cambios en el proceso de procesamiento son herramientas y métodos no estándar, falta de capacitación, procedimientos no estándar y movimientos innecesarios.

Por su parte, Palma (2021), en su tesis de maestría, aplicó herramientas Lean Manufacturing en una fábrica de muebles de melamina; la implementación de las 5S le

permitió reducir el tiempo de entrega de materiales e insumos, inventarios y paradas de máquinas.

Herrera y Huamán (2023) lograron mejorar la productividad en 40.1% aplicando Lean Manufacturing en la producción de carrocerías metálicas, en una empresa de Lima, Perú. El propósito de este artículo es ser útil y relevante para la comunidad científica, dado que se pretende aplicar un plan de mejora basado en Lean Manufacturing para aumentar la productividad de la empresa en estudio y de otras empresas en contextos similares; dado que a través de los resultados se comprobará la validez de la propuesta. Por ello también, es necesario conocer los siguientes conceptos básicos:

### **Lean Manufacturing**

Es la tendencia más reciente que los fabricantes han adoptado para mejorar el rendimiento operativo es el uso de una amplia gama de tecnologías digitales comúnmente asociadas con la Industria 4.0. Sin embargo, pocos estudios han investigado la relación entre tales tecnologías y el dominio de fabricación esbelta establecido desde hace mucho tiempo, y cómo interactúan para influir en el rendimiento operativo (Buer et al., 2021). El Lean es una fuente de ventaja competitiva que se puede aplicar a muchas industrias, y su crecimiento y discusión se están acelerando significativamente. El principal desafío al implementar Lean es la falta de comprensión de la idea, mientras que aquellos que contrataron consultores tuvieron más éxito (Durakovic et al., 2018).

### **Herramientas Lean Manufacturing**

80

Las 5s comprenden cinco fases intermedias durante el proceso de implementación del proyecto, y cada fase se identifica con una palabra japonesa que comienza con la letra "S": S1, Seiri (involucra seleccionar, separando los elementos necesarios de los innecesarios) , S2, Seiton (permite ordenar los elementos necesarios en el lugar de trabajo), S3, Seiso (limpiar), S4, Seiketsu (permite estandarizar las normas generadas por los equipos y S5, Shitsuke (dinamiza las autorías de seguimientos y mejora continua) (Hirano, 2009)

Just in time (JIT) es una filosofía que busca el punto donde las actividades de mejora y las actividades de fabricación se complementan y entrelazan. Significa realizar justo lo que se pide, cuando se necesita, y únicamente en la medida necesaria. Son las ideas y métodos hacia la supresión total de residuos (Hirano, 2009).

Ciclo de Deming (planificar, hacer, verificar, tomar medidas) sirve para planificar lo que se quiere hacer en función a las metas y objetivos de la política. Además, permite desarrollar e implementar un plan. Para, los supervisores que realizan auditorías o listas de verificación y toman medidas para prevenir y mejorar las acciones correctivas (IMF Smart Education, 2020).

### **Tiempo de entrega**

Según Qiao (2015) el tiempo de entrega es el indicador que permite la métrica del nivel de cumplimiento de una empresa “respecto a la fecha y hora acordada para la entrega del producto o servicio solicitado”.

Desde el punto de vista de la planificación, los tiempos de entrega son críticos en tanto implican que la mayoría de las decisiones rutinarias deben hacerse con anticipación para lograr el efecto deseado, como mantener la calidad del servicio (Montalvo et al., 2020).

Rodríguez (2017) resalta la importancia de Lean Manufacturing en la reducción del tiempo de respuesta de las actividades que desarrolla la empresa, tanto en los procesos internos como externos.

## **2. Metodología**

La investigación tiene enfoque cuantitativo y es del tipo aplicada, con alcance explicativo, en tanto se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y de qué manera se manifiesta, o por qué intervienen dos o más variables. Además, el diseño de la investigación es no experimental - longitudinal o evolutivo; esto se debe a que la investigación se enfoca en estudiar cómo evolucionan en el tiempo variables o relaciones entre ellas en el proceso de negocio, con el fin de extraer conclusiones acerca de cómo la implementación de un plan de mejora Lean afecta la productividad del proceso de fabricación (Hernández y Mendoza, 2018).

La población y muestra del estudio está compuesta por 26 líneas de producción de carrocerías metálicas y está ubicado en Lurigancho, Lima. Se empleó la encuesta y la revisión documental como técnicas, cuyos instrumentos fueron el cuestionario y la ficha documental. Los instrumentos aplicados fueron validados por tres expertos y se verificó su fiabilidad mediante el alfa de Cronbach.

## **3. Resultados**

### **3.1. Organización operativa en la fábrica**

La composición organizacional de la fábrica está conformada por personal de dirección: Ing. de proyectos, gestión, líder de Control de calidad y personal operativo: Operadores de diversos procesos con grandes competencias técnicas. Los operadores son los causantes del desempeño operativo de las líneas de producción. Los trabajadores poseen capacitación y vivencia en el proceso, antes de comenzar las tareas laborales se reúnen en un ambiente donde permanecen publicados los gráficos de manejo semanal, mensual y anual. En el ambiente de junta los asistentes comparten información importante del proceso del desempeño del día anterior, obtienen las normas del día y repasan los probables inconvenientes a solucionar.

Línea de producción antes de la implementación del Lean Manufacturing

**Tabla N° 1:** Principales líneas de producción de la empresa.

N°	Principales Productos de carrocerías	Tiempo Estimado de Producción (días)
1	Semirremolque tolvas minera	35
2	Semirremolque furgón cortinero.	35
3	Semirremolque furgón para el transporte de pallets	35
4	Semirremolque furgón "camacuna".	35
5	Semirremolque furgón comercial	35
6	Semirremolque furgón frigorífico	35
7	Semirremolque baranda	30
8	Semirremolque plataforma	30
9	Semirremolque plataforma extensible	35
10	Semirremolque cisterna para transporte de agua.	35
11	Semirremolque tanque	35
12	Semirremolque portacontenedor.	30
13	Semirremolque cama bajas.	30
14	Semirremolque tanques para el transporte de cemento.	35
15	Compactadoras de basura.	35
16	Semirremolque "madrinas"	35
17	Semirremolque graneleras	35
18	Remolques plataformas.	35
19	Remolques cisternas.	35
20	Remolques furgones.	35
21	Remolques tolvas.	35
22	Remolques especiales	35
23	Volquetes sobre chasis	25
24	Reparaciones y modificaciones en general	15
25	Suministro e instalación de eje tipo neumático	7
26	Sistema de suspensión neumática estándares especiales y mecánicas	7

**Nota:** Información proporcionada por la empresa por la Gerencia de Operaciones (2024)

### 3.2. Propuesta

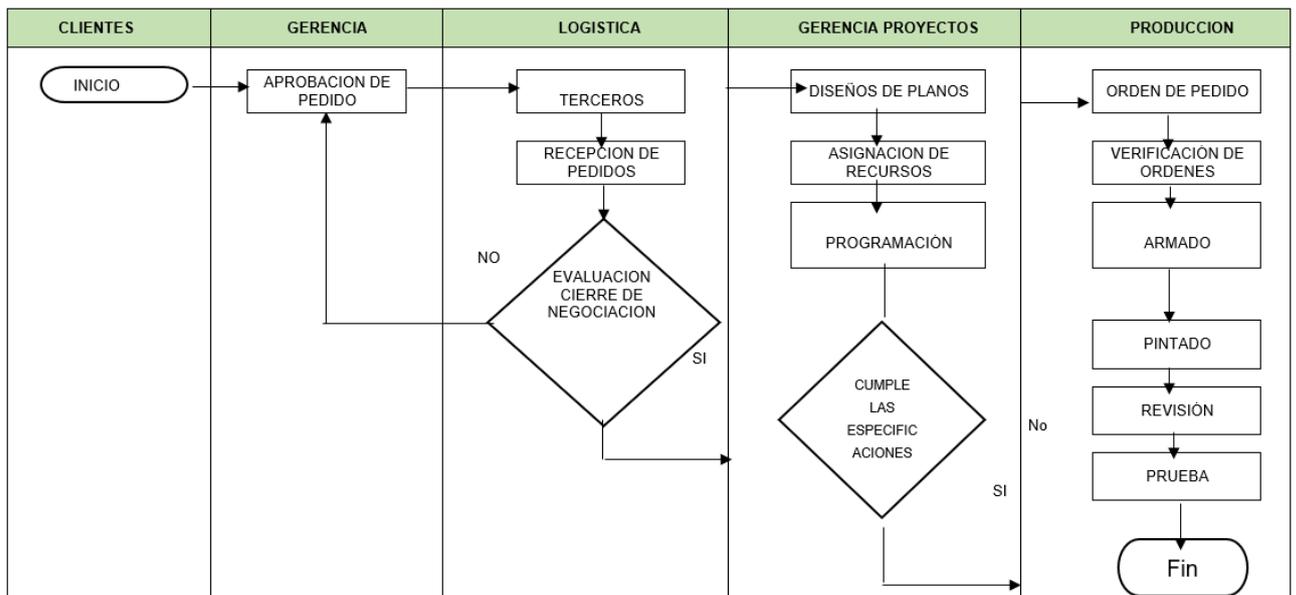
Estuvo compuesta en tres ejes: seguridad, medio ambiente y calidad. Considerando la seguridad como una prioridad máxima. Se toma con seriedad el medio ambiente y la calidad de las carrocerías y servicios, pensando en el ambiente de la empresa, y el cumplimiento con las exigencias de los clientes.

- Implementación de programas de mejora continua.
- Cumplimiento de normas y reglamentos.
- Uso razonable de los recursos, promover la reutilización de materiales reciclables.

Finalmente, la mejora continua de la eficacia del sistema de gestión, mediante el establecimiento de objetivos operativos consiste en comunicarse abiertamente con las partes interesadas; para cumplir con la medición de resultados y la revisión y mejora de procesos, normativa local, regional y nacional y otras obligaciones y requisitos externos aplicables.

Al respecto, se tiene un flujo detallado desde la aprobación del pedido, hasta el final de la fabricación del producto. Comenzado por el diseño de planos por parte del departamento de Ingeniería y en la última etapa de producción, pasa por armado pintado revisión y prueba.

**Figura N° 1:** Diagrama de flujo del proceso



Nota: Elaboración propia

### 3.3. Diagrama de actividades de los procesos (DAP)

Para detectar los procesos de fabricación y poder proponer propuestas de optimización se ha reconocido el DAP del proceso de construcción de la línea de producción que se realiza en la planta.

Asimismo, se observa en la figura que el ciclo productivo de cada carrocería en planta es de 40 días. Como resultado de 64 operaciones de fabricación que van desde el contrato con cliente, el armado, la pintura revisión y prueba.

**Figura N° 2:** Diagrama de actividades de los procesos

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS (DAP)		VOLTRAILER						
Proceso: Proceso de produccion de Carrocerías								
SIMBOLO	DESCRIPCION	TOTAL	TIEMPO TOTAL (días)	COMENTARIOS				
	OPERACIÓN	37	21					
	INSPECCIÓN	23	115					
	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	2	5					
	TRASLADO	1	1					
	ESPERA	1	2					
	ALMACENAMIENTO	0	0					
<b>TOTALES</b>		<b>64</b>	<b>40</b>					
DESCRIPCION	OPERACIÓN	INSPECCIÓN	OPERACIÓN E INSPECCIÓN	TRASLADO	ESPERA	ALMACEN.	Tiempo (días)	OBSERVACIONES
1 Contrato cliente	●						1	
2 Aprobacion de orden de trabajo	●							
3 Elaboracion de planos			●				2	
4 Orden de pedido de materiales	●						1	
5 Compra de materiales	●						1	
6 Servicio de corte y doblez de planchas			●				3	
7 Demora en la entrega de servicios					●		2	demora en entregar materiales
8 Recepcion de materiales	●							
9 Limpieza a los servicios y planchas metalicas	●						2	
10 Pintado a todos los perfiles de planchas	●							
11 Perfiles y planchas al area de fabricacion				●			1	
12 Selección para el armado de carrocería	●		●				1	
13 Armado viga principal	●						1	
14 Verificacion			●				medio dia	
15 Soldado de viga principal	●						1	
16 Esmerilado de impurezas	●							
17 Armado de plataforma	●						1	
18 Inspección			●				medio dia	
19 Soldado de plataforma	●						medio dia	
20 Inspección			●				medio dia	
21 Esmerilado de impurezas	●						1	
22 Armado de durmientes , pasantes y puentes	●							
23 Inspección			●				medio dia	
24 Soldado de durmientes, pasantes, puentes	●						1	
25 Inspección			●				medio dia	

26	Esmerilado de impurezas	●						1	
27	Armado de esquineros y manparon	●							
28	Inspección	●						medio día	
29	Soldado de esquineros y manparon	●						medio día	
30	Verificación	●						medio día	
31	Esmerilado de impurezas	●						1	
32	Armado de suspensión neumatica	●							
33	Verificación	●						medio día	
34	soldado de suspensión Neumatica	●							
35	Esmerilado de impurezas	●						1	
36	Armado de plato kinpin y gatas de apoyo	●							
37	Verificación	●						medio día	
38	soldado de plato kinpin y gatas de apoyo	●						1	
39	Esmerilado de impurezas	●							
40	Inspección	●						medio día	
41	Armado de caja de hherramientas,defensas.paracho que	●						medio día	
42	verificacion	●						medio día	
43	soldado de caja de herremientas, defensas.paracho ques	●							
44	Esmerilado de impurezas	●						1	
45	Armado de forro de piso.	●							
46	Verificar	●						medio día	
47	Soldado de forro de piso	●						1	
48	Esmerilado de impurezas	●							
49	Inspección	●						medio día	
50	Intalacion de sistema de aire (frenos)	●						medio día	
51	Verificar	●						medio día	
52	Pintado acabado carrocería	●						2	
53	Verificar	●						medio día	
54	Marcación y corte de laterales para faros electricos	●							
55	Instalacion y cableado de faros del sistema eléctrico	●						1	
56	Intalacion de accesorios portaconos, tacos, porta extintor	●							
57	Intalacion de cinta reflexiva	●							
58	Revisión total del semiremolque	●							
59	Prueba de funcionamiento de trailer	●							
60	Prueba de funcionamiento de luces	●							
61	Prueba de funcionamiento sistema de aire- frenos	●						3	
62	Prueba de suspensión mecanica	●							
63	Prueba de enganche plato kinpin	●							
64	Prueba de aros y llanats	●							
		37	23	2	1	1	0	40	

**Nota:** Elaboración propia

### 3.4. Diagnóstico de la organización

Con la lista de verificación del proceso productivo se evidenció que la organización tiene un sistema de producción en promedio del 90%, lo cual afecta directamente la rentabilidad de la empresa. Además, el diagnóstico inicial buscó entender la situación actual de la empresa con el objetivo de desarrollar un plan de mejora basado en Lean Manufacturing para reducir el tiempo de entrega en la empresa metalmecánica, en relación a estandarizar procesos y reducir tiempos de espera en el despacho de producto terminado.

Asimismo, la evaluación de implementación plan de mejora basado Lean Manufacturing; se han propuesto diversas herramientas para la reducción de tiempos de entrega dentro de la carrocería; Como: Delivery At Place DAP, 5s y rediseño de planta entre otros.

**Tabla N° 2:** Cumplimiento de entrega de productos actual

Mes	Cumpl de entregas de prod term	Productos programados	Productos Entregados	cumplimiento de entrega %	costo en USD
Ene.	Semirremolque plataforma	2	2	100%	\$ 17,000
Feb.	Semirre. furgón comercial	2	2	100%	\$ 25,000
Mar.	Semirre. furgón cortinero	2	1.5	75%	\$ 27,000
Abr.	Semirre. furgón tolva	3	2.5	83%	\$ 30,000
May.	Furgón sobre chasis	4	4	100%	\$ 10,000
Jun.	Semirre. furgón cortinero	1	0.8	80%	\$ 28,000
Jul.	Semirre. plataforma	2	2	100%	\$ 17,000
Ago.	Semirre. plataforma extensible	1	0.8	80%	\$ 32,600
Set.	Semirre. plataforma	3	3	100%	\$ 17,000
Oct.	Semirre. furgón comercial	2	2	100%	\$ 25,000
Nov.	Semirre. cisterna	1	0.9	95%	\$ 35,000
Dic.	Semirre. plataforma	3	2	67%	\$17,000

*Nota:* Elaboración propia

La tabla muestra que en marzo hubo un 75% de cumplimiento de entregas a tiempo, y en abril hubo un 83 % de cumplimiento de entregas a tiempo. Para el mes de junio y agosto se entregó a tiempo el 80%, para el mes de noviembre el 95% y para el mes de diciembre el 67%. Se concluye que existe una traba en algún proceso (cuello de botella) que impide cumplir con las entregas anticipadas, por lo que la empresa deja de facturar las entregas valoradas. Al final, esto afecta su flujo de efectivo y reduce su rentabilidad.

### 3.5. Plan de inversión del proyecto

**Tabla N° 3:** Plan de inversión

Concepto	Vida útil (años)	Total, Anual (\$)
<b>Activos fijos</b>		<b>\$ 88,500.00</b>
Maquinarias y equipos	5	\$ 80,000.00
CIF (luz y local)		\$ 8,500.00
<b>Activos intangibles</b>		<b>\$ 590.00</b>
Capacitación del personal		\$ 590.00
<b>VALOR TOTAL</b>		<b>\$ 89,090.00</b>

Nota: Elaboración propia

Se puede apreciar que el plan requiere de USD\$88,500.00, como activos fijos y como USD\$590.00 en activos intangibles, dando un valor total de \$89,090.00 dólares para la inversión del proyecto.

**Tabla N° 4:** Resultado de la evaluación financiera

<b>VAN</b>	<b>\$ 22,497.67</b>
<b>TIR</b>	<b>298.7%</b>
<b>COK</b>	<b>117.7%</b>

Nota: Elaboración propia

Desde la perspectiva del VAN, el indicador obtenido es mayor que cero, lo que indica que el proyecto es rentable, podría obtener utilidades de hasta \$22,497.67 dólares

**Tabla N° 1:** Resultado del TIR

<b>TIR</b>	<b>298.7%</b>
<b>COK</b>	<b>117.7%</b>

Nota: Elaboración propia

Se puede apreciar que el plan de inversión tiene una TIR de 305.7%, siendo superior a la tasa de descuento 117.7%, es decir que desde la perspectiva de la TIR el proyecto es viable.

### 3.6. Resultado de la capacidad de respuesta PRE y POST implementación

La aplicación del plan de mejora permitirá reducir los tiempos de entrega en la empresa de carrocerías metálicas mejorando nuestra capacidad de respuesta.

**Tabla N° 2:** Capacidad de respuesta Pre y Post implementación

Meses	Reducir tiempos de entrega de producto terminado	Productos programados	Entregados PRE	Entregados POST	% de mejora
Ene.	Semirremolque plataforma	2	2	2	-
Feb.	Semirremolque furgón comercial	2	2	2	-
Mar.	Semirremolque furgón cortinero	2	1.5	2	25%
Abr.	Semirremolque furgón tolva	3	2.5	3	17%
May.	Furgón sobre chasis	4	4	4	-
Jun.	Semirremolque furgón cortinero	1	0.8	1	20%
Jul.	Semirremolque plataforma	2	2	2	-
Ago.	Semirremolque plataforma extensible	1	0.8	1	20%
Set.	Semirremolque plataforma	3	3	3	-
Oct.	Semirremolque furgón comercial	2	2	2	-
Nov.	Semirremolque cisterna	1	0.9	1	10%
Dic.	Semirremolque plataforma	3	2	3	33%

Nota: Elaboración propia

Como se aprecia utilizando la herramienta DAP y 5s, el producto con entrega programada para marzo fue del 75% (1.5 unid) antes de la implementación, mientras que después de la implementación tuvo un impacto notorio al 100% (2 unid); donde, la capacidad de respuesta mejoró al 25%; y para el mes de diciembre anterior fue 67%(2 unid) antes y después de la implementación tuvo un impacto significativo 100%(3 unid); donde finalmente mejoró al 33% la capacidad de respuesta, lo que indica que se redujo el tiempo de espera del producto terminado.

### 3.7. Resultado de eficiencia de fabricación PRE y POST implementación

Se empleó la herramienta DAP y 5s para mejorar la eficiencia de la entrega del producto.

**Tabla N° 3:** Eficiencia de fabricación Pre y Post implementación

Meses	Eficiencia de entrega de producto terminado	Productos programados	Eficiencia PRE	Eficiencia POST	% de mejora
Ene.	Semirremolque plataforma	2	2	2	-
Feb.	Semirremolque furgón comercial	2	2	2	-
Mar.	Semirremolque furgón cortinero	2	1.5	1.9	20%
Abr.	Semirremolque furgón tolva	3	2.5	2.9	13%
May.	Furgón sobre chasis	4	4	4	-
Jun.	Semirremolque furgón cortinero	1	0.8	0.9	10%
Jul.	Semirremolque plataforma	2	2	2	-
Ago.	Semirremolque plataforma extensible	1	0.8	0.9	10%
Set.	Semirremolque plataforma	3	3	3	-
Oct.	Semirremolque furgón comercial	2	2	2	-
Nov.	Semirremolque cisterna	1	0.9	1	10%
Dic.	Semirremolque plataforma	3	2	2	-

Nota: Elaboración propia

Como se aprecia utilizando la herramienta DAP y 5s, el producto con entrega programada para marzo fue del 75% (1.5 unidad) antes de la implementación, mientras que después de la implementación tuvo un impacto notorio al 95% (1.9 unidad); donde, la eficiencia de fabricación se mejoró al 20%; para el mes de abril fueron 83% (2.5 unidad) antes, después fue 97% (3 unidad), que se redujo a 13%; también para los meses de junio, agosto y noviembre fue del 80% (0.8 unidad) antes de implementar; mientras que después fueron 90% (0.9), mejorando al 10%; finalmente, los de más meses fueron del 100%, lo que indica que los procesos están funcionando de manera eficiente y se reduce el tiempo de espera.

**4. Contrastación de hipótesis**

Se elaboró como problema general: ¿En qué medida la implementación de un plan de mejora basado en Lean Manufacturing reducirá el tiempo de entrega en una empresa de carrocerías metálicas - Periodo 2021?. A partir de ello se planteó la hipótesis general:

H<sub>0</sub>: Si no hay implementación de un plan de mejora basado en Lean Manufacturing no se reducirá el tiempo de entrega en una empresa de carrocerías metálicas - Periodo 2021.  
 Ha: Si hay implementación de un plan de mejora basado en Lean Manufacturing entonces se reducirá el tiempo de entrega en una empresa de carrocerías metálicas - Periodo 2021.

Antes de la contrastación de la hipótesis se aplicó la prueba de normalidad Shapiro Wilk debido a que la muestra fue inferior a 50 participantes, la cual dio como resultado un valor

p mayor a 0.05, verificándose la normalidad de los datos e indicando que la prueba a emplearse es la T de Student.

Con la prueba T de Student se obtuvo un valor t de 2.17 y un valor p de 0.0000. Dado que el valor t es significativamente mayor que el valor p, se rechaza la  $H_0$  y se acepta la  $H_a$ , por lo que se puede afirmar que la aplicación de plan de mejora basado en Lean Manufacturing reduce significativamente los tiempos de entrega de productos terminados programadas en una empresa de carrocerías metálicas.

## 5. Discusión

Es necesario señalar que se presentaron dificultades en el uso de Process Analytical Diagram (DAP) y Value Flow Mapping (VSM) porque estas herramientas no consideran procesos simultáneos y solo flujos continuos. Esto ha dificultado medir el tiempo y consolidar los resultados; Por esta razón, se buscó la explicación de la distribución de actividades, su tiempo y sus ineficiencias con la intención de reducir, simplificar, y eliminar las operaciones que ocupan tiempos que no contribuyen a la producción.

En esa línea, la intención de este estudio fue analizar la implementación de un plan de mejora basado en Lean Manufacturing que reduzca los tiempos de entrega en una empresa de carrocerías metálicas. Este hallazgo guarda relación con el estudio de Nuevo (2020) en donde la implementación del R.C.M., se inició una reducción de los tiempos muertos por deficiencias electromecánicas en un 10% mensual. Además, para el 2023 se reducirán 465 horas de inactividad por fallas mecánicas y eléctricas y para el 2019 la producción aumentará a 875,750 cajas. punto de partida. Por último, el autor sostiene que con la implementación de RCM se aumentará el nivel de productividad, así como también aumentará el nivel de producción, reduciendo así los costos de producción.

## 6. Conclusiones

La implementación de un plan de mejora de manufactura esbelta mejora la capacidad de la organización para reducir los tiempos de espera a fin de proporcionar de manera consistente productos que satisfagan las necesidades del cliente y otras partes interesadas. La capacidad de respuesta antes de la implementación Lean fue de 75 % y la capacidad de respuesta después de la implementación Lean fue de 100%, donde, la capacidad de respuesta mejoró en un 25%; además, en la Prueba T Student para muestras pareadas, demuestra que la capacidad de respuesta después de la implementación es superior a la capacidad de respuesta antes de la implementación.

La eficiencia de fabricación antes de la implementación Lean fue de 75% y la eficiencia después de la implementación Lean fue de 95%, donde la eficiencia de fabricación se mejoró al 20%; además, en la Prueba T Student para muestras pareadas, demuestra que la eficiencia después de la implementación es superior a la eficiencia antes de la implementación.

## 7. Recomendaciones

A la Gerencia de Operaciones, se recomienda la aplicación de las herramientas DAP en las 26 líneas de producción de las carrocerías. Tomando como modelo y evidencia la línea 9 semirremolque plataforma extensible que ha mejorado exitosamente sus indicadores de productividad.

Al área de producción, se sugiere realizar un tablero de indicadores para consolidar los eventos, registrar las propuestas, ampliar las discusiones y ofrecer apoyo gerencial, de esta forma facilitarían la toma de decisiones, minimizando demoras o tiempos de espera.

## 8. Literatura citada

**Arce Pérez, J. A., Li Ojeda, R., Reusche Feria, E., & Suasnabar Santana, E.** (2017). Planeamiento estratégico de la industria de carrocerías metálicas. Tesis de maestría, PUCP. Lima, Perú.

**Asociación de Industriales Metalúrgicos de la República Argentina [ADIMRA].** (2019). Sector metalmeccánico Guía para una producción sustentable (1ra ed.). Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación.

**Buer, S. V., Semini, M., Strandhagen, J. O., & Sgarbossa, F.** (2021). The complementary effect of lean manufacturing and digitalisation on operational performance. *International Journal of Production Research*, 59(7). <https://doi.org/10.1080/00207543.2020.1790684>

**Cardozo, J. M.** (2021, October 28). La escasez de magnesio, el nuevo problema de la industria automotriz. *Autocosmos*. <https://noticias.autocosmos.com.mx/>

**Carrillo, R. G., Cumpa, Q. R., Hartley, L. H., & Zuñiga, A. E.** (2019). Propuesta de un modelo de mejora continua en una línea de fabricación de pisos de madera utilizando Lean Manufacturing [Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/636864>

**Durakovic, B., Demir, R., Abat, K., & Emek, C.** (2018). Lean manufacturing: Trends and implementation issues. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*, 6(1). <https://doi.org/10.21533/pen.v6i1.45>

**Erbes, A., Gutman, G., Lavarello, P., & Robert, V.** (2019). "Industria 4.0. Oportunidades y desafíos para el desarrollo productivo de la provincia de Santa Fe." In *Documentos de Proyectos (LC/TS.2019/80)* (Ed.), Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). [www.cepal.org/apps](http://www.cepal.org/apps)

**Financial Times.** (2020). Cae 16% la producción automotriz mundial durante 2020: OICA. Organización Internacional de Constructores de Automóviles. <https://www.forbes.com.mx/negocios-cae-16-produccion-automoviles-mundo-2020-oica/>

**Gonzales, M; Medina, E; Rejas, J & Torres, M** (2018). Planeamiento Estratégico para la Industria Peruana de Carrocerías Metálicas. Tesis de maestría, PUCP, Lima-Perú.

**Herrera, C & Huamán, M** (2023) Mejora de la productividad en la línea de producción de carrocerías mediante aplicación de Lean Manufacturing en la Empresa Inversiones Industriales CES s.c.r.l. Lima – 2022. Tesis de maestría, Universidad Andina del Cusco, Perú.

- Hernández, R., & Mendoza, C.** (2018). Metodología de la investigación: rutas cuantitativas, cualitativas y mixtas. México: Mc Graw Hill.
- Hirano, H.** (2009). JIT Implementation Manual. The complete Guido to Just - In - Time Manufacturing (Productivity Press, Ed.; 2da ed.).
- IMF Smart Education.** (2020, February 12). 5 ventajas de aplicar el ciclo de Deming en el almacén. IMF Blog Logística. <https://blogs.imf-formacion.com/blog/logistica/logistica/5-ventajas-aplicar-ciclo-deming-almacen/>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI].** (2021, January 3). Producción nacional. Catálogo de publicaciones y servicios. <https://m.inei.gob.pe/prensa/noticias/produccion-nacional-disminuyo-3275-en-mayo-del-presente-ano-12307/>
- Martínez, J. D., & Arboleda, J.** (2021). Propuesta para la reducción de tiempos y productos no conformes en el área de confecciones de la empresa Suramericana de Guantes S. A. S. mediante herramientas de Lean Manufacturing. Revista Inventum, 16(30), 40–53. <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.16.30.2021.40-53>
- Montalvo, J., Salas, R., Astorga, C., Cardenas, L., & Macassi, I.** (2020). Reducción del tiempo de entrega de pedidos utilizando un modelo adaptado de gestión de almacén, SLP y Kanban aplicado en una Mype textil en Perú. <https://doi.org/10.18687/laccei2020.1.1.330>
- Navarrete, F. M., & Martínez, O. F.** (2020). Uso de herramientas de calidad: Caso carrocías. Kairós. Revista de Ciencias Económicas, Jurídicas y Administrativas, 3(4), 8–15. <https://doi.org/10.37135/KAI.003.04.01>
- Nuevo, C. M.** (2020). Plan de mejora de la gestión de mantenimiento basado en el análisis de confiabilidad de los equipos del proceso productivo de la línea Krones, caso: Planta embotelladora Arequipa [Tesis de maestría, Universidad Nacional de San Agustín]. Repositorio Institucional UNSA. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12903>
- Palma, C. S.** (2021). Aplicación de Lean Manufacturing para mejorar la productividad de la fabricación de muebles para oficina en melamina [Tesis de maestría, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio Institucional de la URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/xmlui/handle/URP/4307>
- Qiao, Z., Wang, Z., Zhang, C., Yuan, S., Zhu, Y., & Wang, J.** (2016). Integrated Gasoline Blending and Order Delivery Operations: Part I. Short-Term Scheduling and Global Optimization for Single and Multi-Period Operations. AIChE Journal, 59(4), 215–228. <https://doi.org/10.1002/aic>

- Rodriguez, M.** (2017). Aplicación de la Estrategia QRM para la reducción de los tiempos de respuesta de fabricación en una empresa industrial [Universidad Politécnica de Cartagena]. <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2020/02/ar4-wg3-sum-vol-sp.pdf>
- Ullon, E. D.** (2022). Diseño de un plan de mejora del desempeño de los procesos de producción en una empresa productora de lubricante de aceite [Tesis de licenciatura, Universidad Politécnica Salesiana]. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/22911>

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen VIII- N° 23 Julio 2024

170

*Contáctenos en nuestro correo electrónico  
[revistactscafe@ctscafe.pe](mailto:revistactscafe@ctscafe.pe)*

Página Web:  
<http://ctscafe.pe>

