



FACULTAD DE POSGRADOS

ACORTAMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA PARA EL
MACROPROCESO DE ENLLANTAJE DE LA EMPRESA LLANTAS
ILLESCAS, APLICANDO LA METODOLOGÍA SIX SIGMA

Autor

Lcdo. David Esteban Durán Hidalgo

Año

2022



FACULTAD DE POSGRADOS

**ACORTAMIENTO DEL TIEMPO DE ENTREGA PARA EL MACROPROCESO
DE ENLLANTAJE DE LA EMPRESA LLANTAS ILLESCAS, APLICANDO LA
METODOLOGÍA SIX SIGMA**

Profesor Guía

Mgs. Juan Sebastián Montalvo Larco

Autor

Lcdo. David Esteban Durán Hidalgo

Año

2022

RESUMEN

Este trabajo de titulación lo que busca es conocer las causas que provocan las demoras en el proceso de enlantaje de la empresa Llantas Illescas, por medio de la metodología Seis Sigma; para poder incrementar la satisfacción del consumidor y acortar el tiempo de entrega del macroproceso.

En el capítulo cinco, en el cual se desarrolla DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*), se establece el objetivo general, y los objetivos específicos del proyecto, así como la justificación del mismo, para la fase de análisis, se detalla el proceso donde se realiza el estudio del desempeño del proceso con relación al tiempo de espera y de ciclo entre las actividades; a continuación, se estudian los resultados de la medición realizada y se procede a plantear medidas para disminuir el tiempo de entrega del macroproceso; por último, se recomiendan acciones de control para asegurar la aplicación de DMAIC.

En el capítulo seis, se estableció y aplicó el cronograma de la propuesta de mejora.

Para finalizar, se establecen las conclusiones y recomendaciones que se consolidaron en el apartado 7 sobre la reducción del tiempo de entrega para el proceso de enlantaje de la empresa Llantas Illescas a través de la metodología DMAIC.

ABSTRACT

This degree work seeks to know the causes that provoke the delays in the process of the Llantas Illescas tire company, by means of the Six Sigma methodology; in order to increase the satisfaction of the consumer and shorten the delivery time of the macroprocess.

In chapter five, in which DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) is developed, the general objective and the specifics of the project are established, as well as its justification, for the analysis phase, the process is detailed where the study of the performance of the process in relation to the waiting time and cycle time between the activities is carried out; then, the results of the measurement are studied and measures are proposed to reduce the delivery time of the macroprocess; finally, control actions are recommended to assure the application of DMAIC.

In chapter six, the schedule of the improvement proposal was established and applied.

Finally, the conclusions and recommendations that were consolidated in section 7 on the reduction of the delivery time for the Llantas Illescas tire company's racketeering process through the DMAIC methodology are established.

ÍNDICE

1	Introducción	1
1.1	Identificación del objeto de estudio, planteamiento del problema u oportunidad de mejora	1
2	Revisión de literatura relacionada con el problema	2
2.1	Mercado de Aros y Llantas en el Distrito Metropolitano de Quito	2
2.1.1	Población del Distrito Metropolitano de Quito	2
2.1.2	Análisis del Sector	3
2.2	Gestión de Procesos	4
2.2.1	Enfoque y Clasificación de la Gestión de Procesos	4
2.2.2	Metodología IDEF	4
2.3	Lean Manufacturing	6
2.3.1	Definición y Beneficios de Lean	6
2.3.2	Herramientas Lean	8
2.4	Six Sigma	11
2.4.1	Definición Six Sigma	11
2.4.2	Six Sigma estadísticamente	12
2.4.3	DPMOs y Niveles Sigma	12
2.4.4	Metodología DMAIC	13
3	Propuesta y justificación de alternativas de solución	14
3.1	Propuesta de alternativas de solución	14
3.2	Justificación de alternativas de solución	14
3.3	Objetivo General	14
3.3.1	Objetivos específicos	14
4	Justificación y aplicación de la Metodología a utilizar	16
4.1	Georreferenciación de Llantas Illescas y su competencia	16
4.2	Metodología por utilizar	17
5	Propuesta de Solución del problema identificado	19
5.1	Elaboración Metodología DMAIC	19
5.1.1	Definir	19
5.1.2	Medir	21
5.1.3	Analizar	31
5.1.4	Mejorar	33
5.1.5	Controlar	56
6	Cronograma de las propuestas de mejora para el proceso de enllantaje	58
7	Conclusiones y recomendaciones	60
7.1	Conclusiones	60

7.2 Recomendaciones.....	61
Referencias bibliográficas	62
ANEXOS.....	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N.- 1 Importación de Llantas según su origen	3
Figura N.- 2 Diagrama IDEF0.....	5
Figura N.- 3 Principios de Lean Manufacturing	6
Figura N.- 5 Representación espina de pescado.....	10
Figura N.- 6 Representación desviación estándar.....	12
Figura N.- 7 Georreferenciación de Llantas Illescas y su competencia	16
Figura N.- 8 Diagrama de flujo General.....	21
Figura N.-9 Diagrama de flujo detallado de Enllantaje – Página 1.....	21
Figura N.- 10 Diagrama de flujo detallado de Enllantaje – Página 2.....	22
Figura N.- 11 Causas por demora en Proceso de Colocación.....	33
Figura N.-12 Diagrama de flujos paso a paso del proceso	47
Figura N.-13 Hoja de Excell Formulario de Auditoría	48
Figura N.-14 Value Stream Mapping Futuro.....	51
Figura N.- 15 Comparación Tiempos de Ciclo del proceso de enllantaje inicial VS actual (mejorado).....	56
Figura N.- 17 Diagrama de flujo actual (mejorado).....	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N.- 1 Rangos Sigma.....	12
Tabla N.- 2 Criterios de Evaluación para las Alternativas de Solución	15
Tabla N.-3 Aplicación de los criterios a las alternativas.....	15
Tabla N.- 4 Ficha DMAIC.....	19
Tabla N.- 5 Matriz Requisitos	20
Tabla N.- 6 Tiempo de Ciclo de cada subprocesso del proceso de enllantaje....	23
Tabla N.- 7 Tiempo de espera promedio entre actividades / tareas	24
Tabla N.-8 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (cuatro llantas)....	27
Tabla N.-9 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (tres llantas).....	28
Tabla N.-10 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (dos llantas)	29
Tabla N.-11 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (una llanta)	30
Tabla N.- 12 Datos de los Tiempos recopilados	31
Tabla N.- 13 Cuello de Botella	32

Tabla N.- 14 Control de Limpieza Áreas de trabajo	44
Tabla N.- 15 Control de Limpieza y orden	45
Tabla N.-16 Control de Cantidad de Artículos	46
Tabla N.-17 Tiempo de Ciclo de cada subproceso del proceso de enllantaje Mejorado	49
Tabla N.-18 Tiempo de espera entre cada subproceso del proceso de enllantaje Mejorado	50
Tabla N.- 19 Tiempos (Ciclo, espera) antes y después de las mejoras del proceso de enllantaje.	52
Tabla N.- 20 Tiempos para el proceso de enllantaje mejorado (x3)(x4) llantas	54
Tabla N.- 21 Tiempos para el proceso de enllantaje mejorado (x1)(x2) llantas	55
Tabla N.- 22 Cronograma	58

1 Introducción

1.1 Identificación del objeto de estudio, planteamiento del problema u oportunidad de mejora

En el año 2020 el Ing. Andrés Illescas graduado en comercio exterior de la Universidad Tecnológica Equinoccial, a la edad de 22 años tuvo la idea de crear un negocio basado en su pasión hacia los automóviles, en donde podía aplicar sus conocimientos tanto académicos como laborables, es así que con la ayuda de sus padres logro obtener el capital para conformar el negocio actualmente llamado Llantas Illescas ubicado en el sector norte de Quito específicamente en la calle Joaquin Sumalta y Manuel Cañola, el cual se inauguró el 7 de noviembre del 2021. Este negocio se dedica a la venta de aros y llantas, siendo su producto estrella las llantas de marca Maxtrek que son traídas directamente desde la China.

Los servicios que presta Llantas Illescas son: limpieza de frenos, cambio de zapatas delanteras y traseras, venta e instalación de aros y llantas, cambio y reparación de llantas, venta de líquidos de frenos.

El negocio atiende de lunes a viernes de 8:00 am a 5:00 pm, en donde se frecuentan un aproximado de 9 clientes diarios, que de los cuales aproximadamente 4 clientes compran y utilizan sus servicios.

Este negocio trabaja bajo el sistema PUSH (empujar), lo que quiere decir que la fabricación de los productos se basa en un pronóstico de la demanda o de un itinerario determinado (ESAN, 2015).

Las órdenes de ensamblaje se generan basándose en la compra de los clientes debido a que los productos se los tiene en inventario, en donde se ha podido detectar un déficit en su proceso.

Hoy en día, el negocio Llantas Illescas atraviesa un problema en cuanto al tiempo de entrega de los clientes. Apenas 1 de cada 4 clientes tiene una entrega conforme y el resto tiene una entrega prolongada.

El tiempo de entrega de los clientes satisfechos referente a la competencia es de 60 minutos, por otro lado, el tiempo de entrega de los clientes no conformes es de aproximadamente 1 hora y 30 minutos, lo que ocasiona mal estar en su clientela, dándonos así una oportunidad de mejora para el negocio.

Por lo tanto, el enfoque de mejora será específicamente en el proceso de enllantaje (armado, aros y llantas) que es el que nos representa el mayor tiempo de entrega para los clientes.

Tomando en cuenta el problema encontrado en el negocio Llantas Illescas nos vemos en la obligación de aplicar herramientas para que exista una mejora continua o a su vez una solución en la que nos dé un valor agregado frente a la competencia, para que el negocio tenga una alta rentabilidad, no solo en cuanto a las ventas sino al crecimiento de la marca, dando así un buen servicio y altos estándares de calidad.

2 Revisión de literatura relacionada con el problema

2.1 Mercado de Aros y Llantas en el Distrito Metropolitano de Quito

2.1.1 Población del Distrito Metropolitano de Quito

Ecuador tiene 17.084.356 habitantes según el Bando Mundial (Banco mundial, 2020). En donde el 13.10 % es decir, 2.239.191 personas viven en el Distrito Metropolitano de Quito (INEC, 2010). Lo que nos permite analizar que colocar un negocio en la ciudad de Quito puede llegar a ser rentable debido a la magnitud de habitantes, por otro lado, podemos observar que según el AEADE la relación de habitantes/vehículos es de 4.36 (AEADE, 2022) lo que quiere decir que por cada 4 habitantes existe 1 vehículo, lo que nos da un buen indicador a la hora de analizar un negocio de aros y llantas.

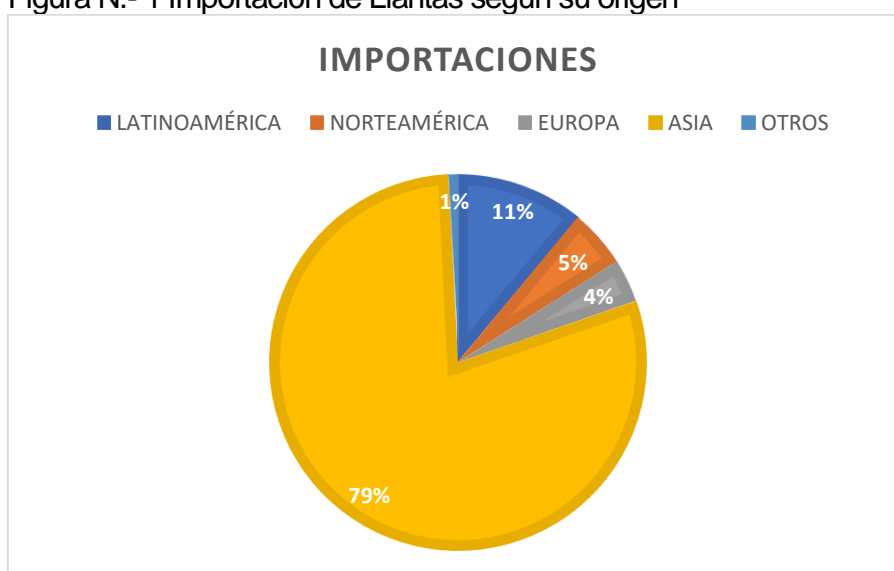
2.1.2 Análisis del Sector

2.1.2.1 Definición y clasificación de la Llanta

La llanta está compuesta de goma en forma de tubo, llena de aire o nitrógeno comprimido y que tiene la funcionalidad de girar de manera sencilla, estas están cubiertas de caucho de diferentes tipos. A continuación, se presenta la clasificación básica en cuanto a su elaboración. (Dunlop, 2013).

- Elaboración Bias
- Elaboración Radial

Figura N.- 1 Importación de Llantas según su origen



Fuente: trademap

Elaborado: David Durán

Como se puede observar según los datos obtenidos de Trade Map para el año 2020 existe un 79% de importaciones provenientes de Asia. Esta cifra es tan alta debido a que los precios de los países asiáticos son relativamente bajos en comparación con los otros continentes. (Trade Map,2022).

2.1.2.2 Competencia

Llantas Illescas cuenta con una alta competencia debido a que en la zona donde se encuentra ubicado el negocio es una zona automotriz en donde se pueden encontrar grandes locales del mismo giro de negocio como son: Llantas 247, Surtillantas, Dura llantas, entre otras.

Al tener una competencia tan grande y al tener prácticamente los mismos precios, productos y servicios. La única manera de resaltar en el negocio o tener un valor agregado es manejar mejores tiempos de entrega.

2.2 Gestión de Procesos

2.2.1 Enfoque y Clasificación de la Gestión de Procesos

La gestión de procesos cuenta con un enfoque que consiste en la gestión sistemática y la identificación de los diversos procesos de una organización y de igual forma la interacción de los mismos (ISO 9000 : 2000). La gestión de procesos es un conjunto de procesos interrelacionados basados en la modelización de sistemas que a su vez están entrelazados mediante vínculos causa/efecto, con el fin de certificar que dichos procesos están desarrollándose de manera efectiva tanto para los accionistas, sociedad, clientes, personas y proveedores (Sinapsys Business Solutions, 2018).

Por otro lado, El EFQM (Modelo Europeo De Excelencia) hace referencia a la gestión de procesos como la satisfacción tanto para los empleados como para los clientes, causando un impacto positivo ante la sociedad, basada es un liderazgo en cuanto a la gestión del personal, la política, estrategia, un eficiente manejo de los recursos y lo más importante una clara visión de los procesos, generando así la excelencia en cuanto a los resultados empresariales (Sinapsys Business Solutions, 2018).

En el siguiente artículo se muestran de manera básica la clasificación de la gestión de procesos

- Procesos Estratégicos
- Procesos Clave
- Procesos de Apoyo

2.2.2 Metodología IDEF

2.2.2.1 Definición

Esta metodología se originó y desarrollo en la Fuerza Aérea de los Estados Unidos De Norte América en el año de 1970. Su funcionalidad en un principio fue analizar y documentar el proceso de los negocios, hoy en día esta

metodología es utilizada para modelar las actividades de un grupo empresarial y llegar a un análisis más profundo de las empresas.

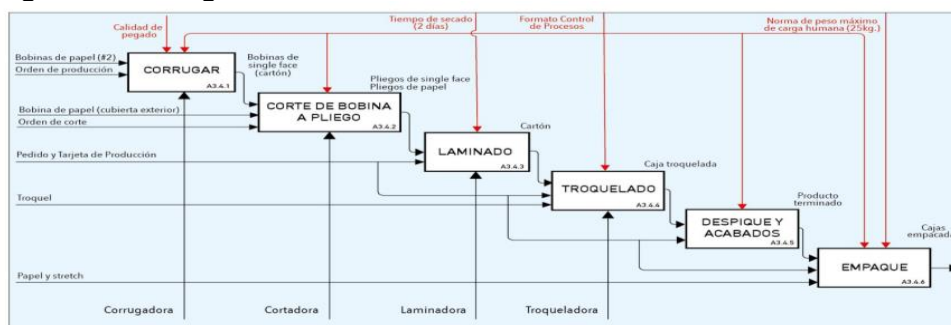
IDEF0 viene hacer una metodología que sirve para el modelado de procesos de manera gráfica en donde se implementan software de ingeniería y sistemas (Edraw Soft, 2022).

2.2.2.2 Beneficios de utilizar IDEF0

Al usar IDEF0 se puede llegar a tener varios beneficios, a continuación, una lista de los principales, aplicados a ejemplos:

- Estos diagramas son de fácil lectura y de seguimiento, incluso sin tener una experiencia técnica se lo puede hacer.
- Esta metodología lo que hace es mostrar de manera formal los diagramas, procesos que contiene una organización, para facilitar la lectura por parte de los empleados.
- Es una herramienta para mostrar el diseño de los procesos de una manera más clara y factible para el usuario.
- Se puede llegar hacer un levantamiento de procesos por medio de esta metodología y estos serán de fácil manejo.
- Se puede aplicar para cualquier tipo de negocio, industrias.
- Se observa más de cerca el valor que tiene el resultado del proceso, en donde se asegura que el diseño de este sea práctico y se muestra de igual forma el impacto de los otros procesos que se unen por partes (Edraw Soft, 2022).

Figura N.- 2 Diagrama IDEF0



Elaborado por: David Durán

Aquí se muestra el resultado de la metodología IDEF0 en donde se puede observar un proceso de una empresa que se dedica a la producción de cartón corrugado, se denota que el diagrama es de fácil visualización y de fácil seguimiento.

2.3 *Lean Manufacturing*

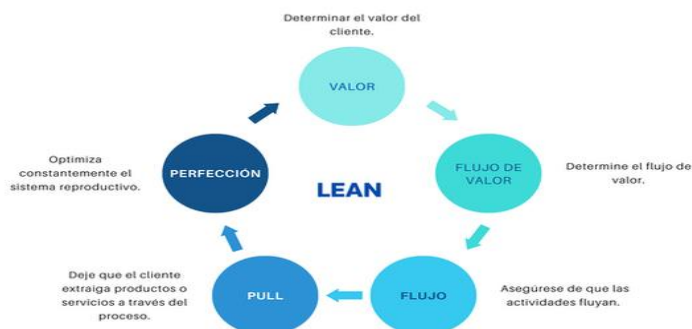
2.3.1 Definición y Beneficios de Lean

El objetivo principal de *Lean Manufacturing* es llegar a maximizar el valor de los clientes y minimizar los desperdicios, básicamente se basa en la eliminación de ciertas actividades que no generan valor al cliente ni al proceso, es decir se centra en la eliminación de desperdicios (Movimientos Innecesarios, Defectos, Sobreproducción, Sobreinventario, Esperas, Transporte, Defectos, No utilización del talento humano, Procesos Innecesarios) (Instituto Agile,2020).

Esta herramienta a lo largo del tiempo se ha ido desarrollando de manera exitosa, causando efectos positivos en las organizaciones que lo aplican. A continuación, ciertos beneficios de esta herramienta

- No realizar una producción por adelantado
- No tener un exceso de inventario
- Disminución de costos
- No realizar inspecciones excesivas
- Tener un mayor compromiso con los empleados

Figura N.- 3 Principios de *Lean Manufacturing*



Fuente: Instituto Agile

Valor

El valor viene a ser reconocido como las características de un servicio o producto que llegan a satisfacer las necesidades del consumidor y que de igual forma está dispuesto a pagar (Womack, Jones 2010).

Flujo de Valor

Son aquellas actividades indispensables para la transferencia de servicios o productos a través de las diligencias básicas de una organización

- Resolución de problemas
- Gestión de la información
- La transformación física de la materia prima.

Para poder llegar a tener mejoras en los procesos lo que primero se debe hacer es llegar a comprender estas 3 actividades porque sin un análisis e identificación previa, no se puede llegar a una mejora. La herramienta más utilizada para este principio viene a ser el VSM (*Value Stream Mapping*).

Flujo Continuo

Una vez que se hizo el VSM el objetivo es llegar a garantizar su desarrollo, sin interrupciones y eliminando los costos de los procesos, con la reducción de inventarios y llegar a una producción con el menor tiempo posible (Womack, Jones 2010).

Sistema Pull

Este sistema se basa en la filosofía *Just in Time* (JIT), en donde se extrae el proceso en el que no se produce hasta que exista una demanda por parte del consumidor, al usar este sistema lo que se logra es tener una reducción de inventarios (Womack, Jones 2010).

La Perfección

Lo que una empresa busca es alcanzar la perfección y para ello lo que toca hacer es buscar una mejora día tras día aplicando una mejora continua y estandarizar los procesos para que no se vuelva a producir el mismo desperdicio, para ello se pueden aplicar herramientas como Kaisen. Para llegar a una mejora deben enfocarse en los 4 primeros principios de la cadena de valor y decidir cuál de ellos atacar para no volver a lo mismo del principio (Womack, Jones 2010).

2.3.2 Herramientas *Lean*

Lean cuenta con un sin número de herramientas que dependiendo de cada organización las usan de diferentes maneras o para diferentes fines, a continuación, les hablaré sobre algunas de ellas:

2.3.2.1 5S

Las 5S provienen del Japón

- *Seiri*: Clasificar o Seleccionar
- *Seiton*: Ordenar
- *Seisou*: Limpiar
- *Seiketsu*: Estandarizar
- *Shitzuke*: Mantener la disciplina

Seiri

Clasifica e identifica los principales materiales que se utilizarán para un cierto proceso, el material que no sea indispensable será separado o eliminado, esto se aplicará para cada estación de trabajo. De esta manera, lo que se busca es que el trabajador va a tener solo las herramientas necesarias para efectuar su trabajo sin que otros objetos lo interrumpen o le dificulten (Sistemas OEE, 2021).

Seiton

Se ordena los materiales necesarios haciendo que sea más fácil de encontrar, usar y reponer estos insumos o materiales. Con esto lo que se busca es reducir o eliminar tiempos que no generen valor en el proceso, que van asociados a los movimientos innecesarios o la búsqueda de materiales. Se tiene que marcar con señales, moldes o dibujos la ubicación de las herramientas o materiales (Sistemas OEE, 2021).

Seisou

Es necesario buscar y eliminar todos los desechos o suciedad de la estación de trabajo, generando una motivación para el personal, reduciendo las lesiones y los accidentes (Sistemas OEE, 2021).

Seiketsu

En este proceso de estandarización lo que se busca es que el personal aprenda a distinguir de una situación normal de una anormal, lo que se quiere decir es que el personal debe aprender a discernir si es que alguna de las tres "S" anteriores no se está cumpliendo de manera correcta (Sistemas OEE, 2021).

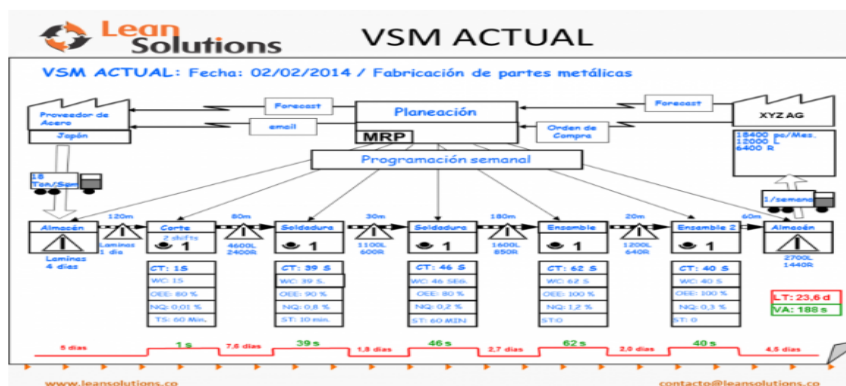
Shitzuke

Esta herramienta es un ciclo que se va a repetir de manera continua en donde se tiene que ser disciplinado para mantener un puesto ordenado y limpio (Sistemas OEE, 2021).

2.3.2.2 VSM (Value Stream Mapping)

Esta es una herramienta cuyo enfoque es ver la información y el material a medida que un producto va pasando por diferentes procesos, lo que hace es mostrar las tareas que incorporan valor, las que no, pero que llegan a ser necesarias y las que no incorporan valor (Lean Solutions, 2022).

Figura N.- 4 (Diagrama VSM)



Fuente: Lean Solutions

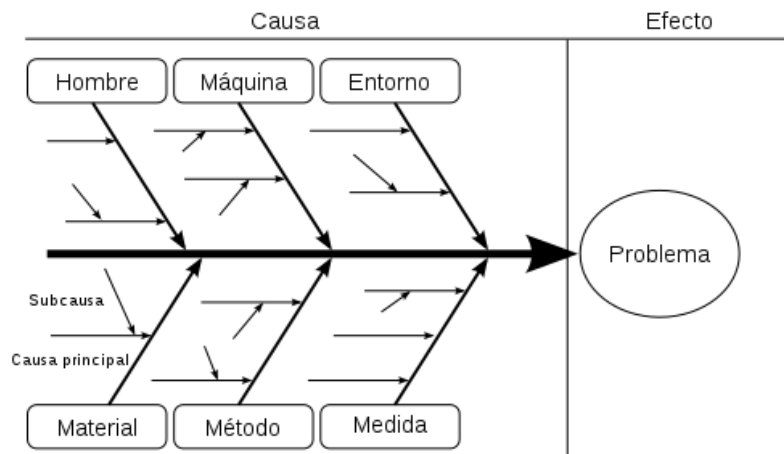
2.3.2.3 Sistema PUSH

Este sistema se lo implementa en productos en los que sabemos que existe una demanda, se los aplica a productos que son de difícil fabricación o que a la vez su fabricación es muy larga, cuenta con altos niveles de inventario, lo que puede llegar a producir una sobreproducción (ESAN, 2015).

2.3.2.4 *FishBone* (Diagrama causa y efecto)

Este diagrama se lo conoce como *Ishikawa* debido a su autor y por su forma se lo conoce como espina de pescado, esta herramienta sirve para clasificar las ideas generadas basadas en las causas de un problema de forma gráfica. También tiene la funcionalidad de organizar una gran cantidad de datos entre las posibles causas y los hechos (AEC, 2018).

Figura N.- 5 Representación espina de pescado



Fuente:AEC

Se puede observar la forma de espina de pescado que tiene este diagrama, en donde en la cabeza se coloca el problema y en las espinas se colocan las diversas causas en donde se pueden colocar categorías dependiendo de la necesidad.

2.3.2.5 Desperdicios

La eliminación de los desperdicios viene ligada con la calidad, debido a que mientras menos desperdicios se obtengan dentro de los procesos de fabricación, se dice que el producto final llega a tener una calidad más alta. En donde con el

pasar del tiempo se han identificado las 8 categorías de la producción que generan despilfarros o desperdicios.

2.3.2.5.1 Tipos de desperdicios

- Esperas
- Transporte
- Defectos
- Movimientos innecesarios
- No utilización del talento humano
- Sobreproducción
- Sobreinventario
- Procesos innecesarios

2.3.2.5.2 Desperdicios acordes al problema

Transporte

Es el movimiento innecesario de equipos y partes que no generan valor al producto.

Esperas

Son tiempos de inactividad por procesos que todavía no están acabados.

Movimientos innecesarios

Son movimientos que no generan valor al producto y están enfocados en las personas

2.4 Six Sigma

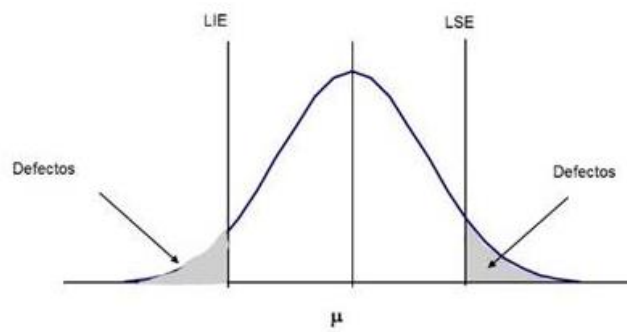
2.4.1 Definición *Six Sigma*

Esta es una metodología que se enfoca en la calidad en busca de satisfacer las necesidades del consumidor, reduciendo los tiempos de ciclo y los desperdicios de cualquier organización. Seis Sigma implementa modelos de gestión a todos sus departamentos por medio de un análisis estadístico, en donde lo que busca es mejorar los resultados en cuanto a la reducción de errores (Socconini, 2015).

2.4.2 Six Sigma estadísticamente

Estadísticamente hablando sigma es una desviación estándar, lo que quiere decir que es una variación de un conjunto de datos de un proceso. Cuando se realiza el respectivo gráfico de los datos obtenidos donde sigue una desviación normal, el gráfico tendrá forma de campana. Si aumenta el grado de dispersión la campana se dilata y si su grado es menor la campana se estrecha. Al tener un nivel del 99.99966% de errores, lo que equivalen a 3.4 errores por millón, se lo conoce como nivel seis sigma en donde sus niveles de tolerancia tanto inferiores como superiores contienen 12 (sigmas) (León, 2009).

Figura N.- 6 Representación desviación estándar



Fuente: Sincal 2014

2.4.3 DPMOs y rangos sigma

Tabla N.- 1 Rangos Sigma

Nivel Sigma	DPMOs	Costo Calidad ventas	Clasificación
1	690000	< 10 %	clase mundial
2	308537	10 - 15 %	
3	66807	15 - 20 %	promedio
4	6210	20 - 30 %	
5	233	30 - 40 %	no compite
6	3,4		

Elaborado por: David Durán

2.4.4 Metodología DMAIC

DMAIC (*Define, Measure, Analyse, Improve, Control*) que traducido al español sería Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar.

Esta metodología lo que busca es resolver los problemas con respuestas todavía no identificadas en donde, el problema debe estar definido de manera cuantificable.

Define: en esta fase lo que se hace es establecer el problema y lo que se va a necesitar para llegar a una solución.

Herramientas:

- Planteamiento del problema
- Escuchar al cliente
- Ficha de proyecto DMAIC

Medir: En esta fase lo que se hace después de ya tener claro el problema de la organización, es la obtención de datos que tengan relevancia sobre el proceso.

Herramientas:

- Medición del sistema y plan a realizar
- Gráficas de datos
- Mapeo de procesos que generen y no valor en el proceso
- SIPOC

Analizar: Se tiene ya una base de datos que servirá para realizar un análisis y comenzar a tomar las mejores decisiones para los procesos.

Herramientas:

- Espina de pescado
- 5 porqués

Mejorar: en esta etapa se busca un buen trabajo en equipo para generar soluciones que puedan ser medidas y ser implementadas en los procesos.

Herramientas:

- Análisis de los riesgos
- Lluvia de ideas

Controlar: Para la última fase nuestro equipo debe elaborar un plan de control y supervisión para evaluar los impactos de los cambios ejecutados en los procesos.

Herramientas:

- Planes de control

3 Propuesta y justificación de alternativas de solución

3.1 Propuesta de alternativas de solución

En vista de que el proceso de ensamblaje tiene un tiempo de entrega prolongado, se ha podido generar ciertas alternativas de solución para que este proceso tenga una mejora continua.

- Aplicar *lean six sigma* para la reducción de desperdicios.
- Elaborar un levantamiento de procesos utilizando la herramienta IDEF0.
- Realizar un manual de procesos para poder optimizar el tiempo de entrega.

3.2 Justificación de alternativas de solución

En la siguiente justificación de alternativas se consideraron ciertos criterios:

- Satisfacción del cliente
- Reducción de tiempo de entrega del producto
- Reducción de pérdidas de clientes
- Mayor competencia en el mercado

Para esta evaluación se asignó una nota en una escala del 1 al 5 a cada uno de los criterios expuestos anteriormente dependiendo del impacto que causen al ser aplicados en las diferentes alternativas.

Tabla N.- 2 Criterios de evaluación para las alternativas de solución

Nota	Impacto	Criterios			
		RTEC	SC	RPC	MCM
5	Alto	70 min. de reducción	100% de entregas conformes	75% de reducción de pérdidas de C.	20 min. de tiempo de entrega
3	Media	50 min. de reducción	50% de entregas conformes	50% de reducción de pérdidas de C.	30 min. de tiempo de entrega
1	Bajo	30 min. de reducción	20% de entregas conformes	25% de reducción de pérdidas de C.	> a 40 min de tiempo de entrega

Elaborado por: David Durán

Nota: Los criterios de evaluación se muestran de forma abreviada en donde RTEC es Reducción de tiempo de entrega del producto al cliente, SC, Satisfacción del cliente, RPC, Reducción de pérdidas de clientes, MCM, Mayor competencia en el Mercado.

Tabla N.-3 Aplicación de los criterios a las alternativas

Alternativas de solución	Aplicación de criterios				Resultados
	RTEC	SC	RPC	MCM	
Aplicar lean six sigma para la reducción de desperdicios.	5	5	5	5	20
Elaborar un levantamiento de procesos utilizando la herramienta IDEFO.	3	1	3	1	8
Realizar un manual de procesos para poder optimizar el tiempo de entrega.	3	3	1	1	8

Según la tabla 3 se puede observar que la mejor alternativa de solución es la aplicación de *Lean Six Sigma* en donde vamos a poder tener un mejor resultado basándonos en los criterios mencionados anteriormente.

Para ello lo que se hará será aplicar las herramientas que se mencionó en el apartado 2.3.3 y de igual forma utilizar la metodología six sigma. Al desarrollar el apartado 2.3.3 y 2.4 lo que se obtendrá será una mejora en cuando a la reducción de desperdicios, haciendo que el tiempo de entrega del producto hacia el cliente sea menor que el de la competencia, dando como resultado un aumento de clientes, una satisfacción del cliente más alta y una mayor competencia en el mercado.

3.3 Objetivo General

Establecer una propuesta de mejora para la reducción del tiempo de entrega del proceso de enllantaje de la empresa Llantas Illescas, utilizando la metodología Six Sigma.

3.3.1 Objetivos específicos

- Identificar las principales causas que generan una entrega prolongada.
- Identificar el cuello de botella del proceso de enllantaje.
- Establecer una posible solución para la entrega cumpliendo con los requisitos del cliente.
- Establecer el cronograma de aplicación de la metodología Six Sigma.

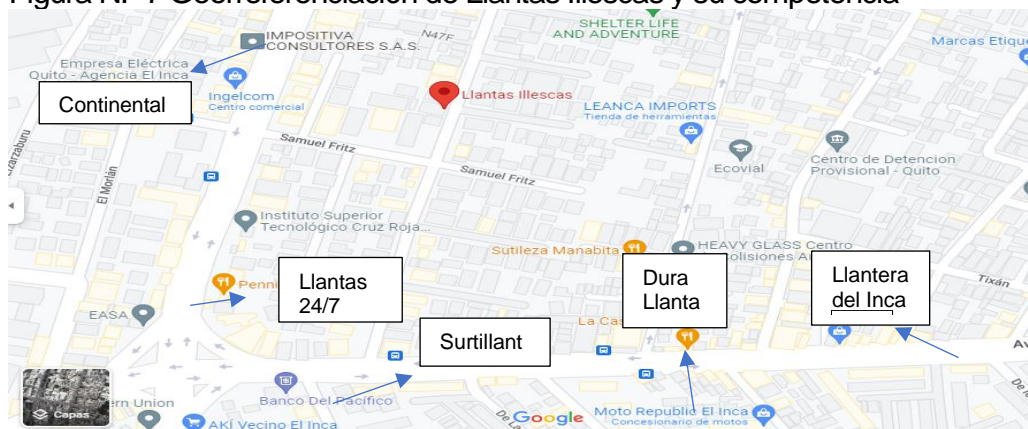
4 Justificación y aplicación de la Metodología a utilizar

4.1 Georreferenciación de Llantas Illescas y su competencia

Las coordenadas del negocio que estamos analizando en este proyecto son: -0.1516154380114009, -78.47510664645992.

La figura 7 muestra el lugar donde se encuentra ubicada la empresa Llantas Illescas y de igual forma su competencia.

Figura N.- 7 Georreferenciación de Llantas Illescas y su competencia



Fuente: Google Maps 2022.

Como se puede observar en la figura 7, Llantas Illescas se encuentra en una zona donde existen varios negocios que venden los mismos productos o servicios, siendo una zona de alta competencia para este mercado, por lo que a

continuación, vamos a explicar que metodología se va a implementar en este negocio para poder llegar a tener una ventaja competitiva en cuanto a su entorno.

4.2 Metodología por utilizar

Para este proyecto vamos a utilizar la Metodología DMAIC que nos permitirá identificar los problemas basándose en la recolección de datos, dándonos como resultados mejoras continuas y optimizaciones en cuanto a los productos, procesos y diseños.

La metodología DMAIC se la realiza en 5 fases, en cada una de las fases se usa una o varias herramientas para lograr su objetivo.

Definir

Para esta fase se establece el objetivo del proyecto y se estudia el problema, se identifican los requisitos del cliente y se definen los clientes claves. Para lograr los objetivos de esta fase vamos a utilizar la ficha de proyecto DMAIC. Esta herramienta nos permitirá saber las áreas que están involucradas dentro del proyecto y de igual manera nos indicará hasta donde debemos llegar.

Medir

En esta fase realizaremos el levantamiento del proceso de enllantaje de la empresa Llantas Illescas, en donde podremos ver las actividades más detenidamente, identificando los cuellos de botellas debido a que estos son los que alargan el tiempo de entrega. Para esta fase usaremos la herramienta diagrama de flujos, en donde podremos observar todas las actividades o subprocesos con sus respectivos tiempos y cuellos de botella.

En esta fase se calcularán los tiempos del proceso actual en donde identificaremos el tiempo de ciclo y *tack time* de las actividades o subprocesos que obtendremos con las muestras que recopilemos.

Por último, emplearemos la herramienta VSM (*Value Stream Mapping*) que nos ayudara a identificar las tareas que incorporan valor, las que no, pero que llegan a ser necesarias y las que no incorporan valor.

Analizar

En esta fase lo que haremos será examinar todos los datos que hemos obtenido en la fase anterior, con el propósito de conocer las causas de los tiempos de entrega dentro de los subprocesos que no agregan valor al consumidor, con ello podremos tomar acciones para reducir los desperdicios.

En esta fase utilizaremos la herramienta de los 5 porqués, en donde se mostrará la causa que produce los tiempos de espera.

Mejorar

Para esta fase tendremos identificada la principal causa del tiempo de espera y las oportunidades de mejora que obtendremos del VSM (*Value Stream Mapping*). Donde plantearemos propuestas de mejora para poder reducir los tiempos de espera cumpliendo con las necesidades de los clientes. Para cumplir con los objetivos planteados en esta fase lo que haremos será emplear la herramienta de las 5 S (*Seiri, Seiton, Seisou, Seiketsu, Shitzuke*) en donde obtendremos la reducción de los desperdicios que se hayan encontrado en las herramientas anteriormente mencionadas como son el diagrama de flujo y el VSM (*Value Stream Mapping*).

Se realizarán los cálculos respectivos (Tiempo de ciclo, *Tack Time*) para comparar con los cálculos que se realizaron anteriormente y poder ver la mejora de una manera más clara.

Controlar

Para esta última fase lo que se implementará son medidas en las que se puede garantizar una mejora continua en donde el proceso al cual nos estamos enfocando se mantenga con las mejoras ya establecidas con el pasar del tiempo, para poder satisfacer los requisitos de los clientes. Para este caso vamos a utilizar la documentación entregada anteriormente por parte de la mejora y con ello ir teniendo un seguimiento continuo.

5 Propuesta de Solución del problema identificado

5.1 Elaboración Metodología DMAIC

5.1.1 Definir

5.1.1.1 Cuadro proyecto DMAIC

Esta es una herramienta que nos permite identificar cuáles son las áreas que están involucradas dentro del proceso al que vamos a estudiar y también nos permite saber lo que queremos alcanzar.

Tabla N.- 4 Ficha DMAIC

FICHA PROYECTO LEAN SIX SIGMA		Nro. PROYECTO	1
NOMBRE EJECUTADOR	David Durán	FECHA COMIENZO	15/8/2022
FECHA	9/8/2022	FECHA ESPERADA	24/8/2022
Nro. DOCUMENTO	1	FIN	
1. CASO DEL NEGOCIO			
El tiempo que toma un enllantaje en Llantas Illescas es de una 1 hora y 30 minutos aproximadamente, sin embargo, la competencia lo hace en aproximadamente 60 minutos, lo cual a la empresa le genera pérdida de clientes e inconformidades con los mismos.			
2. Critical to Quality a Mejorar			
Tiempo de ciclo del proceso de enllantaje			
3. OBJETIVOS			
CTQ	OBJETIVO		
Tiempo de ciclo del proceso de enllantaje	Menor o igual a 45 minutos		
4. ALCANCE			
Proceso de enllantaje en planta matriz de Llantas Illescas, ubicado al norte Quito.			
5. RESPONSABILIDADES Y ROLES			
	NOMBRE	CORREO ELECTRÓNICO	CARGO
PATROCINADOR	Andrés Illescas	llantas.illescas20@gmail.com	Gerente General

LÍDER	David Durán	lic.dedh@gmail.com	Analista Proyectos
MIEMBRO DE EQUIPO	Miguel		Jefe de Mecánicos
6. RECURSOS			
Acceso a documentos de ventas de productos y frecuencia de vehículos para consulta de fluctuación del año 2021.			
7.MÉTRICO			
#	MÉTRICO	META	
1	Tiempo de ciclo del proceso de enllantaje	Menor o igual 45 minutos	
ELABORADO POR	David Durán	FECHA	9/8/2022
APROBADO POR	Andrés Illescas	FECHA	9/8/2022

5.1.1.2 Requisitos del Cliente

Identificaremos cuáles son los requisitos del cliente mediante los recursos entregados por Llantas Illescas donde podremos ver el número de quejas o reclamos y de acuerdo a ello ver lo que el cliente espera en el transcurso del proceso.

Tabla N.- 5 Matriz Requisitos

REQUISITO DEL SERVICIO		REQUISITO DE RESULTADO	
PROCESO	REQUISITO	RESULTADO	REQUISITO
Proceso de enllantaje	Reducción del tiempo de entrega del o los vehículos	Enllantaje	Entrega de vehículos enllantados ≤ 45 minutos.

Elaborado por: David Durán

Una vez identificado el objetivo de estudio y los requisitos del cliente, procedemos con la siguiente fase.

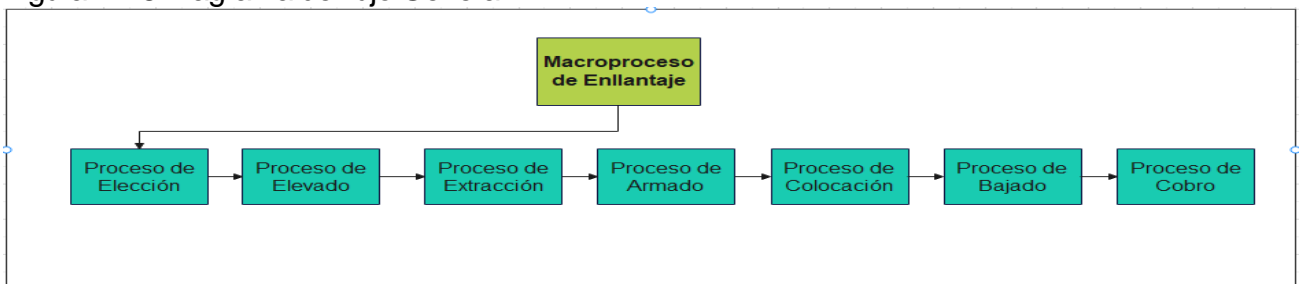
5.1.2 Medir

5.1.2.1 Diagrama de flujo

El primer paso que nosotros debemos realizar para medir la productividad del proceso de enlantaje es saber cuáles son las actividades que se existen dentro del mismo.

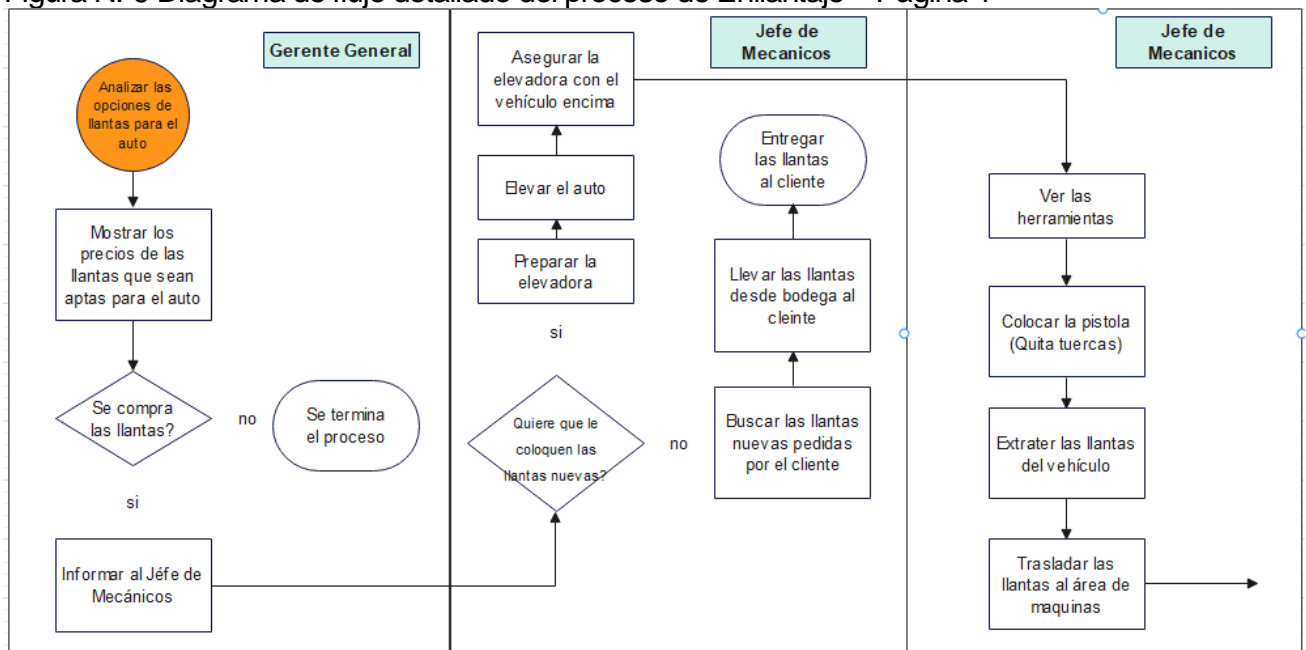
Para identificar las actividades del proceso se hicieron observaciones a los miembros que intervienen en este proceso. Una vez identificadas las actividades, se elaboró un diagrama de flujos detallado en donde se encontrará cada una de las tareas del proceso de enlantaje de la empresa Llantas Illescas, que se mostrará a continuación.

Figura N.- 8 Diagrama de flujo General



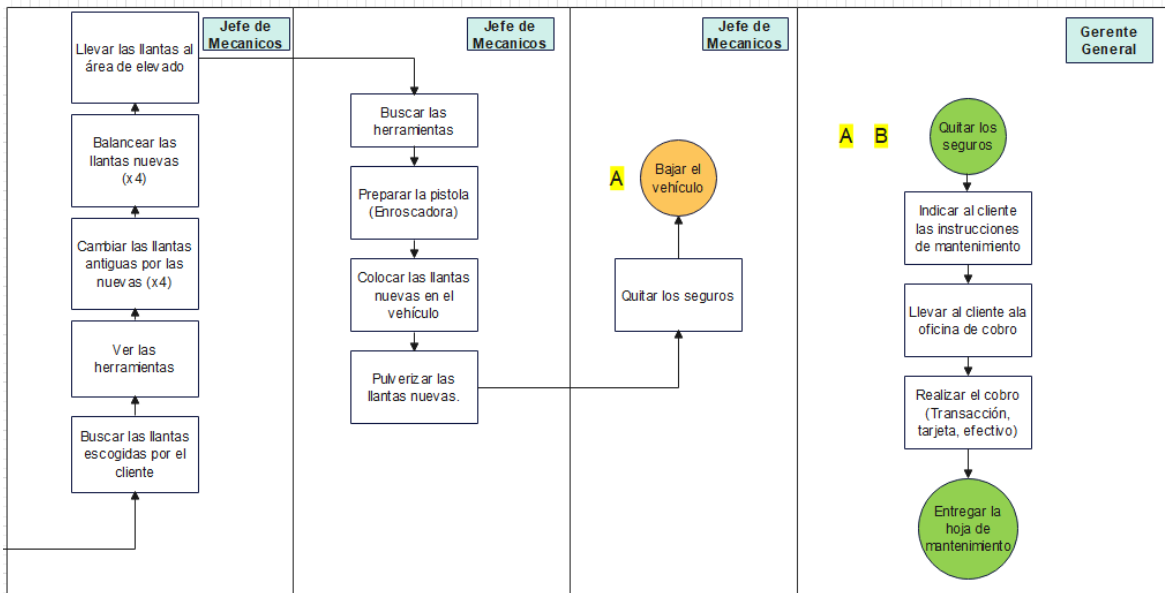
Elaborado por: David Durán

Figura N.-9 Diagrama de flujo detallado del proceso de Enlantaje – Página 1



Elaborado por: David Durán

Figura N.- 10 Diagrama de flujo detallado del proceso de Enllantaje – Página 2



Elaborado por: David Durán

Una vez que se han determinado las actividades del macroproceso, se realizará el cálculo de los tiempos de espera entre actividades y tiempos de ciclo.

5.1.2.2 Medición de tiempos del proceso inicial

5.1.2.2.1 Medición del tiempo de ciclo del Proceso

Se hizo la toma de tiempo de todas las tareas que se mostraron anteriormente en el diagrama de flujos. Para poder hacer la medición nos basamos en una muestra de diez datos. La medición de tiempos se hizo por medio de un cronómetro a cada una de las partes del proceso con sus respectivos encargados por un tiempo de 35 días laborales, se tomó un tiempo promedio para cada uno de los procesos. Las mediciones que se realizaron están en el Anexo 1, se indica el tiempo promedio de las actividades.

Tabla N.- 6 Tiempo de Ciclo de cada subproceso del proceso de enllantaje

Rol Encargado	Subproceso	Tiempo Promedio (Minutos)
Gerente General	Proceso Elección	10
Jefe Mecánico	Proceso Elevado	4
Jefe Mecánico	Proceso de Extracción	21
Jefe Mecánico	Proceso Armado	29
Jefe Mecánico	Proceso Colocación	14
Jefe Mecánico	Proceso Bajado	5
Gerente General	Proceso de Cobro	9

Elaborado por: David Durán

5.1.2.2.2 Medición de tiempo de espera entre los subprocesos

Una vez que ya identificamos los tiempos de ciclo entre los subprocesos, procedemos a calcular los tiempos de espera que se generan entre las actividades del proceso.

Con esta información que recopilaremos obtendremos el tiempo de ciclo total. Para la medición del tiempo de espera de las actividades (Proceso de elección, proceso de elevado, proceso de extracción, proceso de armado, proceso de colocación, proceso de bajado, proceso de cobro) utilizamos un cronómetro por un período de 35 días laborales. Basándonos en una muestra de diez datos se logró recopilar toda la información sobre el tiempo promedio de espera entre las actividades. La medición de las actividades se encuentra en el anexo 2.

Se obtuvo un tiempo promedio por cada uno de los subprocesos según los criterios que se explicaron anteriormente, a continuación, una tabla de resumen de los tiempos de espera.

Tabla N.- 7 Tiempo de espera promedio entre actividades / tareas

Subproceso #1	Subproceso #2	Tiempo de espera entre subprocesos
Proceso Elección	Proceso Elevado	5 minutos
Proceso Elevado	Proceso Extracción	1 minuto
Proceso Extracción	Proceso Armado	6 minutos
Proceso Armado	Proceso Colocación	6 minutos
Proceso Colocación	Proceso de Bajado	1 minuto
Proceso Bajado	Proceso de Cobro	2 minutos

Elaborado por: David Durán

5.1.2.3 Value Stream Mapping (VSM) actual

Por medio de los datos que se obtuvieron de los tiempos de ciclo y los tiempos de espera del proceso de enlantaje se elaboró el mapa de valor actual (VSM). Por medio de esta herramienta lo que se busca es tener una visión más clara de todo el proceso para poder identificar las oportunidades de mejora. A continuación, se muestra el VSM del proceso de enlantaje de la empresa Llantas Illescas.

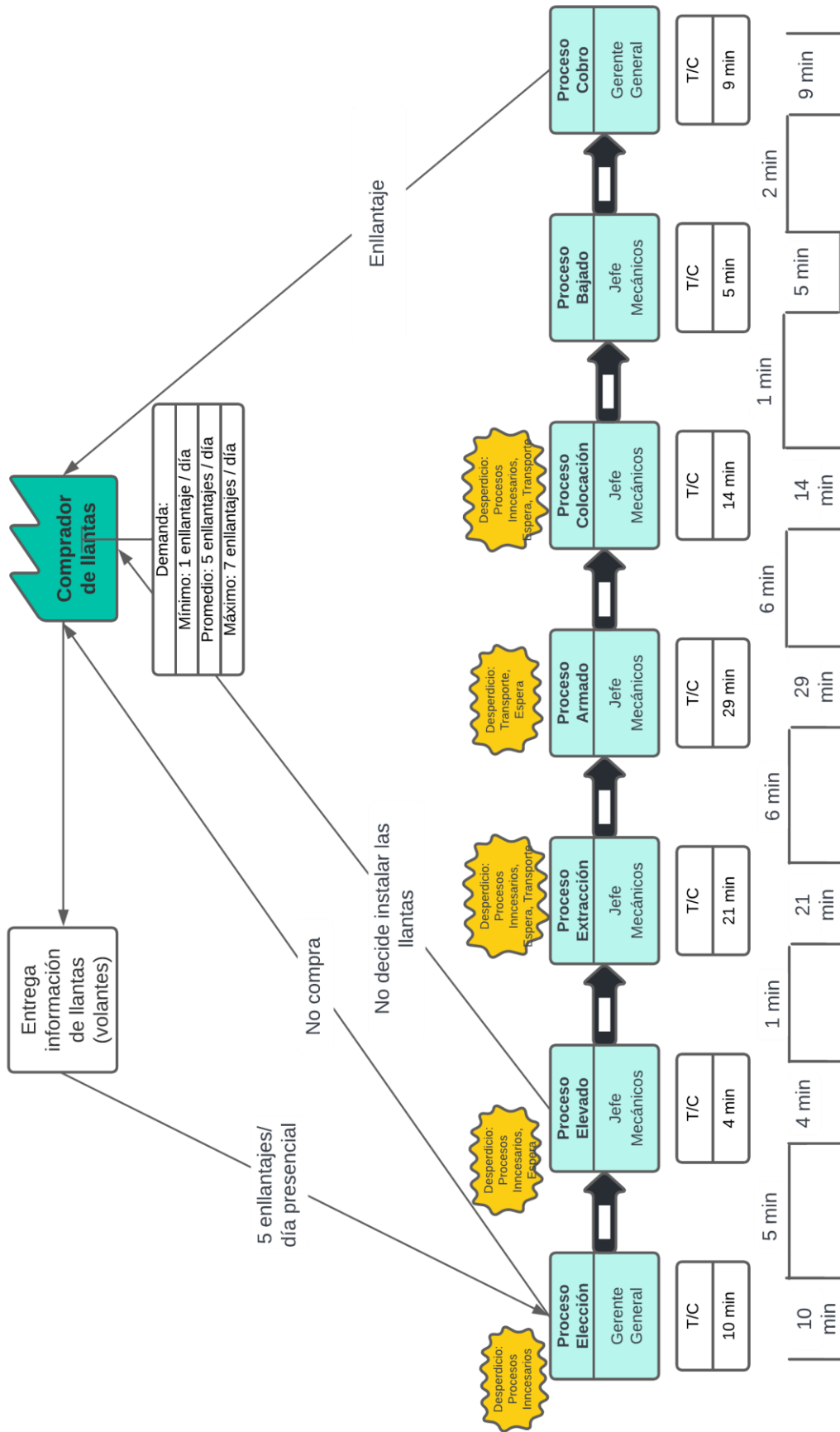


Figura N.- 9 Value Stream Mapping (VSM)

Podemos observar que se marcaron con la simbología Kaizen a las posibles oportunidades de mejora del proceso, reflejadas en el mapa de valor actual (VSM).

5.1.2.4 Cálculos de eficiencia para el proceso de enllantaje

Para realizar los cálculos pertinentes para este estudio vamos a utilizar los tiempos de espera y de ciclos que están incluidos en el *Value Stream Mapping* (VSM) en donde obtendremos el *Tack Time* y el tiempo de ciclo.

El *Tack Time* llega a ser el tiempo que transcurrió entre el inicio del proceso de enllantaje y el inicio del siguiente. para el cálculo del Tiempo de ciclo se añaden los tiempos de los subprocesos desde que el Gerente General Comienza el proceso de elección hasta que el mismo ejecuta el cobro, esto más los tiempos de espera entre los subprocesos.

5.1.2.5 Cálculos para el Proceso de Enllantaje Completo (cuatro llantas)

- *Tack Time*

$$T. Disponible para Producción = (1 Turno \times 480 \text{ min}) - (30 \text{ min. } 2 \text{ descansos}) \\ = 420 \text{ min} = 7 \text{ h}$$

(Ecuación 1)

$$Demanda = 5 \text{ Enllantajes}$$

$$Tack Time = \frac{T. Disponible para Producción}{Enllantajes} = \frac{420 \text{ minutos}}{5 \text{ enllantajes}} \\ = 84 \text{ Minutos cada enllantaje}$$

(Ecuación 2)

- Tiempo de Ciclo

$$T. de ciclo = 10 \text{ min} + 4 \text{ min} \\ + 21 \text{ min} + 29 \text{ min} + 14 \text{ min} + 5 \text{ min} + 9 \text{ min} = 92 \text{ minutos}$$

(Ecuación 3)

- *Lead Time*

$$T. de ciclo = 10 \text{ min} + 5 \text{ min} + 4 \text{ min} \\ + 1 \text{ min} + 21 \text{ min} + 6 \text{ min} + 29 \text{ min} + 6 \text{ min} + 14 \text{ min} + 1 \text{ min} \\ + 5 \text{ min} + 2 \text{ min} + 9 \text{ min} = 113 \text{ minutos}$$

Resumen

Tabla N.-8 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (cuatro llantas)

Tiempo de Ciclo	92 (min)
Tack Time	84 (min)
Tiempo de ciclo esperado por el Cliente	Menor o igual a 45 minutos

Elaborado por: David Durán

Por medio del Resumen de medidas podemos observar que Llantas Illescas se demora, en promedio, 1.88 horas en realizar un enllantaje completo (Cuatro llantas).

5.1.2.6 Cálculos para el Proceso de Enllantaje (tres llantas)

- *Tack Time*

$$T. Disponible para Producción = (1 Turno \times 480 \text{ min}) - (30 \text{ min} \cdot 2 \text{ descansos})$$

$$= 420 \text{ min} = 7 \text{ h}$$

(Ecuación 5)

$$Demanda = 2 \text{ Enllantajes}$$

$$Tack Time = \frac{T. Disponible para Producción}{Enllantajes} = \frac{420 \text{ minutos}}{4 \text{ enllantajes}}$$

$$= 210 \text{ Minutos cada enllantaje}$$

(Ecuación 6)

- Tiempo de Ciclo

$$T. de ciclo = 10 \text{ min} + 4 \text{ min}$$

$$+ 16 \text{ min} + 22 \text{ min} + 11 \text{ min} + 5 \text{ min} + 9 \text{ min} = 77 \text{ minutos}$$

(Ecuación 7)

- *Lead Time*

$$\begin{aligned}
 T. \text{ de ciclo} &= 10 \text{ min} + 5 \text{ min} + 4 \text{ min} \\
 &+ 1 \text{ min} + 16 \text{ min} + 5 \text{ min} + 22 \text{ min} + 5 \text{ min} + 11 \text{ min} + 1 \text{ min} \\
 &+ 5 \text{ min} + 2 \text{ min} + 9 \text{ min} = 96 \text{ minutos}
 \end{aligned}$$

(Ecuación 8)

- Resumen

Tabla N.-9 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (tres llantas)

Tiempo de Ciclo	77 (min)
Tack Time	210 (min)
Tiempo de ciclo esperado por el Cliente	Menor o igual a 45 minutos.

Elaborado por: David Durán

Por medio del Resumen de medidas podemos observar que Llantas Illescas se demora, en promedio, 1.6 horas en realizar un enllantaje (tres llantas).

5.1.2.7 Cálculos para el Proceso de Enllantaje (dos llantas)

- *Tack Time*

$$\begin{aligned}
 T. \text{ Disponible para Producción} &= (1 \text{ Turno} \times 480 \text{ min}) - (30 \text{ min.} \times 2 \text{ descansos}) \\
 &= 420 \text{ min} = 7 \text{ h}
 \end{aligned}$$

(Ecuación 9)

$$\text{Demanda} = 5 \text{ Enllantajes}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tack Time} &= \frac{T. \text{ Disponible para Producción}}{\text{Enllantajes}} = \frac{420 \text{ minutos}}{5 \text{ enllantajes}} \\
 &= 84 \text{ Minutos cada enllantaje}
 \end{aligned}$$

(Ecuación 10)

- Tiempo de Ciclo

$$\begin{aligned}
 T. \text{ de ciclo} &= 10 \text{ min} + 4 \text{ min} \\
 &+ 11 \text{ min} + 15 \text{ min} + 7 \text{ min} + 5 \text{ min} + 9 \text{ min} = 61 \text{ minutos}
 \end{aligned}$$

(Ecuación 11)

- *Lead Time*

$$T. \text{ de ciclo} = 10 \text{ min} + 5 \text{ min} + 4 \text{ min}$$

$$+ 1 \text{ min} + 11 \text{ min} + 3 \text{ min} + 15 \text{ min} + 3 \text{ min} + 7 \text{ min} + 1 \text{ min} + 5 \text{ min} \\ + 2 \text{ min} + 9 \text{ min} = 76 \text{ minutos}$$

(Ecuación 12)

- **Resumen**

Tabla N.-10 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (dos llantas)

Tiempo de Ciclo	61 (min)
Tack Time	84 (min)
Tiempo de ciclo esperado por el Cliente	Menor o igual a 45 minutos

Elaborado por: David Durán

Por medio del Resumen de medidas podemos observar que Llantas Illescas se demora, en promedio, 1.2 horas en realizar un enllantaje (dos llantas).

5.1.2.8 Cálculos para el Proceso de Enllantaje (una llanta)

- *Tack Time*

$$T. \text{ Disponible para Producción} = (1 \text{ Turno} \times 480 \text{ min}) - (30 \text{ min} \cdot 2 \text{ descansos}) \\ = 420 \text{ min} = 7 \text{ h}$$

(Ecuación 13)

$$\text{Demanda} = 3 \text{ Enllantajes}$$

$$\text{Tack Time} = \frac{T. \text{ Disponible para Producción}}{\text{Enllantajes}} = \frac{420 \text{ minutos}}{3 \text{ enllantajes}} \\ = 140 \text{ Minutos cada enllantaje}$$

(Ecuación 14)

- Tiempo de Ciclo

$$T. de ciclo = 10 \text{ min} + 4 \text{ min}$$

$$+ 6 \text{ min} + 8 \text{ min} + 4 \text{ min} + 5 \text{ min} + 9 \text{ min} = 46 \text{ minutos}$$

(Ecuación 15)

- *Lead Time*

$$T. de ciclo = 10 \text{ min} + 5 \text{ min} + 4 \text{ min}$$

$$+ 1 \text{ min} + 6 \text{ min} + 2 \text{ min} + 8 \text{ min} + 2 \text{ min} + 4 \text{ min} + 1 \text{ min} + 5 \text{ min}$$

$$+ 2 \text{ min} + 9 \text{ min} = 59 \text{ minutos}$$

(Ecuación 16)

- Resumen

Tabla N.-11 Tiempos para el proceso de enllantaje completo (una llanta)

Tiempo de Ciclo	46 (min)
<i>Tack Time</i>	140 (min)
Tiempo de ciclo esperado por el Cliente	Menor o igual a 45 minutos

Elaborado por: David Durán

Por medio del Resumen de medidas podemos observar que Llantas Illescas se demora, en promedio, 0.9 horas en realizar un enllantaje (una llanta).

5.1.3 Analizar

5.1.3.1 Cumplimiento con base en la disposición del cliente

Después de haber finalizado el *Value Stream Mapping* (VSM) se llegó a conocer el tiempo que toma Llantas Illescas en realizar un enllantaje, además, con el cálculo de los diferentes tiempos que se realizaron anteriormente se llegó a conocer los tipos de enllantaje, a continuación tenemos una tabla que resume los datos recopilados.

Tabla N.- 12 Datos de los tiempos recopilados

Proceso	T. de ciclo (minutos)	T. de espera (minutos)
Enllantaje Completo (cuatro llantas)	92	21
Enllantaje (tres llantas)	77	19
Enllantaje (dos llantas)	61	15
Enllantaje (una llanta)	46	13

Elaborado por: David Durán

Cuando comenzó el proceso de la metodología DMAIC se dio a conocer los requisitos de los clientes en donde su objetivo era que el proceso de enllantaje sea menor o igual a 45 minutos. Como podemos observar en los datos recopilados en la tabla N.- 12, se aprecia que ningún proceso cumple con el objetivo requerido debido a que nuestro tiempo de ciclo supera los requisitos del cliente.

Se puede analizar que el tiempo de espera no llega a ser un problema en cuanto a la demora que se observa en este proceso, esto se debe a que este tiempo de espera no es superior al valor agregado (T. de Ciclo) de este proceso como se lo aprecia en la tabla N.-12, que de igual forma al replantar los procesos y eliminar los desperdicios vamos a tener un tiempo de espera menor entre las actividades.

Donde se puede observar que tenemos problemas en cuanto al tiempo, llega a ser un problema entre los subprocesos que conlleva el proceso de enllantaje, es ahí donde nosotros nos vamos a centrar para poder eliminar los desperdicios que se explicaron anteriormente en el *Value Stream Mapping (VSM)*, donde se observa un notorio cuello de botella que hace que el proceso de enllantaje sea muy lento y no cumpla con los requerimientos del cliente, a continuación se muestra una tabla con el cuello de botella, siendo una de las actividades que nos generan una oportunidad de mejora.

Tabla N.- 13 Cuello de botella

Subprocesos	Tiempos de ciclo (min)
Proceso Elección	10
Proceso Elevado	4
Proceso Extracción	21
Proceso Armado	29
Proceso Colocación	14
Proceso Bajado	5
Proceso Cobro	9

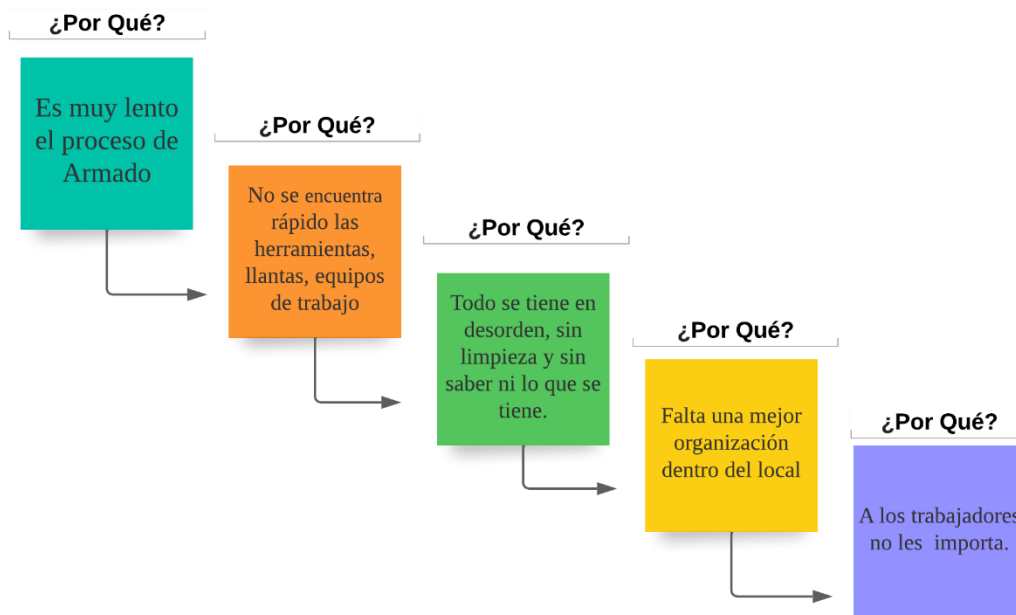
Elaborado por: David Durán

Se observa claramente que el cuello de botella es el proceso que mayor tiempo se demora en efectuarse, en este caso nuestro cuello de botella es el proceso de armado que tarda 29 minutos, esto se debe a que existen varios desperdicios en este y en otros procesos lo que genera que el tiempo de ciclo de cada uno de ellos sea elevado. Puede notarse que este cuello de botella afecta de igual forma a su proceso anterior y al posterior haciendo que su tiempo de ciclo sea alto y que de igual forma sus tiempos de espera en estos procesos sea el más elevado. Dándonos una gran oportunidad de mejora, eliminando todos los desperdicios que se mencionaron en el *Value Stream Mapping (VSM)*.

5.1.3.2 Análisis de los 5 porqués

Para disinguir la causa raíz que ocasiona un cuello de botella en el subproceso de armado en nuestro proceso de enllantaje se empleó la herramienta de los 5 porqués.

Figura N.- 11 Causas por demora en proceso de armado



Elaborado por: David Durán

Se determinó, la causa raíz, de porque el subproceso de armado es tan lento, en donde se identificó que a los trabajadores no les importa el orden dentro de su lugar de trabajo, haciendo que su proceso de armado sea tan ineficiente. Con esto podemos observar que a pesar del tiempo de espera en el proceso de armado, al personal no le genera interés (no agrega valor). Sin embargo, para el cliente significa lo contrario debido a que si el local cuenta con una correcta organización, ellos van a cumplir con sus requisitos.

5.1.4 Mejorar

Después de la detección de la causa raíz, la cual nos genera un tiempo de espera prolongado y una documentación de las posibles mejoras detectadas en el *Value Stream Mapping* (VSM), se procede con la planificación de las posibles mejoras que ayudarán a disminuir el tiempo de ciclo y que permitirán cumplir con los objetivos de los clientes, haciendo que tenga un mayor nivel de satisfacción.

5.1.4.1 Explicación para una mejora continua en el Proceso de Enllantaje
Conforme a los desperdicios que se identificaron en el *Value Stream Mapping* (VSM) se puede llegar a observar que el proceso actual tiene muchas ineficiencias, para lo cual nos vamos a centrar en las oportunidades de mejora encontradas en el VSM. A continuación, se detallarán los subprocesos actuales con sus respectivas propuestas de mejora, en donde se aplicará una de las herramientas de Lean que será las 5 "S" y se mostrará con los resultados obtenidos un nuevo *Value Stream Mapping* (VSM) con sus respectivos tiempos.

- Proceso de Elección

En el proceso actual, primero se analizan las opciones de llantas y luego se muestran los precios de las mismas. Con nuestra propuesta de mejora lo que se hará es unir estas dos actividades, por medio de la aplicación de las 5 "S" donde tendremos las llantas identificadas por modelo, marca, tamaño, y, cada una de ellas contará con su respectivo precio, haciendo que se vuelva una sola actividad.

- Proceso de Elevado

En el proceso actual lo primero que se hace luego de que el cliente acepte comprar las llantas, es preparar la elevadora, lo que ocasiona una demora y un proceso innecesario, el cual con nuestra propuesta de mejora se eliminará esta actividad, haciendo que sea un proceso más rápido.

Para las personas que no requieren de instalación, se genera una demora en la búsqueda de llantas y en el transporte de llantas desde bodega hacia el cliente, para ello nuestra propuesta de mejora es eliminar los transportes adecuando el lugar de trabajo y organizando las llantas para la eliminación de la búsqueda.

- Proceso de Extracción

Basándonos en el proceso actual, lo primero que se hace es ir a buscar las herramientas, luego es preparar la pistola neumática y como actividad final, trasladar las llantas al área de máquinas, como propuesta de mejora aplicando las 5 "S" se va a tener las herramientas, llantas y la pistola neumática ordenadas, identificadas y cerca del área de trabajo. Por consecuencia se eliminará el traslado de las llantas debido a que se adecuará el local para un mejor manejo de recursos.

- Proceso de Armado

Basándonos en el proceso actual, lo primero que se hace es buscar las llantas, herramientas, luego se procede al enllantaje dependiendo de las llantas que se vayan a cambiar y por último se lleva las llantas al área de elevado, con la propuesta de mejora al aplicar las 5 "S" lo que se busca es tener ordenado las llantas, herramientas y máquinas en un lugar de trabajo adecuado para su fácil gestión oportuna.

- Proceso de Colocación

Basándonos en el proceso actual, lo primero que se hace es buscar las herramientas, se prepara la pistola neumática, se colocan las llantas nuevas y se pulverizan, con la propuesta de mejora al aplicar las 5 "S" lo que se hará es eliminar los tiempos de espera en cuando a la búsqueda y preparación (herramientas, pistola) debido a que todo estará en un orden y lugar específico. Por último, en cuanto a las propuestas de mejora, lo que se hará es implementar un *Value Stream Mapping* futuro en donde se reducirán los procesos haciendo que los tiempos de ciclo y los tiempos de espera sean menores, dando como resultado un cumplimiento más óptimo de los requisitos del cliente.

5.1.4.2 Aplicación de las 5 "S"

Esta herramienta nos permitirá cumplir con las mejoras propuestas anteriormente y para ello se van a implementar en la empresa Llantas Illescas las 5 etapas de las 5 "S".

- *Seiri* (Seleccionar, Clasificar)

Para esta etapa lo que vamos hacer dentro de la empresa Llantas Illescas es seleccionar y clasificar lo esencial para el proceso dependiendo de la frecuencia de uso que le den a sus recursos.

Antes de selección y clasificación de llantas

De esta manera el Gerente del local tenía las llantas.



Después de selección y clasificación de llantas

Aplicando la fase 1 de las 5 "S" se ordenó por tamaño, marca y precio.





Antes de selección y clasificación del escritorio

De esta manera encontramos el escritorio del Gerente.



Después de selección y clasificación del escritorio

Después de la aplicación de la fase 1, se ordenó y clasificó los artículos dependiendo de la frecuencia de uso.



- *Seiton* (Orden)

En esta etapa vamos a ordenar y etiquetar lo que anteriormente se seleccionó y clasificó, en donde podremos evidenciar por medio de fotos el antes y el después.

Antes

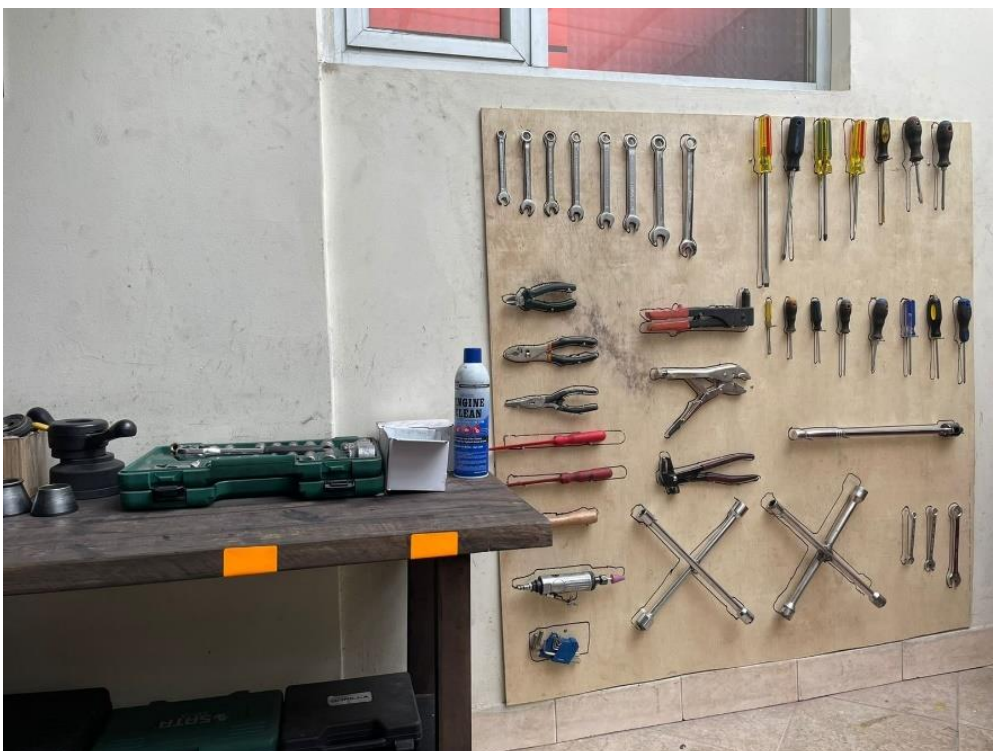
De esta manera encontramos el área de enllantaje.





Después

Después de la aplicación de la fase 2, se ordenó y clasificó los artículos dependiendo de la frecuencia de uso.





- *Seiketsu* (Estandarización)

En esta etapa nosotros lo que vamos a implementar son normas de limpieza, es decir, una tabla en donde se detalla los días que se ha completado correctamente el control de limpieza, de igual manera vamos a llevar un registro de la cantidad de artículos indispensables para el proceso y los que conforman el taller, vamos a detallar paso a paso el proceso de enllantaje.

Tabla N.- 15 Control de Limpieza y orden

				
Control de Limpieza y Orden (Elevado, Extracción, Armado, Colocación, Bajado)				
Fecha	Hora revisión inicial	Hora revisión final	Estado	Firma
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		
	8:00 a. m.	5:00 p. m.		

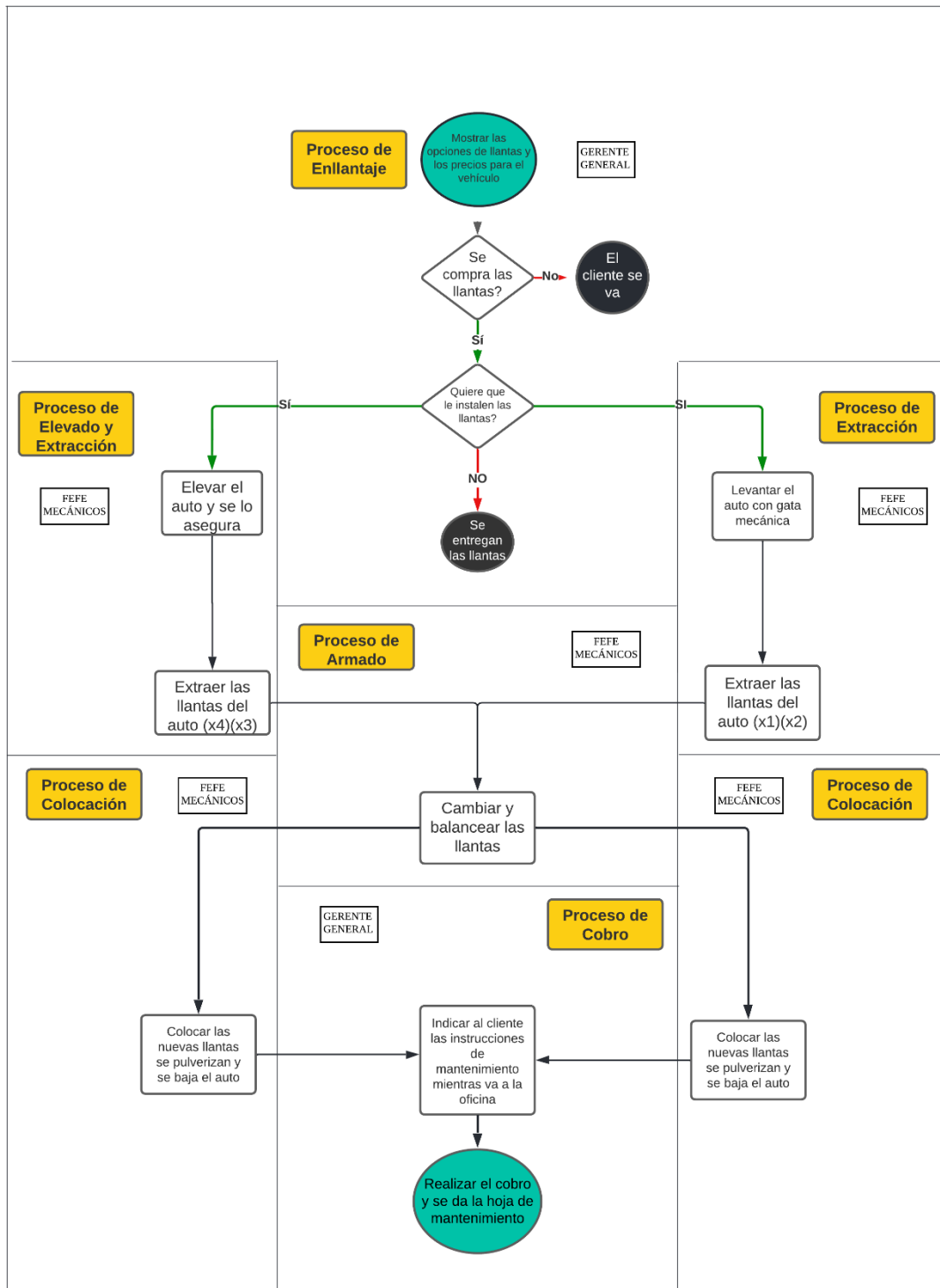
Elaborado por: David Durán

Tabla N.-16 Control de Cantidad de Artículos

					
Control de Cantidad de Artículos (Elevado, Extracción, Armado, Colocación, Bajado)					
Fecha	Artículo	#	Inspección	Responsable	Firma
20/08/22	Elevadora	1			
20/08/22	Gata Mecánica	2			
20/08/22	Balanceadora	1			
20/08/22	Desenllantadora	1			
20/08/22	Pistola Neumática	1			
20/08/22	Pistola infla llantas	1			
20/08/22	Compresor nitrógeno	1			
20/08/22	Sierra	1			
20/08/22	Medidor de Aire de llantas	1			
20/08/22	Saca gusanillo doble	3			
20/08/22	Extractor de válvulas	1			
20/08/22	Válvulas	53			
20/08/22	Protectores auditivos	3			
20/08/22	Pesas para balancear	100			
20/08/22	Destornilladores (Estrella)	8			
20/08/22	Destornilladores (Plano)	7			
20/08/22	alicates	3			
20/08/22	Remachadora	1			
20/08/22	Llave de ruedas	2			

Elaborado por: David Durán

Figura N.-12 Diagrama de flujos futuro paso a paso del proceso



Elaborado por: David Durán

- Shitzuke (Mantener la Disciplina)

Para esta etapa hemos implementado una hoja de Excel en la que se desarrolló un formulario de auditoría con una herramienta para presentar los resultados que lo llevará a cabo el Gerente General de Llantas Illescas. Cuenta con una calificación en cada una de las etapas (*Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitzuke*) siendo 0 la más baja y 10 la más alta, considerando que 10 significa que cumplen con lo establecido anteriormente.

Este formulario cuenta con una presentación de resultados mediante gráficas para cada una de sus etapas y de igual manera muestra la calificación histórica del formulario de auditoría.

Figura N.-13 Hoja de Excell Formulario de Auditoría

5S Formulario de auditoria rutinaria

Fecha auditoria: FECHA

Área auditada: ÁREA DE ENLANTAJE

Id	5S	Título	Puntos
S1	Seiri (Seleccionar - Clasificar)	"Separar lo necesario de lo innecesario"	10
S2	Seiton (Orden)	"Un sitio para cada cosa y cada cosa en su sitio"	0
S3	Seiso (Limpieza)	"Limpiar el puesto de trabajo y los equipos y prevenir la suciedad y el desorden"	10
S4	Seiketsu (Estandarización)	"Formular las normas para la consolidación de las 3 primeras S "	10
S5	Shitzuke (Mantener la Disciplina)	"Respetar las normas establecidas"	10
Resultados		Puntuación 5S	40

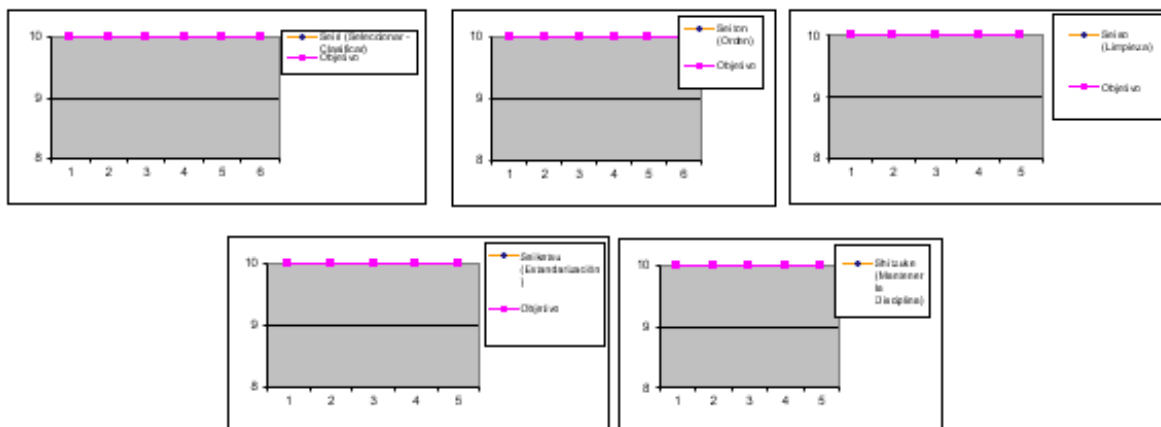
Auditorías Previas						Objetivo
1	2	3	4	5	6	
						10
						10
						10
						10
						10
0	0	0	0	0	0	50

Fecha Fecha Fecha Fecha Fecha Fecha

Conclusión: **AUDITORÍA RECHAZADA**

Elaborado por: David Durán

Figura N.- 13 Hoja de Excell Presentación de Resultados



Elaborado por: David Durán

5.1.4.3 Medición del tiempo de ciclo del proceso después de las mejoras

Se realizó la toma de tiempo de todas las actividades que se mostraron anteriormente en el diagrama de flujos. Para poder hacer la medición nos basamos en una muestra de diez datos. La medición de tiempos se hizo por medio de un cronómetro a cada una de las partes del proceso con sus respectivos encargados por un período de 10 días laborales, para este estudio se tomó un tiempo promedio para cada uno de los procesos. Las mediciones de los tiempos se muestran en el Anexo 3, posteriormente se indican los tiempos promedios de las actividades.

Tabla N.-17 Tiempo de Ciclo de cada subproceso del proceso de enllantaje Mejorado

Rol Encargado	Subproceso	Tiempo Promedio (Minutos)
Gerente General	Proceso Elección	4
Jefe Mecánico	Proceso Elevado Y Extracción	5
Jefe Mecánico	Proceso de Armado	13
Jefe Mecánico	Proceso de Colocación	5
Gerente General	Proceso Cobro	3

5.1.4.4 Medición de tiempo de espera entre los subprocesos del proceso mejorado

Una vez que ya identificamos los tiempos de ciclo entre los subprocesos, procedemos a calcular los tiempos de espera que se generan entre las actividades del proceso.

Con esta información que recopilaremos a continuación vamos a poder calcular el tiempo de ciclo del proceso mejorado.

Para la medición del tiempo de espera de las actividades (Proceso de elección, proceso de elevado y extracción, proceso de armado, proceso de colocación, proceso de cobro) utilizamos un cronómetro por un período de 10 días laborales. Basándonos en una muestra de diez datos se logró recopilar toda la información sobre el tiempo promedio de espera entre las actividades. La medición de las actividades se encuentra en el anexo 4.

Se obtuvo un tiempo promedio por cada uno de los subprocesos según los criterios que se explicaron anteriormente, a continuación, una tabla de resumen de los tiempos de espera.

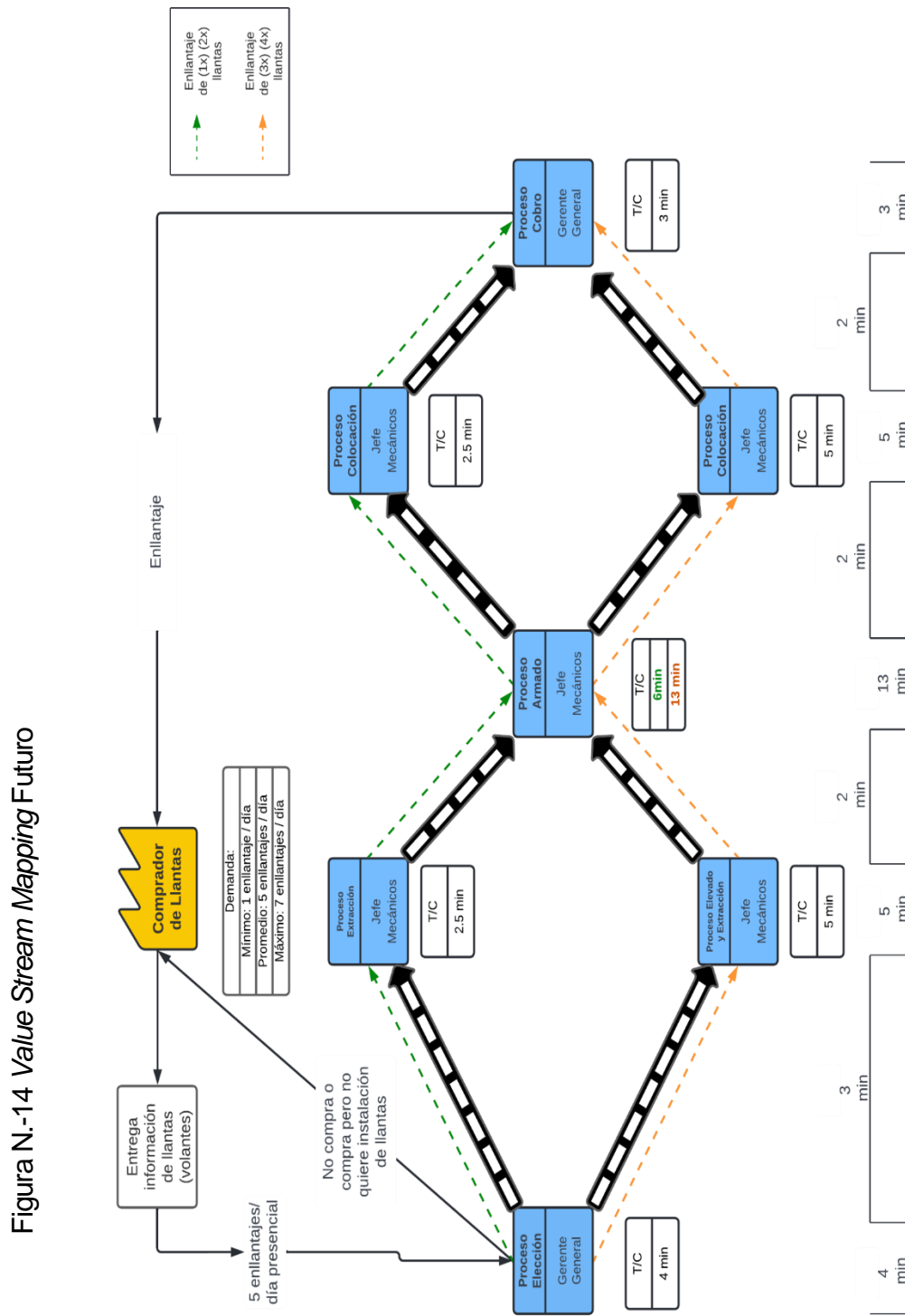
Tabla N.-18 Tiempo de espera entre cada subproceso del proceso de enllantaje Mejorado

Subproceso #1	Subproceso #2	Tiempo de espera entre Subprocesos
Proceso Elección	Proceso Elevado Y Extracción	3 minutos
Proceso Elevado Y Extracción	Proceso de Armado	2 minuto
Proceso de Armado	Proceso de Colocación	2 minutos
Proceso de Colocación	Proceso de Cobro	2 minutos

Elaborado por: David Durán

5.1.4.5 Value Stream Mapping (VSM) Futuro

Después de incorporar las propuestas de mejora indicadas anteriormente, se obtuvo el *Value Stream Mapping* (VSM) Futuro del proceso de enlantaje de la empresa Llantas Illescas



Después de realizar las propuestas de mejora podemos hacer una comparación con el proceso inicial vs el proceso actual o mejorado, en donde podremos ver la diferencia de tiempos en cuanto al tiempo de espera, tiempo de ciclo y de cada uno de los procesos.

A continuación, una tabla que muestra el antes y el después del proceso.

Tabla N.- 19 Tiempos (ciclo, espera) antes y después de las mejoras del proceso de enllantaje.

Proceso inicial		
Proceso	T. de Ciclo (min)	T. de Espera (min)
Enllantaje Completo (cuatro llantas)	92	21
Enllantaje (tres llantas)	77	19
Enllantaje (dos llantas)	61	15
Enllantaje (una llanta)	46	13
Proceso actual o mejorado		
Proceso	T. de Ciclo (min)	T. de Espera (min)
Enllantaje (x3)(x4) llantas	30	9
Enllantaje (1x) (2x) llantas	18	7

Elaborado por: David Durán

5.1.4.6 Cálculos de eficiencia para el Proceso de Enllantaje después de mejoras

Para realizar los cálculos pertinentes para este estudio vamos a utilizar los tiempos de espera y de ciclos que están incluidos en el *Value Stream Mapping* (VSM) Futuro en donde obtendremos el *Tack Time* y el tiempo de ciclo.

El *Tack Time* llega a ser el tiempo que transcurrió entre el inicio del proceso de enllantaje y el inicio del siguiente. Para el cálculo del Tiempo de ciclo se añaden los tiempos de los subprocesos desde que el Gerente General comienza el proceso de elección hasta que el mismo ejecuta el cobro, esto más los tiempos de espera entre los subprocesos.

5.1.4.6.1 Cálculos para el Proceso de Enllantaje mejorado (x3) (x4) llantas

- *Tack Time*

$$\begin{aligned} T. \text{ Disponible para Producción} &= (1 \text{ Turno} \times 480 \text{ min}) - (30 \text{ min.} \times 2 \text{ descansos}) \\ &= 420 \text{ min} = 7 \text{ h} \end{aligned}$$

(Ecuación 17)

$$\text{Demanda} = 5 \text{ Enllantajes}$$

$$\begin{aligned} \text{Tack Time} &= \frac{T. \text{ Disponible para Producción}}{\text{Enllantajes}} = \frac{420 \text{ minutos}}{5 \text{ enllantajes}} \\ &= 84 \text{ Minutos cada enllantaje} \end{aligned}$$

(Ecuación 18)

- Tiempo de Ciclo

$$T. \text{ de ciclo} = 4 \text{ min} + 5 \text{ min} + 13 \text{ min} + 5 \text{ min} + 3 \text{ min} = 30 \text{ minutos}$$

(Ecuación 19)

- *Lead Time*

$$\begin{aligned} T. \text{ de ciclo} &= 4 \text{ min} + 3 \text{ min} + 5 \text{ min} \\ &\quad + 2 \text{ min} + 13 \text{ min} + 2 \text{ min} + 5 \text{ min} + 2 \text{ min} + 3 \text{ min} = 39 \text{ minutos} \end{aligned}$$

(Ecuación 20)

- Resumen

Tabla N.- 20 Tiempos para el proceso de enllantaje mejorado (x3)(x4) llantas

Proceso	Inicial	Actual o mejorado	Acortamiento
Tack time	84 min (x4) llantas	84 min (x3)(x4) llantas	
	210 min (x3) llantas		
T. de Ciclo	92 min (x4) llantas	30 min (x3)(x4) llantas	62 min (x4) llantas
	77 min (x3) llantas		47 min (x3) llantas
Tiempo de ciclo esperado por el Cliente	Menor o igual a 45 Minutos		

Elaborado por: David Durán

Después de realizar las mejoras, el Tiempo de Ciclo del proceso de enllantaje (x3) (x4), se redujo para (x4) en un 67.39% y para (x3) en un 61%, por otro lado, el *Lead Time* se redujo para (x4) en un 65.48 % y para (x3) en un 59.38 %, con la aplicación de estas mejoras cumplimos con los requerimientos del cliente.

5.1.4.6.2 Cálculos para el Proceso de Enllantaje mejorado (x1) (x2) llantas

- *Tack Time*

$$\begin{aligned}
 T. \text{ Disponible para Producción} &= (1 \text{ Turno} \times 480 \text{ min}) - (30 \text{ min} \cdot 2 \text{ descansos}) \\
 &= 420 \text{ min} = 7 \text{ h}
 \end{aligned}$$

(Ecuación 21)

$$\text{Demanda} = 5 \text{ Enllantajes}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tack Time} &= \frac{T. \text{ Disponible para Producción}}{\text{Enllantajes}} = \frac{420 \text{ minutos}}{5 \text{ enllantajes}} \\
 &= 84 \text{ Minutos cada enllantaje}
 \end{aligned}$$

(Ecuación 22)

- Tiempo de Ciclo

$$T. \text{ de ciclo} = 4 \text{ min} + 2.5 \text{ min} + 6 \text{ min} + 2.5 \text{ min} + 3 \text{ min} = 18 \text{ minutos}$$

(Ecuación 23)

- *Lead Time*

$$T. \text{ de ciclo} = 4 \text{ min} + 3 \text{ min} + 2.5 \text{ min}$$

$$+ 1 \text{ min} + 6 \text{ min} + 1 \text{ min} + 2.5 \text{ min} + 2 \text{ min} + 3 \text{ min} = 25 \text{ minutos}$$

(Ecuación 24)

- Resumen

Tabla N.- 21 Tiempos para el proceso de enllantaje mejorado (x1)(x2) llantas

Proceso	Inicial	Actual o mejorado	Acortamiento
Tack time	84 min (x2) llantas	84 min (x1)(x2) llantas	
	140 min (x1) llantas		
T. de Ciclo	61 min (x2) llantas	18 min (x1)(x2) llantas	43 min (x2) llantas
	46 min (x1) llantas		28 min (x1) llantas
Tiempo de ciclo esperado por el Cliente	Menor o igual a 45 Minutos		

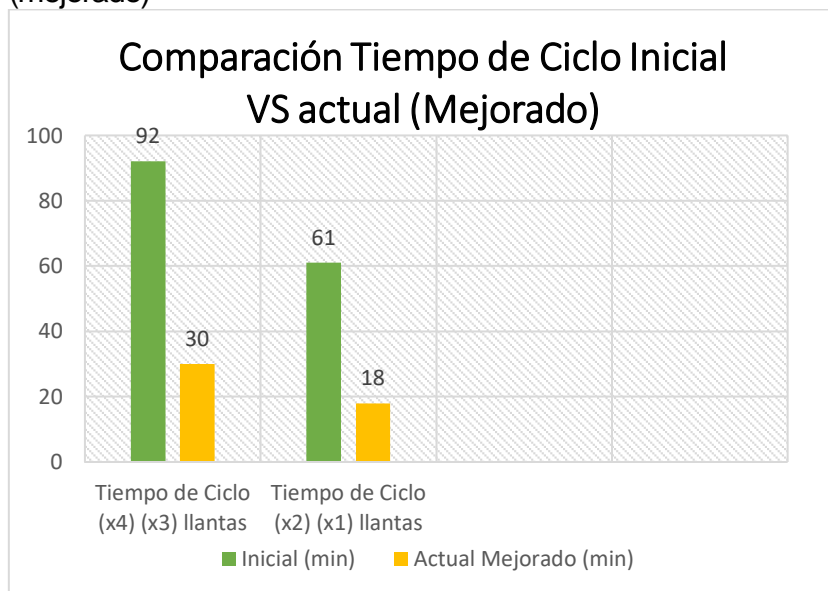
Elaborado por: David Durán

Después de realizar las mejoras, el Tiempo de Ciclo del proceso de enllantaje (x1) (x2), se redujo para (x2) en un 70.49 % y para (x1) en un 60.86 %, por otro lado, el *Lead Time* se redujo para (x2) en un 67.10 % y para (x1) en un 57.62 %, con la aplicación de estas mejoras cumplimos con los requerimientos del cliente.

5.1.4.7 Resumen de eficiencia por las mejoras aplicadas

A continuación, mostraremos una tabla en donde encontraremos la comparación del tiempo de ciclo inicial vs el tiempo de ciclo actual o mejorado del proceso de enllantaje. Basándonos en el tiempo inicial más alto para cada uno de los tipos de enllantaje.

Figura N.- 15 Comparación tiempos de ciclo del proceso de enllantaje inicial VS actual (mejorado)



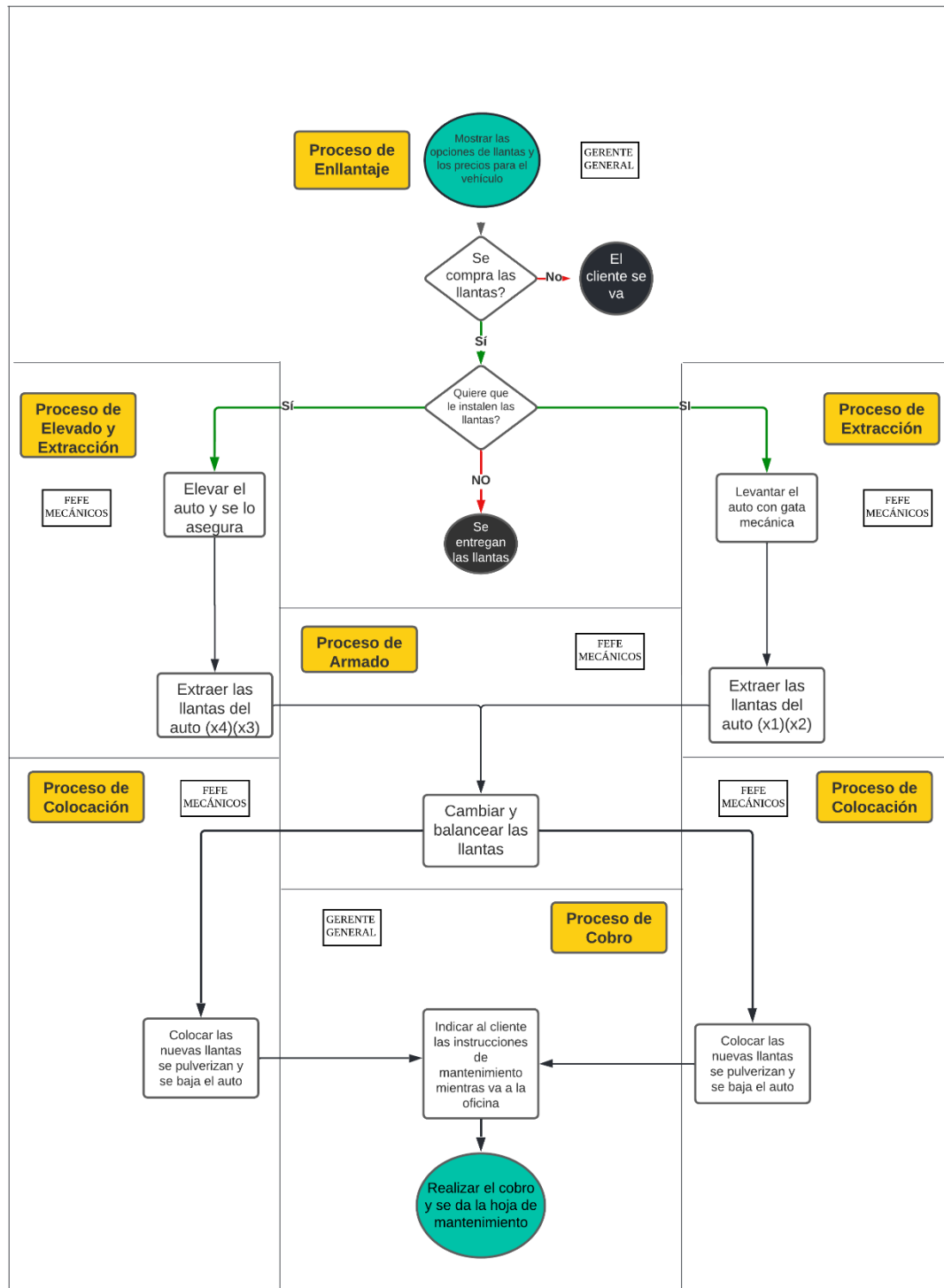
Elaborado por: David Durán

Como se puede observar con la aplicación de las mejoras, tenemos una reducción en el tiempo de ciclo para cada uno de los tipos de enllantaje. Este acortamiento del tiempo de ciclo con lleva a una entrega de vehículos enllantados mucho más rápida, generando menos perdidas y más ingresos. Controlar

5.1.4.8 Documentación basada en las propuestas aplicadas

Es indispensable que el proceso actual (mejorado) se encuentre documentado, para que este sea comunicado y aplicado por cada uno de los trabajadores dependiendo de su rol en el proceso de enllantaje. Para esta etapa lo que se hizo es documentar el mapa de flujo del proceso mejorado, este está detallado paso a paso e indica que trabajador es el encargado de cada una de las actividades que con lleva todo este proceso. A continuación, se indica el diagrama de flujos que se lo implemento anteriormente en la fase de mejora.

Figura N.- 17 Diagrama de flujo actual (mejorado)



Elaborado por: David Durán

Por medio del anterior diagrama de flujos, lo que se busca es que el proceso de enllantaje se realice de acuerdo a lo establecido en las etapas anteriores y que cumpla con los requisitos del cliente.

6 Cronograma de las propuestas de mejora para el proceso de enllantaje

Se realizó un cronograma para la aplicación de las diferentes propuestas de mejora para el proceso de enllantaje de la empresa Llantas Illescas, que se lo detalla a continuación:

Tabla N.- 22 Cronograma

CRONOGRAMA PARA LLANTAS ILLESCAS				
Implementación de herramienta para mejora continua	Actividades a realizar	Ejecutador	Tiempo de ejecución	Fecha de implementación
Aplicación de la Herramienta 5 "S" Primera Etapa (<i>Seiri</i>)	Para esta etapa se seleccionará y clasificará dependiendo de la frecuencia de uso, todos los artículos que son parte del proceso de enllantaje, es decir, todas las herramientas, gatas, llantas, máquinas, entre otros.	Lcdo. David Durán	16 Horas	13/08/2022 14/08/2022
Aplicación de la Herramienta 5 "S" Segunda Etapa (<i>Seiton</i>)	Para esta etapa vamos a ordenar los artículos que sean necesarios para el proceso de enllantaje, los etiquetaremos para garantizar un orden y contabilización adecuada, por último, organizaremos el área de trabajo para una mayor eficiencia.	Lcdo. David Durán	15 Horas	16/08/2022 17/08/2022
Aplicación de la Herramienta 5 "S" Tercera Etapa (<i>Seiso</i>)	Para esta etapa vamos a implementar un formulario que nos servirá para llevar el control de limpieza y orden del área de trabajo donde se realiza el proceso de enllantaje, este formulario estará a cargo del Jefe de Mecánicos	Lcdo. David Durán	4 Horas	19/8/2022

Aplicación de la Herramienta 5 "S" Cuarta Etapa (<i>Seiketsu</i>)	Para esta etapa implementaremos un formulario que servirá para monitorear el control de limpieza y orden que lo ejecuta el jefe de Mecánicos, un formulario de control de cantidad de artículos el cual se encargará el Gerente General, por último, realizaremos un nuevo diagrama de flujos en donde se verá detalle las actividades después de las mejoras mencionadas anteriormente.	Lcdo. David Durán	10 Horas	20/8/2022
Aplicación de la Herramienta 5 "S" Quinta Etapa (<i>Shitzuke</i>)	Para esta etapa implementaremos un formulario de auditoría en una hoja de Excel que nos permitirá llevar un control de cumplimiento de las etapas anteriores de una manera correcta o incorrecta por medio de una presentación de resultados	Lcdo. David Durán	9 Horas	21/8/2022

Elaborado por: David Durán

7 Conclusiones y recomendaciones

7.1 Conclusiones

Se establecen las conclusiones en función a los objetivos específicos que se plantearon en el apartado 3.3.1, a continuación, se muestran las conclusiones consolidadas de todo este proyecto:

- Se identificó que la principal causa que generaba un tiempo de entrega prolongado era que el en macroproceso de enllantaje se tenía una gran cantidad de desperdicios, el cual estaban relacionados al tiempo de ciclo y tiempo de espera, una vez que se aplicó la propuesta de mejora logramos disminuir el tiempo de entrega en un 65.48%.
- Al realizar el *Value Stream Mapping* del proceso inicial se identificó que el cuello de botella del macroproceso de enllantaje era el proceso de armado ya que tenía un tiempo de ciclo de 29 minutos, después de aplicar la propuesta de mejora este proceso se redujo a 13 minutos.

- Se estableció una propuesta de mejora para el macroproceso de enllantaje de la empresa Llantas Illescas, basada en la aplicación de la metodología DMAIC donde se cumplió con los requisitos de los clientes haciendo que el tiempo de entrega del proceso de enllantaje sea menor a 45 minutos.
- Se elaboró y aplicó el cronograma de la metodología DMAIC para la empresa Llantas Illescas generando una reducción del 65% en el tiempo de entrega.

7.2 Recomendaciones

Basándonos en las conclusiones expuestas en el apartado 7.1, se generan las siguientes recomendaciones:

- Dar cumplimiento a las explicaciones que se dieron en la aplicación de la metodología DMAIC según el cronograma.
- Mantener una disciplina constante para poder asegurar que esta mejora que se aplicó siga cumpliendo con los requisitos del cliente.
- Realizar un nuevo estudio al transcurrir como mínimo un año después de la aplicación de la metodología DMAIC para poder evidenciar la propuesta de mejora mediante un análisis financiero.

Referencias bibliográficas

- *¿En qué consisten las estrategias Push y Pull?* (s/f). Edu.pe. Recuperado el 19 de abril de 2022, de <https://www.esan.edu.pe/conexion-esan/consisten-estrategias-push-pull>
- *Población, total - Ecuador.* (s/f). Bancomundial.org. Recuperado el 19 de abril de 2022, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.pop.totl?locations=EC>
- *Población, total - Ecuador.* (s/f). Bancomundial.org. Recuperado el 19 de abril de <https://datos.bancomundial.org/indicador/sp.pop.totl?locations=EC>
- *Boletín Sector Automotor en Cifras.* (s/f). Aeade.net. Recuperado el 19 de abril de 2022, de <https://www.aeade.net/boletin-sector-automotor-en-cifras/>
- *Cómo leer las marcas de los flancos de un neumático.* (s/f). Dunlop.eu. Recuperado el 20 de abril de 2022, de https://www.dunlop.eu/es_es/consumer/learn/how-to-read-your-tire-sidewall-markings.html
- (S/f). Trademap.org. Recuperado el 20 de abril de 2022, de https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c218%7c%7c%7c4011%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1
- *Todo sobre la Gestión por Procesos (Parte I).* (s/f). Sinap-sys.com. Recuperado el 22 de abril de 2022, de <https://www.sinap-sys.com/es/content/todo-sobre-la-gestion-por-procesos-parte-i>

- *Qué es IDEF - Definición, Métodos, y Beneficios.* (s/f). Edrawsoft.com. Recuperado el 22 de abril de 2022, de <https://www.edrawsoft.com/es/what-is-idef.html>
- Agile, I. (2020, diciembre 31). Lean Thinking. 5 principios de Lean. *Instituto Agile*. <https://www.institutoagile.com/post/lean-thinking-5-principios-de-lean>
- Berganzo, J. (2016, noviembre 7). *Las “5 eses” para ser más productivo · Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke.* Sistemas OEE - Technology to Improve. <https://www.sistemasoe.com/implantar-5s/>
- *VSM, value stream mapping – lean solutions.* (s/f). Leansolutions.co. Recuperado el 26 de abril de 2022, de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>
- *Diagrama de Causa-Efecto.* (s/f). Aec.es. Recuperado el 27 de abril de 2022, de <https://www.aec.es/web/guest/centro-conocimiento/diagrama-de-causa-efecto>
- Socconini, L (2015). Lean Six Sigma Green Belt para la excelencia en los negocios. Barcelona: Lean Six Sigma Institute, S.C

ANEXOS

Anexo 1. Muestreo de Datos

Muestreo de Datos									
Proceso	Enlantaje								
Fecha Estudio	30/06/2022 al 05/08/2022								
Hora Inicio	8:00 a. m.	Hora Fin			6:00 p. m.				
Número de Muestreo	Tarea/Actividades (Minutos)								
	Proceso Elección	Proceso Elevado	Proceso Extracción	Proceso Armado	Proceso Colocación	Proceso Bajado	Proceso Cobro	Tiempo total de cada proceso	
1	10	3	20	28	15	4	10	90	
2	9	5	18	30	13	6	9	90	
3	11	4	21	27	16	4	11	94	
4	8	3	25	26	14	5	9	90	
5	9	4	22	27	15	6	8	91	
6	10	4	20	30	14	5	10	93	
7	8	5	19	31	13	5	10	91	
8	11	3	19	28	13	4	9	87	
9	10	2	24	29	12	6	7	90	
10	10	5	22	29	15	7	9	97	
Promedio	10	4	21	29	14	5	9	91	

Anexo 2. Tiempos de espera entre Subprocesos

Tiempo Promedio (minutos)				0:04:49		
Fecha de comienzo Proceso Elección		Fecha ingreso al Proceso Elevado		Tiempo total de proceso de elección al proceso de elevado	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de elección al proceso de elevado
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
30/6/2022	10:30:06	30/6/2022	10:45:07	0:15:01	0:10:00	0:05:01
8/7/2022	14:10:15	8/7/2022	14:25:03	0:14:48		0:04:48
13/7/2022	11:22:05	13/7/2022	11:37:00	0:14:55		0:04:55
14/7/2022	8:36:23	14/7/2022	8:51:18	0:14:55		0:04:55
22/7/2022	12:57:27	22/7/2022	13:13:10	0:15:43		0:05:43
22/7/2022	9:07:28	22/7/2022	9:21:48	0:14:20		0:04:20
20/7/2022	15:07:10	20/7/2022	15:21:54	0:14:44		0:04:44
29/7/2022	9:37:48	29/7/2022	9:52:01	0:14:13		0:04:13
4/8/2022	10:46:17	4/8/2022	11:00:57	0:14:40		0:04:40
5/8/2022	12:23:10	5/8/2022	12:38:01	0:14:51		0:04:51

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:01:05		
Fecha de comienzo Proceso Elevado		Fecha ingreso al Proceso Extracción		Tiempo total de proceso de elevado al proceso de extracción	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de elevado al proceso de extracción
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
30/6/2022	10:45:07	30/6/2022	10:50:09	0:05:02	0:04:00	0:01:02
8/7/2022	14:25:03	8/7/2022	14:30:18	0:05:15		0:01:15
13/7/2022	11:37:00	13/7/2022	11:41:50	0:04:50		0:00:50
14/7/2022	8:51:18	14/7/2022	8:56:21	0:05:03		0:01:03
22/7/2022	13:13:10	22/7/2022	13:18:13	0:05:03		0:01:03
22/7/2022	9:21:48	22/7/2022	9:26:48	0:05:00		0:01:00
20/7/2022	15:21:54	20/7/2022	15:26:57	0:05:03		0:01:03
29/7/2022	9:52:01	29/7/2022	9:57:17	0:05:16		0:01:16
4/8/2022	11:00:57	4/8/2022	11:06:07	0:05:10		0:01:10
5/8/2022	12:38:01	5/8/2022	12:43:12	0:05:11		0:01:11

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:06:07		
Fecha de comienzo Proceso Extracción		Fecha ingreso al Proceso de Armado		Tiempo total de proceso de extracción al proceso de Armado	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de extracción al proceso de Armado
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
30/6/2022	10:50:09	30/6/2022	11:17:21	0:27:12	0:21:00	0:06:12
8/7/2022	14:30:18	8/7/2022	14:57:04	0:26:46		0:05:46
13/7/2022	11:41:50	13/7/2022	12:08:21	0:26:31		0:05:31
14/7/2022	8:56:21	14/7/2022	9:23:49	0:27:28		0:06:28
22/7/2022	13:18:13	22/7/2022	13:45:27	0:27:14		0:06:14
22/7/2022	9:26:48	22/7/2022	9:53:29	0:26:41		0:05:41
20/7/2022	15:26:57	20/7/2022	15:54:02	0:27:05		0:06:05
29/7/2022	9:57:17	29/7/2022	10:24:33	0:27:16		0:06:16
4/8/2022	11:06:07	4/8/2022	11:33:29	0:27:22		0:06:22
5/8/2022	12:43:12	5/8/2022	13:10:48	0:27:36		0:06:36

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:05:55		
Fecha de comienzo Proceso Armado		Fecha ingreso al Proceso de Colocación		Tiempo total de proceso de Armado al proceso de Colocación	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de Armado al proceso de Colocación
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
30/6/2022	11:17:21	30/6/2022	11:52:14	0:34:53	0:29:00	0:05:53
8/7/2022	14:57:04	8/7/2022	15:32:06	0:35:02		0:06:02
13/7/2022	12:08:21	13/7/2022	12:42:44	0:34:23		0:05:23
14/7/2022	9:17:21	14/7/2022	9:52:38	0:35:17		0:06:17
22/7/2022	13:43:13	22/7/2022	14:18:21	0:35:08		0:06:08
22/7/2022	9:55:48	22/7/2022	10:30:42	0:34:54		0:05:54
20/7/2022	15:55:57	20/7/2022	16:31:08	0:35:11		0:06:11
29/7/2022	10:26:17	29/7/2022	11:00:46	0:34:29		0:05:29
4/8/2022	11:35:07	4/8/2022	12:10:16	0:35:09		0:06:09
5/8/2022	13:12:12	5/8/2022	13:46:59	0:34:47		0:05:47

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:01:02		
Fecha de comienzo Proceso Colocación		Fecha ingreso al Proceso de bajado		Tiempo total de proceso de Colocación al proceso de Bajado	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de Colocación al proceso de Bajado
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
30/6/2022	11:52:14	30/6/2022	12:07:18	0:15:04	0:14:00	0:01:04
8/7/2022	15:32:06	8/7/2022	15:47:03	0:14:57		0:00:57
13/7/2022	12:42:44	13/7/2022	12:57:50	0:15:06		0:01:06
14/7/2022	9:52:38	14/7/2022	10:07:50	0:15:12		0:01:12
22/7/2022	14:18:21	22/7/2022	14:33:15	0:14:54		0:00:54
22/7/2022	10:30:42	22/7/2022	10:45:34	0:14:52		0:00:52
20/7/2022	16:31:08	20/7/2022	16:46:19	0:15:11		0:01:11
29/7/2022	11:00:46	29/7/2022	11:15:55	0:15:09		0:01:09
4/8/2022	12:10:16	4/8/2022	12:25:14	0:14:58		0:00:58
5/8/2022	13:46:59	5/8/2022	14:01:55	0:14:56		0:00:56

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:02:00		
Fecha de comienzo Proceso Bajado		Fecha ingreso al Proceso de Cobro		Tiempo total de proceso de Bajado al proceso de Cobro	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de Bajado al proceso de Cobro
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
30/6/2022	12:07:18	30/6/2022	12:14:21	0:07:03	0:05:00	0:02:03
8/7/2022	15:47:03	8/7/2022	15:54:00	0:06:57		0:01:57
13/7/2022	12:57:50	13/7/2022	13:04:45	0:06:55		0:01:55
14/7/2022	10:07:50	14/7/2022	10:15:02	0:07:12		0:02:12
22/7/2022	14:33:15	22/7/2022	14:40:14	0:06:59		0:01:59
22/7/2022	10:45:34	22/7/2022	10:52:39	0:07:05		0:02:05
20/7/2022	16:46:19	20/7/2022	16:53:11	0:06:52		0:01:52
29/7/2022	11:15:55	29/7/2022	11:22:45	0:06:50		0:01:50
4/8/2022	12:25:14	4/8/2022	12:32:23	0:07:09		0:02:09
5/8/2022	14:01:55	5/8/2022	14:08:49	0:06:54		0:01:54

Elaborado por: David Durán

Anexo 3. Muestreo de Datos Proceso Mejorado

Muestreo de Datos						
Proceso Mejorado	Enllantaje					
Fecha Estudio	22/08/2022 al 02/09/2022					
Hora Inicio	8:00 a. m.	Hora Fin			5:00 p. m.	
Número de Muestreo	Tarea/Actividades (Minutos)					
	Proceso Elección	Proceso Elevado Y Extracción	Proceso de Armado	Proceso de Colocación	Proceso Cobro	Tiempo total de cada proceso
1	3	5	12	7	5	32
2	8	7	13	6	2	36
3	6	5	11	7	3	32
4	4	6	15	5	2	32
5	3	5	14	6	5	33
6	3	5	12	4	2	26
7	4	7	13	4	3	31
8	6	5	9	5	4	29
9	3	4	12	4	2	25
10	4	5	14	6	2	31
Promedio	4	5	13	5	3	31

Anexo 4. Tiempos de espera entre Subprocesos del proceso Mejorado

Tiempo Promedio (minutos)				0:03:02		
Fecha de comienzo Proceso Elección		Fecha ingreso al Proceso Elevado y Extracción		Tiempo total de proceso de elección al proceso de elevado y extracción	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de elección al proceso de elevado y extracción
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
22/8/2022	9:15:18	22/8/2022	9:22:16	0:06:58	0:04:00	0:02:58
23/8/2022	12:17:37	23/8/2022	12:24:20	0:06:43		0:02:43
24/8/2022	14:47:33	24/8/2022	14:54:50	0:07:17		0:03:17
25/8/2022	10:44:17	25/8/2022	10:51:21	0:07:04		0:03:04
26/8/2022	15:18:22	26/8/2022	15:24:57	0:06:35		0:02:35
29/8/2022	11:52:43	29/8/2022	11:59:52	0:07:09		0:03:09
30/8/2022	13:40:16	30/8/2022	13:47:07	0:06:51		0:02:51
31/8/2022	12:41:06	31/8/2022	12:48:28	0:07:22		0:03:22
1/9/2022	8:30:45	1/9/2022	8:37:47	0:07:02		0:03:02
2/9/2022	9:10:49	2/9/2022	9:18:13	0:07:24		0:03:24

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:02:01		
Fecha de comienzo del Proceso Elevado y Extracción		Fecha ingreso al Proceso Armado		Tiempo total de proceso de elevado y extracción al Proceso de Armado	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de elevado y extracción al proceso de Armado
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
22/8/2022	9:22:18	22/8/2022	9:29:15	0:06:57	0:05:00	0:01:57
23/8/2022	12:24:20	23/8/2022	12:31:37	0:07:17		0:02:17
24/8/2022	14:54:50	24/8/2022	15:01:37	0:06:47		0:01:47
25/8/2022	10:51:21	25/8/2022	10:58:26	0:07:05		0:02:05
26/8/2022	15:24:57	26/8/2022	15:31:56	0:06:59		0:01:59
29/8/2022	11:59:52	29/8/2022	12:07:10	0:07:18		0:02:18
30/8/2022	13:47:07	30/8/2022	13:54:00	0:06:53		0:01:53
31/8/2022	12:48:28	31/8/2022	12:55:13	0:06:45		0:01:45
1/9/2022	8:37:47	1/9/2022	8:44:40	0:06:53		0:01:53
2/9/2022	9:18:13	2/9/2022	9:25:28	0:07:15		0:02:15

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:02:00		
Fecha comienzo del Proceso Armado		Fecha ingreso al proceso de Colocación		Tiempo total del proceso de Armado al proceso de Colocación	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de Armado al proceso de Colocación
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
22/8/2022	9:29:15	22/8/2022	9:44:33	0:15:18	0:13:00	0:02:18
23/8/2022	12:31:37	23/8/2022	12:46:36	0:14:59		0:01:59
24/8/2022	15:01:37	24/8/2022	15:16:40	0:15:03		0:02:03
25/8/2022	10:58:26	25/8/2022	11:13:22	0:14:56		0:01:56
26/8/2022	15:31:56	26/8/2022	15:47:04	0:15:08		0:02:08
29/8/2022	12:07:10	29/8/2022	12:21:54	0:14:44		0:01:44
30/8/2022	13:54:00	30/8/2022	14:09:01	0:15:01		0:02:01
31/8/2022	12:55:13	31/8/2022	13:10:05	0:14:52		0:01:52
1/9/2022	8:44:40	1/9/2022	8:59:50	0:15:10		0:02:10
2/9/2022	9:25:28	2/9/2022	9:40:19	0:14:51		0:01:51

Elaborado por: David Durán

Tiempo Promedio (minutos)				0:02:03		
Fecha comienzo del Proceso Colocación		Fecha ingreso al proceso de Cobro		Tiempo total del proceso de Colocación al proceso de Cobro	Tiempo de ciclo (min)	Tiempo de espera entre el proceso de Colocación al proceso de Cobro
Fecha	Hora	Fecha	Hora			
22/8/2022	9:44:33	22/8/2022	9:51:47	0:07:14	0:05:00	0:02:14
23/8/2022	12:46:36	23/8/2022	12:53:38	0:07:02		0:02:02
24/8/2022	15:16:40	24/8/2022	15:23:37	0:06:57		0:01:57
25/8/2022	11:13:22	25/8/2022	11:20:34	0:07:12		0:02:12
26/8/2022	15:47:04	26/8/2022	15:53:53	0:06:49		0:01:49
29/8/2022	12:21:54	29/8/2022	12:29:08	0:07:14		0:02:14
30/8/2022	14:09:01	30/8/2022	14:16:02	0:07:01		0:02:01
31/8/2022	13:10:05	31/8/2022	13:17:04	0:06:59		0:01:59
1/9/2022	8:59:50	1/9/2022	9:06:47	0:06:57		0:01:57
2/9/2022	9:40:19	2/9/2022	9:47:24	0:07:05		0:02:05

Elaborado por: David Durán