



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Estudios de Postgrado
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER AUTOMOTRIZ EN UNA EMBOTELLADORA DE
BEBIDAS CARBONATADAS, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

Ing. Alvaro Luis Pérez Fernández

Asesorado por el MA. Carlos Ernesto Nájera Coronado

Guatemala, enero de 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA
PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER AUTOMOTRIZ EN UNA EMBOTELLADORA DE
BEBIDAS CARBONATADAS, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ING. ALVARO LUIS PÉREZ FERNÁNDEZ

ASESORADO POR EL MA. CARLOS ERNESTO NÁJERA CORONADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL

GUATEMALA, ENERO DE 2022

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martinez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

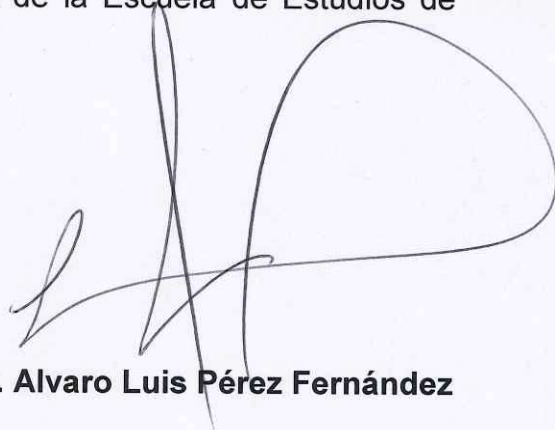
DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
DIRECTOR	Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADORA	Dra. Aura Marina Rodríguez Pérez
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER AUTOMOTRIZ EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Postgrado, con fecha 29 de abril de 2019.



A handwritten signature in black ink, consisting of several loops and a long horizontal stroke, positioned above the printed name.

Ing. Alvaro Luis Pérez Fernández

LNG.DECANATO.OI.009.2022

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER AUTOMOTRIZ EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA**, presentado por: **Alvaro Luis Pérez Fernández**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, enero de 2022

AACE/gaoc



Guatemala, enero de 2022

LNG.EEP.OI.009.2022

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

“UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER AUTOMOTRIZ EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS, UBICADA EN LA CIUDAD DE GUATEMALA”

presentado por **Alvaro Luis Pérez Fernández** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial** ; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería



Guatemala, 04 de noviembre de 2021

Maestro
Edgar Darío Álvarez Cotí
Director Escuela de Estudios de Postgrado
Presente.

Estimado Mtro. Álvarez:

Por este medio le informo que he revisado y aprobado el Informe Final de graduación titulado: **“UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS”**. De la estudiante **ALVARO LUIS PÉREZ FERNÁNDEZ** del programa de Maestría en Artes en Gestión Industrial.

Con base en la evaluación realizada hago constar la originalidad, calidad, validez, pertinencia y coherencia según lo establecido en el Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobados por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014. Cumpliendo tanto en su estructura como en su contenido, por lo cual el protocolo evaluado cuenta con mi aprobación.

Atentamente,

“Id y Enseñad a Todos”



Mtro. Carlos Humberto Aroche
Coordinador de Maestría
Gestión Industrial – Fin de Semana

Guatemala 21 de Octubre de 2021

M.A. Ing. Edgar Alvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrados
Presente

Estimado M.A. Ing. Edgar Alvarez Cotí:

En mi calidad como asesor del ingeniero **Alvaro Luis Pérez Fernández**, del programa de **Maestría en Gestión Industria**, identificado con numero de carné **200714306** luego de haber revisado, procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del trabajo de graduación titulado: **“UTILIZACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN MANUFACTURING PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE UN TALLER AUTOMOTRIZ EN UNA EMBOTELLADORA DE BEBIDAS CARBONATADAS”**.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.

Atentamente,



M.A. Ing. Carlos Ernesto Nájera Coronado

Colegiado 13589

Asesor de Tesis

Carlos Ernesto
Nájera Coronado
INGENIERO INDUSTRIAL
Colegiado No. 13589

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser mi guía y por brindarme la sabiduría e inteligencia para alcanzar una más de mis metas.
- Mi esposa** Nora Lisseth Escoto Melgar, por apoyarme e impulsarme para cumplir este sueño.
- Mis padres** Por haberme traído al mundo y guiado a través de él. Mi eterno agradecimiento por su apoyo para hacer realidad este sueño.
- Mis hermanos** Eduardo y Andrea Pérez Fernández, por su apoyo y compañía durante mi vida.
- Mis abuelos** Alvaro Eduardo Pérez Gálvez, Ana Josefina Contreras Roca (q.e.p.d.) y Herlinda Salazar de Salazar (q.e.p.d.), por sus sabias enseñanzas y consejos durante toda mi vida.
- Familia y amigos** Por haberme acompañado durante la carrera.

AGRADECIMIENTOS A:

Dios	Por darme la vida y salud para cumplir este sueño.
Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser el alma mater que me permitió nutrirme de conocimientos.
Facultad de Ingeniería	Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación.
Mi asesor	M.A. Ing. Carlos Ernesto Nájera Coronado, por haberme guiado durante el trabajo de graduación.
Mis amigos de la Facultad	Por apoyarme a seguir adelante en mi carrera.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	XIII
OBJETIVOS.....	XVII
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO	XIX
INTRODUCCIÓN	XXI
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Estudios previos	1
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Embotelladora de bebidas	5
2.1.1. Definición de bebida carbonatada	6
2.1.2. Estructura de una empresa de bebidas carbonatadas	7
2.1.2.1. Área de operaciones.....	7
2.1.2.2. Área administrativa	8
2.1.2.3. Área comercial.....	9
2.1.3. Taller automotriz	13
2.1.3.1. Función de un taller automotriz.....	14
2.1.3.2. Organigrama de un taller automotriz ...	15
2.2. Productividad.....	19
2.2.1. Limitantes de la productividad	22

	2.2.1.1.	Sobrecarga o muri	22
	2.2.1.2.	Variabilidad o mura	23
	2.2.1.3.	Desperdicio o muda	24
	2.2.2.	Factores para mejorar la productividad	26
2.3.		Lean Manufacturing.....	26
	2.3.1.	Diagnóstico de <i>Lean Manufacturing</i>	27
	2.3.1.1.	Estrategia Hoshin Kanri.....	28
	2.3.2.	Conocimiento detallado de los procesos.....	29
	2.3.2.1.	Mapeo de valor.....	29
	2.3.3.	Herramientas básicas.....	29
	2.3.3.1.	Eventos Kaizen para aplicar mejoras al proceso.....	30
	2.3.3.2.	Las 5´s para orden y limpieza	30
	2.3.3.3.	Control visual.....	31
	2.3.4.	Herramientas de mejora de efectividad en los equipos.....	32
	2.3.4.1.	Mantenimiento productivo total.....	33
	2.3.5.	Herramientas para mejorar la calidad	34
	2.3.5.1.	A prueba de errores poka yoke	34
	2.3.5.2.	Solución de problemas con las 8 disciplinas.....	35
	2.3.6.	Integración y control de la información.....	36
	2.3.6.1.	Trabajo estándar	36
3.		DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN	37
	3.1.	Fase 1	37
	3.2.	Fase 2	37
	3.3.	Fase 3	38
	3.4.	Fase 4	38

4.	PRESENTACIÓN DE RESULTADOS	39
4.1.	Identificación de procesos y procedimientos internos del taller automotriz a mejorar	39
4.2.	Análisis de factores que provocan retrasos y tiempos muertos en el taller automotriz	46
4.3.	Indicadores clave de desempeño	64
5.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	69
5.1.	Identificación de procesos y procedimientos que se deben de mejorar	69
5.2.	Factores que provocan retrasos y tiempos muertos en el taller automotriz	70
5.3.	Indicadores de desempeño del taller automotriz	73
	CONCLUSIONES	75
	RECOMENDACIONES	77
	REFERENCIAS	79
	APÉNDICES	87

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Organigrama de un taller automotriz.....	16
2.	Tiempo efectivo de taller	40
3.	Atención averías en ruta	41
4.	Bodega de repuestos	42
5.	Formato de registro resultados BHM	44
6.	Resultados de auditorías BHM para taller automotriz	45
7.	Proceso original para el abastecimiento de combustible	48
8.	Proceso propuesto para el abastecimiento de combustible	50
9.	Tabulación de flota de reparto con capacidad de tanque.....	51
10.	Plan de abastecimiento de combustible.....	52
11.	Etiquetas para abastecimiento de combustible.....	54
12.	Estanterías ordenadas y etiquetadas por familia	56
13.	Matriz de repuestos de taller	57
14.	Eventos Kaizen	58
15.	Conos para descarga de camiones	59
16.	Depuración de repuestos bajo filosofía de las 5´s.....	60
17.	Ordenamiento de piezas por código de color.....	61
18.	Estantería para almacenamiento de llantas	62
19.	Limpieza de pisos del taller automotriz	63
20.	Resultados de la estandarización de orden y limpieza	64
21.	Indicador de cumplimiento de plan de combustible.....	65
22.	Gráfico de cumplimiento de plan de combustible.....	65
23.	Resultados de la estandarización de orden y limpieza	66

24.	Pago de horas extras taller automotriz	67
25.	Tiempo efectivo de taller con mejoras implementadas	68

TABLAS

I.	Vehículos utilizados por una embotelladora	12
II.	Los 7 desperdicios de la productividad	25
III.	Cómo combatir las seis grandes pérdidas en los equipos	34

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
=	Igual
%	Porcentaje
-	Resta
+	Suma

GLOSARIO

Análisis de valor	Evaluación de las operaciones de un proceso para detectar y cuantificar actividades que agregan valor y determinar su contribución en el tiempo total de entrega.
Andon	Término japonés que significa lámpara y representa una señal visual o auditiva que permite detectar un problema de calidad en el proceso, el estatus del proceso o reconocer rápidamente una situación anormal.
Cinco s (5´ s)	Disciplina para establecer condiciones de orden y limpieza en cualquier área de trabajo.
Gemba	Término japonés que significa lugar de los hechos.
Heijunka	Nivelación de la producción al ritmo de la demanda del cliente final.
Jidoka	Término japonés que significa automatización. Es un dispositivo que permite que la máquina detecte y avise sobre algún problema en el producto.

<i>Just in Time</i>	Sistema de producción que consiste en fabricar lo que se necesita, cuando se necesita y en la cantidad que se necesita.
Kaizen	Significa mejora continua y consiste en realizar eventos de mejora para implementar las herramientas <i>Lean</i> .
<i>Lean Manufacturing</i>	Proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio.
Matriz FODA	Herramienta que permite conformar un cuadro de la situación actual del objeto de estudio permitiendo de esta manera obtener un diagnóstico preciso que permite, en función de ello, tomar decisiones acordes con los objetivos y políticas formulados.
Productividad	Relación de las salidas de un proceso y sus entradas.
TPM	Filosofía de mantenimiento cuyo objetivo es eliminar las pérdidas en producción manteniendo los equipos en disposición para producir a su capacidad máxima productos de la calidad esperada, sin paradas no programadas.
Valor agregado	Cualquier actividad que transforme un producto o servicio para satisfacer la necesidad del cliente.

RESUMEN

El propósito de la investigación era mejorar la productividad del taller automotriz de una embotelladora de bebidas carbonatadas, por medio del análisis e identificación de las causas que provocaban retrasos e implementar mejoras a los procesos aplicando las herramientas y principios de la metodología *Lean Manufacturing*.

El problema que se detectó dentro del taller automotriz es que el tiempo de reparación de los camiones es muy prolongado y no se cuenta con una fecha estimada de salida, lo que genera insatisfacción en los clientes internos. Esto se deriva del tiempo invertido en realizar actividades que no agregan valor y no son percibidas por el cliente, como lo son la atención de averías en ruta y la búsqueda de repuestos o insumos para realizar las reparaciones.

El alcance de la investigación cubre por sus beneficios al departamento de taller automotriz y al área comercial de la compañía; la investigación propuesta se realizó bajo un diseño no experimental, con un tipo de estudio y alcance descriptivo, con un enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo), dado que se trabajó bajo variables numéricas o estadísticas y de observación, en donde se analizó la gestión de mantenimiento.

Los principales resultados obtenidos con la utilización de la metodología *Lean Manufacturing* dentro del taller automotriz, fue el mejoramiento de la productividad del taller automotriz por medio de la identificación y mejora de aquellos procesos que estaban generando más retrasos, esto se tradujo en

mayor tiempo para realizar actividades de mantenimiento y generó beneficios al área, lo que se tradujo en satisfacción del cliente interno.

Con la utilización de las distintas herramientas ofrecidas por la metodología *Lean Manufacturing*, se obtuvo una mejora en la productividad del taller automotriz del 40 %.

Se recomienda implementar la metodología *Lean Manufacturing* dentro de todas las áreas de la embotelladora de bebidas carbonatadas, derivado de los resultados obtenidos en el taller y tomando en cuenta que los costos de implementación no son altos, pero estando conscientes que se requiere disciplina constante y una cultura de mejora continua.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Problema

El problema detectado en su oportunidad fue que el taller no contaba con procedimientos estandarizados, estudio de tiempos e indicadores de eficiencia, lo que generaba incertidumbre en los tiempos de trabajo y no se tenía un tiempo estimado de salida de las unidades de taller.

- Descripción del problema

La embotelladora de bebidas carbonatadas es parte del distribuidor más grande del mundo, de los diferentes tipos de bebidas de una marca líder en el mercado. En Guatemala, cuentan con una planta de producción y siete centros de distribución, desde donde se distribuyen las diferentes bebidas a todo el país. La empresa cuenta con un taller automotriz propio, en el cual se brindan servicios preventivos y correctivos a la flota de distribución.

El taller automotriz, es una parte esencial del departamento de transportes, quienes son los encargados de garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la flota de reparto, la cual es vital para cumplir con el programa de entrega de pedidos a los clientes. Por política de la empresa, el departamento de transportes cuenta con un 10 % del total del parque vehicular de camiones asignados como comodines de mantenimiento, los comodines son utilizados como sustitutos de los camiones titulares de ruta, mientras estos se encuentran en alguna reparación en el taller automotriz.

El problema que se detectó dentro del taller automotriz, es que la estadía de los camiones titulares de ruta en el taller es demasiado prolongada y no se cuenta con una fecha estimada de salida, lo que genera descontento en las tripulaciones de reparto. Esto también se deriva a raíz de que los camiones que se tienen como comodines de mantenimiento, no son de las mismas características que los camiones titulares de ruta.

Dentro del taller automotriz, cada mecánico realiza las tareas asignadas como mejor le parezca según su experiencia. No se cuenta con procedimientos estandarizados, tampoco se tienen indicadores para medir eficiencia del área, solo se llevan indicadores financieros y de rendimiento de flota. Derivado de esto, los camiones están por tiempos prolongados en el área, lo que conlleva a saturación de pendientes y esto a su vez se traduce en que la mayoría de los trabajos que se realicen sean de carácter correctivo y no preventivo.

- Formulación del problema

El estudio planteado se orientó hacia la búsqueda de respuestas a las preguntas siguientes:

- Pregunta Central

¿Cómo mejorar la productividad de un taller automotriz por medio de la utilización de la metodología *Lean Manufacturing* en una embotelladora de bebidas carbonatadas?

- Preguntas de Investigación

- ¿Cuáles son los factores que provocan retrasos en el taller automotriz?
- ¿Cómo están los procesos y procedimientos en el taller automotriz?
- ¿Qué indicadores clave de desempeño y nuevos procesos deben implementarse para mejorar la productividad en el taller automotriz?

OBJETIVOS

General

Adaptar la utilización de la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad de un taller automotriz en una embotelladora de bebidas carbonatadas.

Específicos

1. Analizar los factores que provocan retrasos y tiempos muertos en el taller automotriz.
2. Identificar los procesos y procedimientos internos del taller automotriz que se deben mejorar.
3. Mejorar los indicadores clave de desempeño en el taller automotriz utilizando la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar la productividad en un 25 %.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

La investigación propuesta se realizó bajo un diseño no experimental debido a que no se hizo uso de laboratorios para la manipulación de variables, se realizó bajo un enfoque mixto, dado que se trabajó utilizando una combinación de técnicas empleadas en los enfoques cuantitativo y cualitativo.

La investigación fue desarrollada con un alcance y tipo de estudio descriptivo, debido a que a través de la medición de uno o más de sus atributos se logró describir las características y los pasos de los procesos seleccionados que se realizan en el taller automotriz de la embotelladora de bebidas carbonatadas, además se realizó un análisis de resultados obtenidos y se plantearon mejoras con el objetivo de incrementar la productividad del área utilizando la metodología *Lean Manufacturing*.

Para la presente investigación se utilizaron variables de tipo cuantitativo para encontrar una relación entre el tiempo empleado para cada actividad y determinar cuáles de estas actividades agregan valor al servicio que se brinda.

Los indicadores utilizados en la presente investigación son de tipo cuantitativo, debido a que se midió la productividad por cada subárea o estación de trabajo, cantidad de auxilios mecánicos atendidos en ruta, el tiempo empleado en realizar una tarea, insumos y consumibles empleados, entre otros.

La presente investigación se llevó a cabo en 4 fases, con el fin analizar la situación del taller automotriz, a través recolección de datos e información que

fueron utilizados para formular propuestas de mejora para cumplir con los objetivos previamente establecidos.

- Fase 1: Revisión documental

Esta fase corresponde a la revisión documental necesaria para sustentar la presente investigación y el fenómeno bajo estudio, en esta fase se evaluaron antecedentes del problema y métodos utilizados para la resolución, así como también el marco teórico relacionado con el mismo.

- Fase 2: Diagnóstico situacional

En la etapa de recopilación de información se emplearon técnicas como la observación directa y análisis de datos históricos, posteriormente la información obtenida se tabuló en hojas de registro.

- Fase 3: Análisis factores que generan retrasos

En esta fase se realizó una evaluación de las condiciones de trabajo, un paso importante para mejorar los métodos y tiempos de trabajo en cualquier área es tener las condiciones laborales que permitan a los colaboradores desempeñarse de la mejor forma posible.

- Fase 4: Diseño de indicadores de procesos

En esta fase se establecieron las mejoras a implementar en los procesos de las estaciones de trabajo del taller automotriz, así como también se establecieron los indicadores para medir el desempeño de los colaboradores y la productividad del taller automotriz.

INTRODUCCIÓN

Esta investigación propone la estandarización de los procesos y la mejora de los indicadores de productividad del taller automotriz de una industria embotelladora de bebidas carbonatadas. Dicho taller es parte fundamental del área de transportes y está destinado a dar mantenimiento preventivo y correctivo a la flota de camiones de reparto, los cuales son utilizados para entregar en los puntos de venta los diferentes tipos de producto que ofrece la compañía.

El problema del taller automotriz radica en la ausencia de procedimientos establecidos para realizar cada tarea, esto ocasiona incertidumbre a la hora de realizar las reparaciones, acumulación y atraso en los trabajos asignados y genera malestar en los clientes internos.

Es importante contar con procesos estandarizados, debido a que esto implica una secuencia de normas claras y precisas para realizar determinada tarea, independientemente de quien la realice. También permite establecer tiempos estándares de trabajo para cada actividad de mantenimiento, lo que se traduce en visibilidad para el cliente de la estadía de su camión en taller.

Entre los beneficios se encuentra la mejora a la productividad del taller automotriz, pues al estandarizar procesos, eliminar actividades que no agregan valor y reducir costos de operación se logra obtener un servicio de calidad para los clientes y ahorros en mantenimiento para la embotelladora.

El estudio final está estructurado en cinco capítulos, en el capítulo uno se presenta el análisis a estudios previos acerca del tema. En este capítulo se

presentó toda la base teórica necesaria para sustentar y fundamentar los resultados obtenidos.

El capítulo dos inició con una breve descripción de las industrias de bebidas carbonatadas, orientada hacia el área funcional del taller automotriz, posteriormente se define la unidad de medición, que en este caso es la productividad y se analiza cuáles son los factores que la afectan negativamente, por último, se analiza la herramienta utilizada para mejorar la productividad.

En el capítulo tres se detalló cómo se realizó el diagnóstico y se llevó a cabo el desarrollo de la metodología *Lean Manufacturing*, basada en sus principales pilares que tienen como objetivo la reducción de desperdicios, la mejora continua y la implicación del personal para mejorar la productividad dentro de un taller automotriz de una embotelladora de bebidas carbonatadas.

El cuarto capítulo corresponde a la presentación de resultados, en este se detallaron los cambios efectuados en los procesos seleccionados por medio de un análisis y diagnóstico de las principales causas de retrasos y baja productividad en el taller automotriz. Este es el lugar correcto para detallar cada uno de los resultados obtenidos de la investigación, con aporte de las herramientas utilizadas para identificar lo prioritario a cubrir durante la propuesta de solución.

Por último, en el quinto capítulo se realizó una discusión de los resultados obtenidos en la prueba piloto, se analizó el efecto de la utilización de una metodología de mejora continua con relación a la forma en que venía desarrollando el trabajo y se presentaron las mejoras obtenidas con esta.

1. MARCO REFERENCIAL

Existen distintos conceptos relacionados a la productividad, básicamente, se puede definir la productividad como el resultado obtenido, bien o servicio, y los medios empleados para alcanzarlo. A lo largo del tiempo, para obtener niveles altos de productividad se han desarrollado distintas metodologías y filosofías, la metodología *Lean manufacturing* y sus distintas herramientas se utilizan recurrentemente en la industria para optimizar procesos, reducir desperdicios, mejorar los ambientes de trabajo, entre otras cosas.

1.1. Estudios Previos

Cifuentes (2019) utilizó la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar los procesos productivos de la empresa de fundición “Aleaciones técnicas Espaciales SAC” con el objetivo de garantizar la confiabilidad de los productos terminados que esta empresa ofrece.

Se identificaron las actividades que generan valor y se eliminaron todas aquellas actividades innecesarias dentro del proceso, como lo son: transportes innecesarios, excesos en inventarios, tiempos muertos y de espera, reprocesos, entre otros. Esto permitió que la empresa mejorará sus tiempos de producción y evitar retrasos, esto se tradujo en que el personal no tuviera que estar apresurado para cumplir las entregas y cumplir en relación tiempo y calidad con los clientes.

Cardona (2020) concluyó en su estudio que las herramientas de la metodología *Lean Manufacturing* que más impactan en el mejoramiento productivo de las empresas son: *Just In Time*, *value stream mapping*, 5´s, TPM,

Kaizen y SMED. Estas herramientas a su vez son las más conocidas y aceptadas por las distintas empresas a la hora de buscar mejorar productividad y reducir desperdicios.

Portugal (2018) utilizó las herramientas Lean con el objetivo de implementar un modelo de gestión de mejora continua para mejorar la productividad y la eficiencia de una línea de producción en una planta de galletas. Una de las principales conclusiones de la investigación es que un mantenimiento adecuado y en tiempo no solo reduce los costos de reparación y tiempos improductivos, sino también tiene un impacto positivo en la reducción de inventarios de materias primas y refracciones que se tienen como “colchón” para los imprevistos.

Castrejón (2016) hace énfasis en que la estandarización de procesos, permite que los diferentes técnicos previamente capacitados puedan realizar una serie de actividades de la misma manera y en un tiempo establecido, es una herramienta utilizada para detectar puntos de mejora en los procesos, con el objetivo de hacer las áreas más productivas, seguras y eficientes, a la vez ayuda a reducir los desperdicios de insumos y consumibles, como también mejorar los tiempos de trabajo.

Ruiz (2016) sugiere la utilización de eventos Kaizen, también conocidos como evento de mejora continua, debido que el Kaizen es uno de los pilares fundamentales en la implementación de *Lean Manufacturing*. Es una metodología que no solo se limita a la reducción de costos, sino que también se enfoca en una cultura de cambio para avanzar hacia mejores prácticas de trabajo.

Pillajo (2014) utilizó la metodología *Lean Management*, con el objetivo de optimizar las operaciones de mantenimiento y mejorar la calidad de servicio en un taller automotriz en Colombia. En dicha investigación, Pillajo recomienda

enfocarse primero en los cambios pequeños que no requieran una alta inversión y que los mismos deben de ser implementados por el personal operativo del taller o área de trabajo, esto con el fin de que el personal experimente y se vean beneficiados de las mejoras generadas para que así estas sean sostenibles en el tiempo y se cree una atmósfera de mejora continua.

Sepúlveda (2008) indica que en un proceso de implementación de *Lean Manufacturing*, es necesario apoyarse en diversas herramientas de calidad y mejora continua como: diagramas de causa-efecto, 5's, *Just In Time*, Sistema *Pull*, células de producción, kanban, jidoka, entre otras. Estas herramientas son utilizadas en las distintas fases de la implementación y su función es la mejora de los procesos y la optimización de los recursos mientras avanzan las etapas de la implementación.

Cano (2006) enfocó la implementación de la metodología *Lean Manufacturing* para la reducción de costos en una microempresa de manufactura, para llevar a cabo su investigación hizo un diagnóstico del estado inicial de la microempresa y luego utilizó las distintas herramientas que brinda la metodología *Lean Manufacturing* para impactar en los costos de la empresa, la investigación arrojó como resultados una reducción en costos de mano de obra de 25 % y 8 % en materias primas, lo que permitió brindar un costo de producto terminado más competitivo en el mercado y una mejor posición con respecto a los competidores.

Serna (2001) recalca la importancia de realizar un análisis de la distribución de las áreas de trabajo, con el objetivo de que todas las estaciones estén ubicadas de tal forma que faciliten la operación. En esta etapa se utiliza la metodología de 5's para orden y limpieza, con el objetivo de evitar la pérdida de tiempo por tener que estar localizando herramientas, insumos o consumibles,

también mejora el flujo de tránsito en las estaciones de trabajo, como resultado se obtienen áreas de trabajo en óptimas condiciones y mejora el clima laboral.

2. MARCO TEÓRICO

En este capítulo se realiza una descripción general de la empresa, la unidad y la herramienta sujetos de estudio, esto con el fin de entender el contexto en el cual se desarrolla la presente investigación. El enfoque será hacia el departamento automotriz de una embotelladora, el cual se encarga de dar mantenimiento a la flota de camiones, mismos que son utilizados para el proceso de distribución de las bebidas carbonatadas.

Este capítulo busca orientar la investigación y situar el problema de investigación en un conjunto de definiciones y conocimientos, ofreciendo conceptos de términos que serán empleados durante el análisis del presente tema de investigación.

2.1. Embotelladora de bebidas

La Real Academia Española define embotelladora como: “Persona que tiene como oficio embotellar” (Real Academia Española, s.f., definición 1). “Máquina que sirve para embotellar” (Real Academia Española, s.f., definición 2). “Dependencia de una fábrica en la que se embotellan líquidos” (Real Academia Española, s.f., definición 3). Mientras que Manso (2012) brinda una definición de embotelladora de bebidas enfocada en la producción y comercialización de forma mayorista de bebidas carbonatadas, no carbonatadas, alcohólicas, refrescantes, entre otras.

Para Tuarez (2013) una embotelladora es una industria que “Se dedica a la elaboración, embotellado y comercialización de bebidas no alcohólicas entre las que se encuentra gaseosas, jugos y aguas” (p.1).

Con base en estas definiciones se puede decir que una embotelladora es una empresa que utiliza recursos humanos y máquinas automatizadas para la producción, envasado, almacenaje, venta y distribución masiva de bebidas.

Estas bebidas se clasifican en 3 grandes grupos: bebidas carbonatadas, no carbonatadas y alcohólicas.

2.1.1. Definición de bebida carbonatada

La Real Academia Española define bebida carbonatada o gaseosa como una “bebida refrescante, efervescente y sin alcohol” (Real Academia Española, s.f., definición 3).

Mientras tanto Manso (2012) define una bebida carbonatada como “bebidas refrescantes preparadas básicamente con agua tratada, azúcar refino, gas carbónico, agentes aromáticos y ácidos, con la adición de colorantes y agente conservador de uso alimenticio” (p.28).

Para Maticorena-Torres (2016) una bebida carbonatada es el resultado que se obtiene de mezclar edulcorantes y dióxido de carbono con agua purificada, pudiendo estar adicionada con saborizantes, acidulantes, antioxidantes, preservantes, entre otros ingredientes.

Por lo anterior se puede concluir que una bebida carbonatada es una bebida refrescante que no contiene alcohol, preparada a base de agua purificada

mezclada con dióxido de carbono que, en su proceso productivo, puede ser adicionada con saborizantes naturales o artificiales, preservantes, antioxidantes, entre otros ingredientes.

2.1.2. Estructura de una empresa de bebidas carbonatadas

A continuación, se detalla cómo funciona una industria de bebidas carbonatadas en general, dando una descripción de sus distintas áreas funcionales, las cuales trabajan en conjunto bajo el objetivo de producir, vender y distribuir sus distintos productos hacia el mercado objetivo. Para cumplir este objetivo, una embotelladora, dentro de su plan estratégico, se divide en 3 grandes áreas: operaciones, administración y comercial.

2.1.2.1. Área de operaciones

Zúñiga (2005) define al área de operaciones como “Un sistema en el cual se reciben insumos del mundo exterior, utilizando un conjunto de recursos para responder ante esos insumos, transformando materiales o componentes en una forma que sea necesaria o deseada por los clientes” (p.5).

Para Zambrano (2011) el área de operaciones es la encargada de transformar entradas en salidas a través de la utilización de métodos, procedimientos y un equipo especializado.

Por su parte, Render y Heizer (2004) definen la administración de operaciones como: “El conjunto de actividades que crean valor en forma de bienes y servicios al transformar los insumos en productos terminados” (p.4).

Utilizando las definiciones anteriores se puede concluir que el área de operaciones se encarga de transformar los insumos en bienes o servicios que una empresa ofrece y que el cliente está dispuesto a pagar. Para esto los insumos son transformados por una serie de procesos secuenciales que inician desde el abastecimiento, luego pasan a producción, en donde se convierten en el producto final, para luego ser sujetos a una inspección de control de calidad y por último al almacenamiento en bodegas de producto terminado.

El área de operaciones de una embotelladora de bebidas carbonatadas es la encargada de producir, embotellar, inspeccionar y almacenar los diferentes tipos de bebida que la empresa ofrece a sus clientes.

2.1.2.2. Área administrativa

El área administrativa (citado por Fayol 1964) es la encargada de sincronizar, organizar, coordinar y controlar a todas las demás áreas de una empresa (Bustamante, Porto y Hernández, 2013, p.64). Por otro lado, para Lacalle (2013) el área administrativa es la que “lleva a cabo la administración y control documental y telemático de todas las actividades de la empresa” (p.9). Para Render y Heizer (2004) el proceso de administración consiste en planear, organizar, coordinar, dirigir y controlar todas las áreas funcionales de cualquier empresa.

Dentro de una embotelladora de bebidas carbonatadas, es en el área administrativa donde se fijan metas y objetivos para un período determinado de tiempo y se traza un plan estratégico para poder cumplir con lo previamente establecido. También se encarga de coordinar las juntas de seguimiento y brinda apoyo requerido por las demás áreas para facilitar el cumplimiento de las metas anuales.

2.1.2.3. Área comercial

El área comercial de una empresa es la encargada de realizar el acuerdo de venta de un bien o servicio de manera que sea rentable y beneficiosa, abarca la cadena de valor completa y se encarga de coordinar a través del equipo comercial todas las actividades previas y posteriores involucradas en el acuerdo pactado con el cliente (Bustamante; et al., 2013, p.61).

Lacalle (2013) define al área comercial como “Aquella que pone en contacto a la empresa con el exterior” (p.8). Para Lacalle esta área debe contar mínimo con un departamento de ventas. Taípe y Pazmiño (2015) sostienen que el área comercial “es una función empresarial que involucra investigación de mercados, desarrollo de productos, fijación de precios, comunicación, promoción, venta y distribución de productos y servicios” (p.180).

En otras palabras, el área comercial es la cara de la empresa hacia el cliente, y, dependiendo del tipo de industria y la estrategia de ventas que esta tenga, así será la cantidad de departamentos que la compongan.

Como ya se había mencionado, una embotelladora de bebidas carbonatadas es aquella empresa que se dedica a la producción y comercialización de bebidas que son consideradas como productos de consumo masivo, en la mayoría de los casos adoptando la preventa como su estrategia de ventas para atender de forma más personalizada a todos sus clientes.

Se puede definir preventa como la “Acción que realiza, tanto el vendedor como el comprador, como preámbulo al proceso de compraventa” (López, 2009, p.14). Entonces, el departamento de preventa de una embotelladora de bebidas carbonatadas es el encargado de visitar y acordar con los clientes los tipos y

cantidades de producto que van a necesitar, producto que posteriormente es entregado por el departamento de distribución en camiones de reparto.

La Real Academia Española define el proceso de distribución como: “Acción y efecto de distribuir” (Real Academia Española, s.f., definición 1). Y también como “Reparto de un producto a los locales en que debe comercializarse”. (Real Academia Española, s.f., definición 2).

Dentro de una embotelladora de bebidas carbonatadas, el departamento de distribución se encarga de unificar los pedidos de los clientes, estructurar las rutas de distribución, acondicionar el proceso de carga y por último solicitar camiones de reparto al departamento de transportes, dependiendo del volumen a entregar y las rutas requeridas, esto para cumplir con el acuerdo de preventa previamente establecido.

- Departamento de transportes

La Real Academia Española define el transporte como: “Acción y efecto de transportar o transportarse” (Real Academia Española, s.f., definición 1). Y “sistema de medios para conducir personas y cosas de un lugar a otro”. (Real Academia Española, s.f., definición 2). Comercialmente hablando, el transporte es el medio por el cual se hace llegar el producto solicitado por determinado cliente hacia el punto acordado.

Un automotor es toda aquella máquina, instrumento o aparato que funcionan por tracción mecánica, es decir, no necesitan de una fuerza exterior para poder moverse (Real Academia Española, 2018).

Para Chopra y Meindl (2008) el departamento de transportes es el encargado de mover el producto entre 2 puntos de la cadena de suministros, en este caso específico, el departamento de transportes mueve o transporta el producto desde la fábrica hasta el cliente final.

Castellanos (2009) define al departamento de transportes como el componente indispensable en cualquier cadena de distribución, ya que puede dar grandes ventajas comerciales derivadas de una buena toma de decisión en el tipo de transporte a utilizar en determinado momento, para esto se requiere tener un conocimiento amplio del área y normativos del país.

El departamento de transportes de una embotelladora de bebidas carbonatadas se encarga de adquirir, facilitar y dar mantenimiento a los vehículos automotores que la empresa necesita para sus diferentes procesos. El enfoque principal del área son los vehículos asignados a preventa y reparto. El departamento de transportes de la embotelladora de bebidas carbonatadas, a través de sus diferentes colaboradores, se encarga de dar mantenimiento preventivo, predictivo y correctivo a la flota de vehículos que la compañía utilice.

Tabla I. **Vehículos utilizados por una embotelladora**

Vehículo	Descripción	Área asignada	Utilización
Camiones	Vehículo de cuatro o más ruedas que se usa para transportar grandes cargas.	Distribución	Se utilizan los camiones para entregar a los clientes el producto vendido.
Automóvil	Se mueve por sí mismo. Dicho principalmente de los vehículos que pueden ser guiados para marchar por una vía ordinaria sin necesidad de carriles y llevan un motor que los propulsa.	Preventa / Supervisión	Se utilizan para visitar a clientes y negociar la cantidad de producto que necesitan tener en sus puntos de venta.
Motocicleta	Vehículo automóvil de dos ruedas, con uno o dos sillines y, a veces, con sidecar.	Preventa / Supervisión	Se utilizan para visitar a clientes y negociar la cantidad de producto que necesitan tener en sus puntos de venta.
Montacargas	Vehículo destinado a levantar cargas y colocarlas en lugares elevados.	Operaciones	Se utilizan para transportar las tarimas de producto de producción hacia la bodega de producto terminado.

Fuente: elaboración propia.

La Real Academia Española define mantenimiento como: “Conjunto de operaciones y cuidados necesarios para que instalaciones, edificios, industrias, etc., puedan seguir funcionando adecuadamente.” (Real Academia Española, s.f., definición 2).

Un departamento de transportes normalmente cuenta con una red de talleres internos y tiene acuerdos con las agencias o casas matrices de las

marcas de vehículos pesados, livianos y montacargas para el mantenimiento de estos automotores.

2.1.3. Taller automotriz

Para Vargas (2007) un taller automotriz es el encargado de devolver a su forma de funcionamiento original un vehículo, luego de aplicar técnicas de reparación especializadas y una serie de repuestos o insumos específicos.

Según Fuentes (2004) los talleres automotrices son “Aquellos establecimientos industriales en los que se efectúen operaciones encaminadas a la restitución de las condiciones normales del estado y funcionamiento de vehículos...” (p.1).

Pillajo (2014) define a un taller automotriz como aquel “Lugar especializado, que disponga de la infraestructura, tecnología, repuestos y mano de obra calificada” (p.5), que funciona con el objetivo de garantizar el correcto funcionamiento de aquellos componentes que forman parte de un vehículo.

Entonces, según las definiciones anteriores se puede concluir que un taller automotriz es aquel establecimiento especializado en diagnosticar, reparar y restituir a su óptima condición de funcionamiento cualquier componente de un vehículo automotor que haya dejado de funcionar de forma correcta. Por ende, un taller automotriz se encarga de garantizar el buen funcionamiento del vehículo, cuando el mismo requiere algún tipo de mantenimiento preventivo o correctivo.

2.1.3.1. Función de un taller automotriz

Dentro de una embotelladora de bebidas carbonatadas, es un área fundamental, debido a que se dedica a dar mantenimiento al parque vehicular con el que cuenta dicha empresa, el objetivo del mantenimiento es prolongar la vida de los vehículos, garantizando el buen funcionamiento de los mismos para que se pueda cumplir con las estrategias de ventas establecidas.

Normalmente, una flota vehicular de cualquier empresa cuenta con vehículos titulares y vehículos comodines, estos vehículos comodines son empleados para sustituir a los titulares, cuando estos requieran un trabajo mayor o rutinas prolongadas de mantenimiento.

La Real Academia Española define comodín como: "...cosa que sirve para fines diversos, según la conveniencia de quien dispone de ella". (Real Academia Española, s.f., definición 3).

Tavares (2000) define mantenimiento preventivo como "Todos los servicios de inspecciones sistemáticas, ajustes, conservación y eliminación de defectos, buscando evitar fallas" (p.21).

En el taller automotriz se realizan servicios de mantenimiento preventivo, para garantizar el buen funcionamiento del parque vehicular y evitar futuras fallas, estas rutinas se hacen con el objetivo de mantener la disponibilidad y confiabilidad de la flota en todo momento y así poder cumplir con el plan de distribución previamente establecido. También se realizan actividades de mantenimiento correctivo, Tavares (2000) indica que un trabajo correctivo es aquel que se realiza a un equipo que presenta una falla. Estas fallas pueden ser

ocasionadas por factores humanos, factores naturales o factores propios de los camiones.

Socconini (2008) define las rutinas de mantenimiento predictivo como las actividades periódicas realizadas por personal capacitado, basadas en manuales y recomendaciones de expertos, destinadas a predecir un fallo y mitigándolo, sustituyendo un componente o realizando una corrección.

Un taller automotriz debe contar con un programa de cambio de llantas y acumuladores basado en un plan predictivo, estas piezas que son claves para el buen funcionamiento de la flota deben ser revisadas periódicamente y sustituidas antes de que presenten una falla o daño, esto garantiza el buen desempeño de los equipos y evita ocasionar demoras en ruta.

-

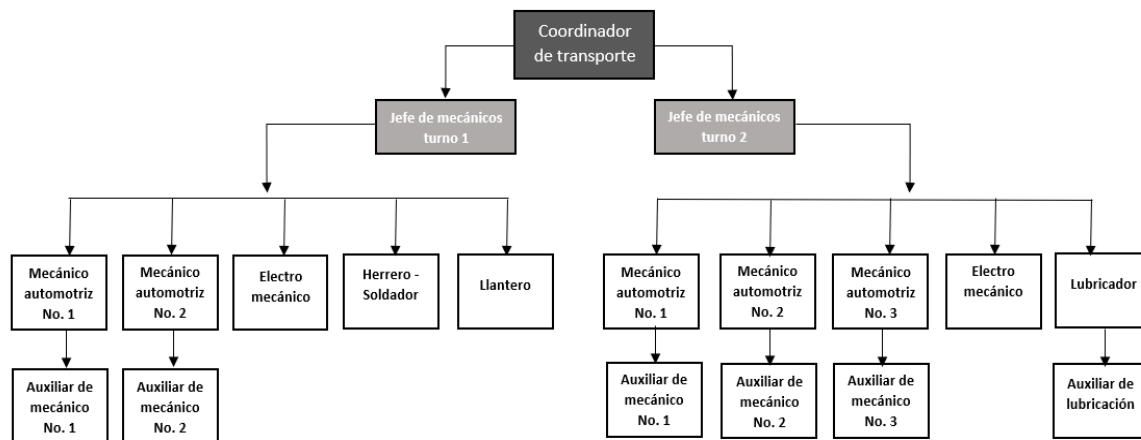
2.1.3.2. Organigrama de un taller automotriz

Según la Real Academia Española, un organigrama se define como: “1) Sinopsis o esquema de la organización de una entidad, de una empresa o de una tarea. 2) Representación gráfica de las operaciones sucesivas en un proceso industrial...” (Real Academia Española, 2018). También se define un organigrama como una "Representación visual de la estructura organizacional, líneas de autoridad, relaciones de personal, comités permanentes y líneas de comunicación" (Ferrel, Hirt, Ramos, 2010, p.243).

Con base en estas 2 definiciones, se puede concluir que el organigrama es una esquematización estructurada de una organización o área, con el fin de representar los puestos de trabajo en orden jerárquico. Para su buen funcionamiento y cumplir con las demandas del cliente interno, un taller automotriz de una embotelladora de bebidas carbonatadas debe contar, como

cualquier otra área funcional de la empresa, con un organigrama que supla de forma efectiva dichas demandas (ver figura 1).

Figura 1. Organigrama de un taller automotriz



Fuente: elaboración propia.

- Coordinador de transportes

Para Rodríguez (2009), el puesto de coordinador nace en un ámbito práctico y es el encargado de transmitir a sus subordinados las iniciativas administrativas de la empresa. Su objetivo es dinamizar e impulsar las actividades a su cargo.

El puesto de coordinador se puede definir como la persona responsable de impartir las instrucciones necesarias a sus colaboradores para que estos desarrollen sus actividades de la mejor forma posible, apegadas a un plan previamente establecido.

Dentro de una embotelladora, el coordinador de transportes es la persona encargada de la asignación de camiones para la distribución de las bebidas

previamente vendidas al cliente, tarea que se realiza todos los días hábiles de trabajo. Entre sus atribuciones también tiene la programación de las actividades rutinarias del taller y la asignación de recursos para cubrir estas actividades.

El coordinador de transportes tiene como objetivo velar por el correcto funcionamiento de los vehículos de la compañía, esto lo logra a través del cumplimiento de los planes de mantenimiento preventivo y correctivo que se desarrollan dentro del taller para garantizar la disponibilidad y confiabilidad de la flota.

- Jefe de taller

Un jefe es la cabeza de una corporación u oficio (Real Academia Española, 2018). En este sentido se define al jefe de taller como la persona responsable de asignar a sus subordinados aquellos trabajos previamente programados por el coordinador de transportes.

Dentro de las principales funciones que desarrolla y ejecuta un jefe de taller, se pueden mencionar la programación y asignación de tareas a los diferentes tipos de mecánicos especializados, también la supervisión y acompañamiento para una impecable ejecución de los mantenimientos. Un jefe de taller también se encarga de realizar las requisiciones de repuestos, la elaboración de planillas de pago de horas extras y viáticos.

- Mecánico automotriz

La Real Academia Española define a un mecánico como: “Persona dedicada al manejo y arreglo de las máquinas.” (Real Academia Española, s.f., definición 9). En el taller automotriz de la embotelladora el mecánico automotriz

es el técnico especialista en mecánica automotriz que se encarga de realizar las rutinas de mantenimiento preventivo y correctivo a los camiones de distribución para que los mismos se encuentren en óptimas condiciones de manejo. Dentro de las principales funciones de un mecánico automotriz se pueden mencionar la revisión y reparación del sistema de frenos, motor, embrague, transmisión, entre otras.

- Auxiliar de mecánico

El auxiliar de mecánico se encarga de apoyar al mecánico automotriz en cualquiera de los trabajos que él realice. Debe mantener limpia y ordenada la herramienta de trabajo, se encarga de llenar los formatos y registros de trabajo, etc.

- Electromecánico

El electromecánico es un técnico especializado en trabajos eléctricos y electromecánicos, se encarga de revisar y reparar todos los componentes del camión que funcionen a base de electricidad, dentro de sus principales funciones se puede mencionar el mantener en óptimas condiciones el sistema de arranque electrónico de los vehículos, el buen funcionamiento del sistema de luces, entre otras.

- Herrero-soldador

El herrero-soldador es un técnico especializado en trabajos de herrería y soldadura, entre sus atribuciones está garantizar el buen funcionamiento de los mecánicos de sujeción y tensión de carga de producto en los camiones, también

se encarga de la lubricación y reparación de carrocerías y trabajos de enderezado.

- Lubricador

El lubricador se encarga de realizar las rutinas de lubricación y mantenimiento preventivo, entre sus atribuciones está el lavado de motor, engrase de puntos clave del camión, cambio de aceite de motor, diferencial y caja de transmisión, así como la inspección visual de frenos, clutch y sistema de luces.

- Reparador de llantas

El técnico reparador de llantas se encarga de realizar los estudios e inspecciones de profundidad y estado de las llantas de la flota, estos estudios son la base que utiliza el coordinador de transportes para solicitar llantas y programación de cambios según se requiera.

El llantero es el encargado de preparar, armar e instalar las llantas a todos los vehículos que lo requieran, según programación del coordinador de transportes también se encarga de evaluar y reparar llantas que hayan sufrido algún daño y puedan ser reparables sin convertirse en un riesgo para la operación.

2.2. Productividad

A través del tiempo han surgido conceptos, filosofías y metodologías para hacer una empresa más rentable a través de la mejora en sus procesos, uno de los conceptos más utilizados y que se ha mantenido y evolucionado durante el

tiempo es la productividad. La productividad es un término que se puede aplicar a cualquier ámbito de la vida, su uso no es exclusivo para la industria.

Un primer concepto de productividad la define como “La relación entre la producción obtenida por un sistema de producción o servicios y los recursos utilizados para obtenerla. Así pues, la productividad se define como el uso eficiente de recursos en la producción de diversos bienes o servicios” (Prokopenko, 1989, p.3).

Este concepto de productividad sugiere prestar atención al resultado obtenido con relación a los recursos empleados, entonces, si se obtienen los resultados esperados utilizando menos recursos de los planificados, se está siendo altamente productivos. También se puede ser altamente productivo si al emplear todos los recursos asignados se obtienen mejores resultados a los esperados.

Un concepto más específico de productividad la define como “La relación entre los resultados y los insumos, y es en los procesos donde los insumos se transforman en resultados. Es aquí donde se hace evidente la importancia del dominio de los procesos” (Socconini, 2008, p.24).

Este segundo concepto de productividad hace énfasis en conocer, controlar y mejorar procesos, tomando en cuenta que entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos existe una transformación o proceso y para lograr altos niveles de productividad debe hacerse énfasis en conocer, controlar y mejorar los mismos.

Al hablar de recursos invertidos, no importando si la empresa es de producción o servicios, se está haciendo énfasis en los insumos. Socconini

(2008) menciona que estos insumos se clasifican en cinco grandes grupos: materia prima, maquinaria, mano de obra, métodos y medio ambiente. A esta clasificación se le conoce como las 5 M's.

Render y Heizer (2004) definen la productividad como la razón entre las salidas, con referencia a una o más entradas, la misma puede ser mejorada de 2 formas: reduciendo las entradas, manteniendo las salidas constantes o mejorando las salidas, manteniendo las entradas constantes.

Para Socconini (2008) el grupo de materia prima abarca los materiales indispensables para la fabricación de un producto o preparación de un servicio, la maquinaria es el medio por el cual se transforman los insumos necesarios que dan como resultado el producto final, la mano de obra son los trabajadores especializados que realizan una acción determinada, los métodos hacen referencia a la secuencia que debe seguir un determinado trabajo y el medio ambiente o entorno es el sitio de trabajo en sí.

Es importante recalcar que a pesar de que estos grandes grupos de insumos son diferentes entre sí, hay un factor en común, ese factor es el dinero. Es decir, al emplear cualquiera de estos recursos la empresa está incurriendo en un gasto.

Para Socconini (2008) cuando una empresa se encuentra en problemas de liquidez inevitablemente busca reducir costos a través de las 5 M's. Esto es un error fatal debido a que, si bien se obtienen resultados inmediatos y un respiro económico para la empresa, este tipo de acciones tiene consecuencias a futuro en la calidad del bien o servicio que se está brindando o también genera daños irreversibles a los activos de la compañía.

2.2.1. Limitantes de la productividad

Luego de definir y explicar el concepto de productividad, también es importante entender que esta no es infinita, la misma puede verse afectada por una amplia variedad de factores, los que a su vez limitan los resultados que se espera obtener con relación a los recursos utilizados. Estos factores limitantes de la productividad se conocen bajo los nombres japoneses de muri, mura y muda, también se les conoce como las 3 “Mu”.

2.2.1.1. Sobrecarga o muri

Para Cárdenas (2017) la sobrecarga o muri es todo aquel exceso de trabajo o carga pesada que genera estrés derivado de un esfuerzo no razonable, esto ocasiona daños irreversibles e innecesarios a las personas o máquinas.

Al referirse a la sobrecarga o muri, Socconini (2008) hace énfasis en las limitantes de los operadores y/o máquinas. Cuando a estos se les exige más de lo que están capacitados para dar, se provoca fatiga y como resultado una baja en la productividad.

Para Puche y Costas (2011) muri “Agrupa aquellos problemas que atentan contra la estabilidad de las operaciones generando un alto nivel de agobio y una pérdida de motivación” (p.377).

Estos conceptos de sobrecarga o muri coinciden en utilizar la palabra exceso. Cuando se definió productividad se dijo que la misma se ve afectada positiva o negativamente por los insumos utilizados, al tener una sobrecarga de trabajo las personas tienden a reducir el nivel de exigencia o atención derivado de la fatiga, también las máquinas sufren daños irreversibles que afectan sus

tolerancias. Esta sobrecarga ocasiona una baja en la calidad del bien o servicio que se está ofreciendo, lo que trae consigo devoluciones, rechazos o reclamos por parte del cliente y a su vez exige a la compañía caer en reprocesos e invertir recursos para cubrir los errores cometidos.

2.2.1.2. Variabilidad o mura

La segunda limitante de la productividad se conoce como variabilidad o mura, Cárdenas (2017) hace mención que este tipo de limitante es el que ocasiona defectos o irregularidades innecesarias, ya sea en el producto, procesos o cualquier actividad de la empresa.

Para Puche y Costas (2011) la variabilidad es la “Falta de balance o mal equilibrio de las cargas de trabajo en las diferentes estaciones de dicha línea de fabricación” (p.377).

Socconini (2008) define variabilidad como una falta de homogeneidad generada desde los elementos e información de entrada en los procesos, lo que a su vez ocasiona una anormalidad a través del proceso de transformación y da como resultado bienes o servicios no conformes a la expectativa del cliente, ya que muestran variabilidad con respecto a lo esperado.

Estos elementos de entrada pueden ser materiales, lineamientos o especificaciones, metodología de trabajo o condiciones del área o maquinaria.

Un proceso se encuentra bajo control cuando se conoce las causas de variabilidad y las mismas son catalogadas como naturales. Cuando ingresa una nueva fuente de variabilidad al proceso y estas generan alteraciones incontrolables en el mismo se dice que el proceso está fuera de control.

2.2.1.3. Desperdicio o muda

La tercera limitante de la productividad recibe el nombre de desperdicio o muda. Cárdenas (2017) define este limitante como: “Todo aquello que consume recursos y no aporta valor para el cliente y los procesos” (p.26).

A su vez, Socconini (2008) hace énfasis en que la mejor traducción para la muda es “exceso” y define este limitante de la productividad como: “Cualquier otro esfuerzo realizado en la empresa que no sea absolutamente esencial para agregar valor al producto o servicio tal como lo requiere el cliente” (p.29).

Para Puche y Costas (2011) desperdicio “Es un término muy general en el que englobamos la sobreproducción, el sobre-proceso, el exceso de inventarios, los transportes, los movimientos de los operarios y un largo etcétera de despilfarro esencial, es decir, lo que ocurre cuando estamos cumpliendo los estándares operacionales” (p.377).

De estos 3 conceptos de desperdicio o muda se puede concluir que, antes de agregar una actividad o realizar un esfuerzo, se debe analizar si esto agrega valor o es percibido por el cliente. En caso de concluir que este esfuerzo no genera valor para el cliente, lo mejor es no invertir recursos en esta actividad.

Socconini (2008) menciona que los desperdicios o mudas se clasifican en siete grandes grupos (ver tabla II en la página siguiente):

Tabla II. **Los 7 desperdicios de la productividad**

Desperdicio	Definición	Características
Sobreproducción	Producir más de lo necesario, antes que se necesite o más rápido de lo que se requiere.	Presenta características de exceso de inventario, fabricación anticipada, exceso en la capacidad instalada, personal o maquinaria.
Sobre inventario	Es todo insumo, producto en proceso o final que excede la cantidad requerida para satisfacer a los clientes.	Mal pronóstico sobre demanda, desequilibrio en la producción, desconocimiento de capacidad instalada, mal distribución de planta.
Productos defectuosos	Hace referencia a utilizar recursos para producir un bien o servicio defectuoso y no será aceptado por el cliente.	Exceso de personal enfocado en inspeccionar, reparar o reprocesar, insumos de calidad cuestionable, inventario acumulado para ser reprocesado, pocas ganancias.
Transporte de materiales y herramientas	Hace referencia a todo aquel traslado de materia prima o herramientas innecesarios, ya que no apoyan el proceso productivo.	Exceso de sitios de almacenamiento y de <i>racks</i> para materiales, mala administración de inventarios, mal control de inventarios.
Procesos innecesarios	Son los procesos que, a pesar de que estén bien estandarizados, no generan valor para el cliente.	Cuellos de botella en el proceso, exceso de inspecciones o verificaciones, información excesiva.
Espera	Tiempo en el cual un operador espera a que una máquina termine su trabajo o viceversa.	El operador o máquina esperan a que el otro termine su proceso, paros inesperados de equipos.
Movimientos innecesarios	Hace referencia al movimiento de personas a diversos puntos, sin que esto sea indispensable o agregue valor.	Exceso de tiempo en localizar materiales, herramientas o personas.

Fuente: elaboración propia. 2019

2.2.2. Factores para mejorar la productividad

Prokopenko (1989) menciona que para mejorar la productividad no basta con mejorar la forma de hacer las cosas, es importante hacerlas de la mejor forma posible, es decir, no es posible quedar satisfechos con ver pequeñas mejoras, se debe buscar cuál es la causa raíz de los niveles bajos en productividad y mitigarlos.

Los factores o limitantes de la productividad se clasifican en externos e internos, los factores internos son los que están bajo influencia a ser mejorados por la empresa. El primer paso es realizar un análisis exhaustivo en las áreas de trabajo, detectar y controlar aquellos factores que limitan la misma y mejorar aplicando una cultura o metodología de mejora continua como lo es *Lean Manufacturing*.

2.3. Lean Manufacturing

Ruiz (2016) define *Lean Manufacturing* como: “La persecución de una mejora del sistema de fabricación mediante la eliminación del desperdicio, entendiendo como desperdicio o despilfarro todas aquellas acciones que no aportan valor al producto y por las cuales el cliente no está dispuesto a pagar” (p.25).

Para Sepúlveda (2008) *Lean Manufacturing* “busca la optimización a lo largo de todo el flujo de valor mediante la eliminación de pérdidas y persigue incorporar la calidad en el proceso de fabricación reconociendo al mismo tiempo la reducción de costos” (p.7).

Socconini (2008) define *Lean Manufacturing* como “un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación del desperdicio o excesos, entendiendo como exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo” (p11).

Con base en estas definiciones se puede concluir que *Lean Manufacturing* es una metodología que busca simplificar los procesos, potenciando las actividades que agregan valor y son percibidas por el cliente y eliminando o mitigando las acciones que no dan ningún valor al bien o servicio, pero sí generan costos innecesarios para la operación.

2.3.1. Diagnóstico de *Lean Manufacturing*

Para Sepúlveda (2008) en la fase de diagnóstico “se realiza una valoración del estado actual teniendo siempre en cuenta que se debe definir desde el punto de vista del cliente” (p.9). Socconini (2008) hace énfasis en que cualquier empresa, previo a pensar en adoptar la metodología *Lean Manufacturing*, debe realizar un diagnóstico exhaustivo y a conciencia de las condiciones bajo las cuales operan los procesos claves de la organización.

Lo primero que se debe hacer en la fase de diagnóstico, es analizar la estrategia de la compañía y las etapas de la misma. Este análisis abarca desde la planeación, cómo comunican y dan seguimiento al plan estratégico y cómo controlan que se están cumpliendo los objetivos trazados.

Posteriormente, se debe analizar la estructura organizacional, el diseño que adopta la campaña para el producto, los procesos y el control de procesos, así como los procesos logísticos y de operaciones.

Sin tener un diagnóstico claro de cuál es la causa raíz de los bajos niveles de productividad, no se recomienda pasar a la fase de implementación de la metodología *Lean Manufacturing*, esto debido a que no se sabrá cuáles problemas son prioritarios y deben de abordarse primero y con seguridad llevará al fracaso la implementación.

2.3.1.1. Estrategia Hoshin Kanri

Socconini (2008) define esta estrategia como: “Una técnica que ayuda a las empresas a enfocar sus esfuerzos y analizar sus actividades y resultados” (p.82). Hoshin Kanri es una herramienta de planeación estratégica que facilita a cualquier empresa identificar sus objetivos críticos, evaluar y entender sus restricciones, establecer factores de desempeño, desarrollar planes de implementación y realizar juntas periódicas de revisión de resultados.

Esta herramienta es muy útil y es aplicada, cuando se desea llevar a cabo una planeación estratégica a largo plazo. Para una perfecta implementación y obtener resultados importantes se deben llevar a cabo los siguientes pasos:

- Establecer las filosofías de la empresa (misión, visión, valores)
- Establecer directrices (qués)
- Establecer objetivos estratégicos (cuántos, qués)
- Generar estrategias (cómos)
- Establecer indicadores (cuántos del cómo)
- Establecer actividades
- Seguimiento y adecuación
- Revisión periódica

2.3.2. Conocimiento detallado de los procesos

Para el conocimiento detallado de los procesos, a continuación, se describen las herramientas que sugiere *Lean Manufacturing* para conocer los diferentes procesos que componen el área objeto de estudio.

2.3.2.1. Mapeo de valor

Barcia (2007) define el mapeo de valor como una metodología gráfica que compara la situación puntual de una operación o proceso en determinado tiempo versus la misma operación en tiempo futuro, con la diferencia de que ya se han planteado mejoras en dicho proceso. Para Socconini (2008) un mapa de valor “Es una representación gráfica de elementos de producción e información que permite conocer y documentar el estado actual y futuro de un proceso” (p.103-104).

Aplicando estos conceptos, se puede determinar que el mapeo de valor es una herramienta gráfica que se utiliza para analizar y conocer a detalle las distintas áreas o procesos de una compañía, es aplicable en cada uno de los diferentes procesos de la cadena de suministros y es funcional para describir gráficamente cómo se realizan las actividades en cualquier punto de la cadena y también ejemplificar por medio del mapa de valor futuro una forma más sencilla y económica de realizar dicha actividad.

2.3.3. Herramientas básicas

A continuación se describen las herramientas básicas que sugiere *Lean Manufacturing*, para mejorar los procesos dentro del área objeto de estudio.

2.3.3.1. Eventos Kaizen para aplicar mejoras al proceso

Serna (2001) define Kaizen como: “El proceso de encontrar y eliminar el desperdicio tan pronto como sea posible al menor costo posible” (p.14). Ruiz (2016) define Kaizen como una cultura de cambio para mejorar. Socconini (2008) define Kaizen como: “Una cadena de acciones realizadas por equipos de trabajo cuyo objetivo es mejorar los resultados de los procesos existentes” (p.130).

Los eventos Kaizen son actividades de mejora que se realizan con el objetivo de reducir desperdicios, mejorar la calidad y las condiciones de trabajo. Es vital la participación e involucramiento de todo el equipo para el éxito de los eventos.

La metodología Kaizen sugiere que todas las iniciativas de mejora hacia un área o proceso, por muy pequeña que parezca, es bienvenida. Con la implementación de eventos Kaizen se puede lograr mejoras rápidas en el desempeño de los procesos, mejor distribución de planta, orden y limpieza, mayor capacidad de producción, entre otros.

2.3.3.2. Las 5´s para orden y limpieza

Sepúlveda (2008) define las 5´s como: “Un proceso y método que sirve para crear y mantener el orden, limpieza y alto funcionamiento del espacio de trabajo” (p.13). Para Ruiz (2016) las herramientas 5´s significan: “Eliminar lo innecesario, ordenar, limpiar e inspeccionar, estandarizar y crear hábito” (p.34).

Socconini (2008) describe las 5´s como: “Una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza” (p.147).

Utilizando estos conceptos se puede concluir que las 5´s se pueden definir como una disciplina de orden y limpieza, con el objetivo de mantener las áreas de trabajo con un mínimo de insumos y herramientas necesarias, organizadas y limpias, esto a través de la constancia y el hábito de no ensuciar.

Las siglas de 5´s vienen de las palabras originales en japonés, donde cada una de estas inicia con la letra “s”:

- Seiri – Seleccionar: consiste en tener única y exclusivamente lo necesario en las áreas de trabajo.
- Seiton – Organizar: consiste en asignar un lugar estratégico para cada utensilio, herramienta o insumo en el área de trabajo, esto con el objetivo de no perder tiempo buscando algo cuando se necesita
- Seiso – Limpiar: consiste en eliminar la suciedad generada en las áreas de trabajo, más que limpiar, tiene como objetivo no ensuciar.
- Seiketsu – Estandarizar: consiste en establecer una rutina para que los primeros 3 pasos se hagan de forma cotidiana.
- Shitsuke – Seguimiento: consiste en monitorear que se cumplan los pasos establecidos de esta metodología hasta que se convierta en un hábito.

2.3.3.3. Control visual

Sepúlveda (2008) define control visual como: “Un estándar representado mediante un ejemplo gráfico o físico, de color o numérico y muy fácil de ver. La

estandarización se transforma en gráficos y estos se convierten en controles visuales” (p.15).

Para Socconini (2008) el trabajo está fuertemente relacionado con señales auditivas o visuales que se identifican y entienden de forma sencilla y ayudan a orientar para realizar una acción específica en determinado momento. Este sistema de señales, también conocido como Andon, sirve para identificar o alertar una situación inusual o anormal en las condiciones de un área de trabajo y que requiere cierta atención, también es una herramienta útil para analizar el desarrollo de un proceso para determinar si el mismo está avanzando de forma correcta o no.

El sistema Andon es utilizado para mejorar la calidad, reducir costos, mejorar los tiempos de respuesta, aumentar la seguridad en el lugar de trabajo, mejorar los sistemas de comunicación y que la misma se reciba en menor tiempo y para entender de forma inmediata algún problema relacionado con la calidad.

Existen diversos tipos de sistemas de control visual como lo son alarmas, lámparas o luminarias, tarjetas kanban, tableros de información, listas de verificación o marcas en el piso. Esta herramienta, además de ser vital para mantener un proceso controlado y sin demoras, también es un complemento de las 5´s para el orden y limpieza de las áreas de trabajo.

2.3.4. Herramientas de mejora de efectividad en los equipos

A continuación se describen las herramientas que sugiere *Lean Manufacturing*, para mejorar la efectividad de los equipos utilizados dentro del área objeto de estudio.

2.3.4.1. Mantenimiento productivo total

Socconini (2008) define el mantenimiento productivo total como: “Una metodología de mejora que permite la continuidad de la operación, en los equipos y plantas, al introducir los conceptos de: prevención, cero defectos ocasionados por máquinas, cero accidentes y participación total de las personas” (p.175-176). Para Ruiz (2016) el TPM busca “Asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en perfectas condiciones y que continuamente produzca componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado” (p.40).

Con base en estas definiciones se puede decir que el TPM es una filosofía vital para prolongar la vida y mejorar la efectividad de las maquinarias de trabajo, esto se logra a través de realizar rutinas periódicas de mantenimiento predictivo y preventivo, evitando fallos en las máquinas y reduciendo el riesgo de paros no programados, lo que se traduce en más tiempo de trabajo efectivo.

El TPM debe ser implementado con el objetivo de mejorar la productividad de un área de trabajo enfocándose en aumentar la disponibilidad de las máquinas, para esto se requiere mucha disciplina y especialización de parte de los operadores, ya que uno de los principios de esta filosofía es que el mantenimiento inicia con pequeñas rutinas realizadas por los usuarios directos.

Socconini (2008) hace énfasis en incluir 6 pilares fundamentales para implementar de manera exitosa el TPM, estos pilares se encargan de contrarrestar las limitantes que generan paros o desperfectos en las máquinas de trabajo.

Tabla III. **Cómo combatir las seis grandes pérdidas en los equipos**

Pilar	Limitante de equipos a controlar
Mejoras enfocadas	Paros inesperados, paros menores, reducción de velocidad, defectos.
Mantenimiento autónomo	Paros menores, paros inesperados, reducción de velocidad, cambios.
Mantenimiento planeado	Paros inesperados, paros menores, defectos.
Mantenimiento de calidad	Defectos de proceso y de arranque.
Capacitación	Reducción de velocidad, paros menores, tiempo de cambio.
Seguridad	Paros inesperados, paros menores, reducción de velocidad.

Fuente: elaboración propia.

2.3.5. Herramientas para mejorar la calidad

A continuación se describen las herramientas que sugiere *Lean Manufacturing*, para mejorar la calidad de los bienes o servicios brindados por el área objeto de estudio.

2.3.5.1. A prueba de errores poka yoke

Sepúlveda (2008) define como poka yoke “Cualquier mecanismo que ayuda a prevenir los errores antes de que sucedan, o los hace que sean muy obvios para que el trabajador se de cuenta y los corrija a tiempo” (p.17). Para Socconini (2008) poka yoke “Son métodos que evitan los errores humanos en los procesos

antes de que se conviertan en defectos, y permiten que los operadores se concentren en sus actividades” (p.239).

Con base en estos dos conceptos, se puede concluir que poka yoke son mecánicos que garantizan que cierta tarea se realice de una forma previamente establecida, estos mecanismos restringen o limitan el riesgo de cometer errores, esto da como resultado un bien o servicio de calidad y con costos controlados.

2.3.5.2. Solución de problemas con las 8 disciplinas

Elkhy (2017) define las 8 disciplinas como: “Una herramienta que consta de 8 pasos para poder resolver cualquier tipo de problema de forma estructurada” (p.19). Para Socconini (2008) las 8 disciplinas “Constituyen una metodología para resolver problemas de una manera sistemática y documentada mediante el registro de las acciones tomadas en una serie de 8 pasos que son desarrollados por un equipo multidisciplinario” (p.251).

Las 8 disciplinas o 8 D’s son utilizadas cuando se necesita resolver un problema con orígenes en el pasado y se desconoce la causa del mismo, cuando se conoce el síntoma de un problema y es viable documentar el mismo y también cuando un cliente exige tener una metodología estructurada y documental para resolver problemas. Para implementar esta metodología se debe seguir un procedimiento previamente establecido:

- Definir el problema.
- Formación de equipos para resolver el problema.
- Hacer una descripción detallada del problema.
- Desarrollar acciones que contengan o mitiguen el problema.
- Determinar la causa raíz del problema.

- Desarrollar acciones inmediatas para corregir el problema.
- Desarrollar acciones preventivas para eliminar que vuelva a aparecer.
- Reconocer o premiar al equipo de trabajo.

2.3.6. Integración y control de la información

A continuación se describen las herramientas que sugiere *Lean Manufacturing*, para integrar y controlar la información que se obtiene en los distintos procesos dentro del área objeto de estudio.

2.3.6.1. Trabajo estándar

Socconini (2008) hace énfasis en que: “El trabajo estándar tiene su fundamento en la excelencia operacional. Sin el trabajo estandarizado no se puede garantizar que en las operaciones siempre se elaboren los productos de la misma manera” (p.297).

El trabajo estándar es una herramienta que busca homologar la forma de realizar las tareas asignadas a determinada actividad o proceso, esto con el fin que no importando quién realice el trabajo, se debe cumplir una serie de pasos previamente establecidos que evitan diferentes resultados para un mismo producto o servicio.

3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

En este capítulo se muestra cómo se desarrolló la metodología *Lean Manufacturing*, basada en sus principales pilares que tienen como objetivo la reducción de desperdicios, la mejora continua y la implicación del personal para mejorar la productividad dentro de un taller automotriz de una embotelladora de bebidas carbonatadas. Es importante tener en cuenta que entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos existe una transformación o proceso y para lograr altos niveles de productividad es vital enfocarse en conocer, controlar y mejorar los mismos.

La investigación se desarrolló en 4 fases, esto con el propósito de analizar la situación del taller automotriz, a través recolección de datos e información para su posterior utilización como propuestas de mejora para cumplir con los objetivos previamente establecidos.

3.1. Fase 1

En esta fase de la investigación se llevó a cabo una revisión de antecedentes, métodos de solución e información para sustentar la investigación y el fenómeno bajo estudio.

3.2. Fase 2

Se realizó una recopilación de información para la cual fueron utilizadas técnicas como la observación directa, talleres Kaizen, lluvias de ideas y

cuestionarios (ver apéndice 4 y 5), posteriormente la información obtenida se tabuló en hojas de registro (ver apéndice 2). Al estar trabajando con una diversidad de procesos asignados a cada puesto de trabajo, fue necesario realizar varias rondas de observación directa al menos durante un mes y así generar un diagnóstico certero de la situación del taller automotriz.

3.3. Fase 3

Se realizó una evaluación de las condiciones de trabajo, un paso importante para mejorar los métodos y tiempos de trabajo en cualquier área es tener las condiciones laborales que permitan a los colaboradores desempeñarse de la mejor forma posible. Durante 4 semanas se llevaron a cabo talleres a diario enfocados en las 5's y trabajo estandarizado con el fin de establecer una cultura de orden y limpieza en las áreas de trabajo y almacenamiento.

3.4. Fase 4

Esta fase fue la implementación de las mejoras a los procesos de las estaciones de trabajo del taller automotriz, así como también fueron implementados indicadores para medir el desempeño de los colaboradores y la productividad del taller automotriz.

4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la utilización de la metodología *Lean Manufacturing*, para mejorar la productividad de un taller automotriz en una embotelladora de bebidas carbonatadas.

4.1. Identificación de procesos y procedimientos internos del taller automotriz a mejorar

En el taller automotriz, para poder cumplir con el primer objetivo de esta investigación, se inició con una fase de diagnóstico, en esta se observó y analizó las condiciones bajo las cuales operan los procesos claves de este.

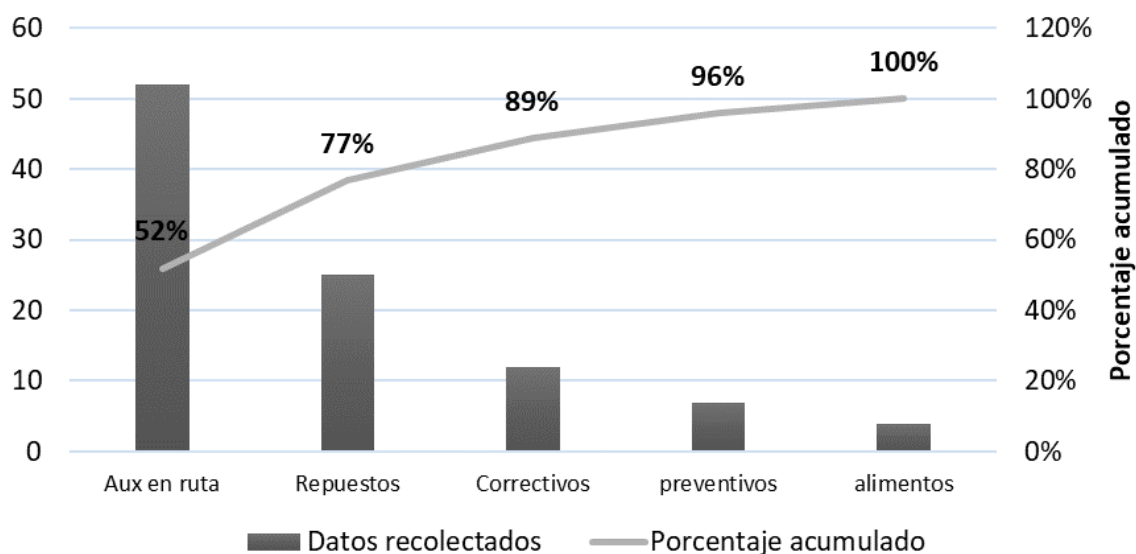
Se llevaron a cabo distintos análisis con la información recabada de datos históricos y observación directa en el área de taller. Esta información se convirtió en el sustento para realizar propuestas de mejora a los procesos internos del taller empleando las distintas herramientas propuestas por la metodología *Lean Manufacturing*.

Para la fase de diagnóstico se utilizó la técnica de observación directa durante 6 semanas, fueron empleadas hojas de registro para tabular los datos de las principales actividades que se realizan dentro del taller automotriz y la frecuencia de estas con el fin de determinar el tiempo efectivo de las mismas.

La fase de diagnóstico se orientó a las distintas tareas que se realizaban dentro del taller automotriz y el tiempo efectivo que se emplean en estas. En la

figura 2 se pueden observar los resultados obtenidos de esta actividad. Es importante resaltar que el 52 % del tiempo efectivo de taller se empleaba para atender averías en ruta, el 25 % del tiempo se utilizaba para buscar repuestos en bodega o con proveedores terceros y únicamente un 19 % de tiempo efectivo para realizar trabajos preventivos y correctivos dentro del taller automotriz.

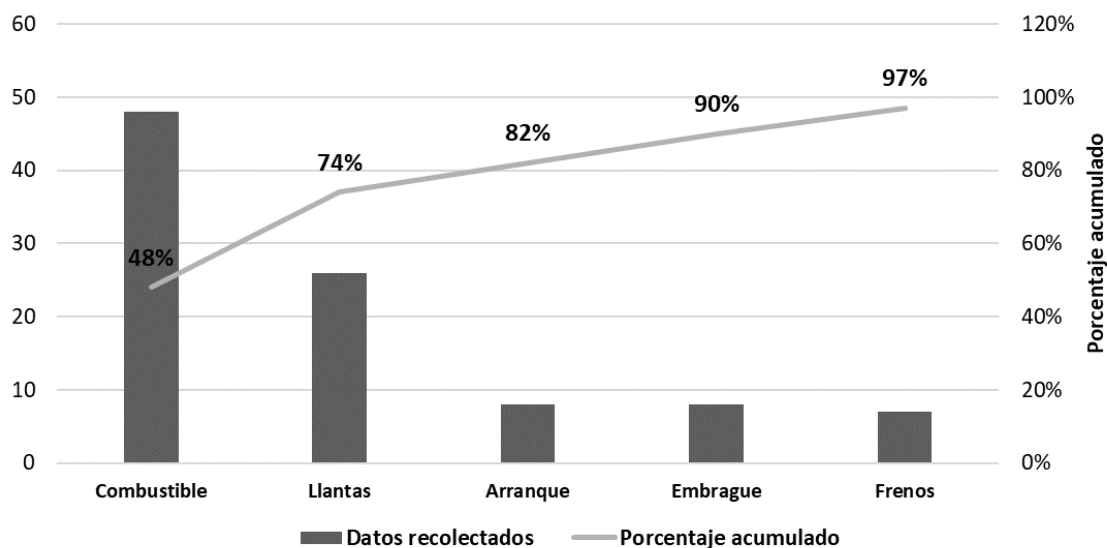
Figura 2. **Tiempo efectivo del taller**



Fuente: elaboración propia. 2019

Posterior al análisis de actividades y derivado de la tabulación de resultados obtenidos, se realizó una revisión de datos históricos de atención de averías en ruta para los años 2017, 2018 y 2019. En la figura 3 se observa un diagrama de causa y efecto, en esta figura se detallan las principales causas de atención de averías en ruta, siendo estas: la falta de abastecimiento de combustible a las unidades de reparto y llantas pinchadas.

Figura 3. **Atención averías en ruta**



Fuente: elaboración propia. 2019

Del análisis de datos históricos de averías en ruta, se determinó que era necesario revisar el plan de abastecimiento de combustible e implementar mejoras en el mismo y también reducir las atenciones en ruta por neumáticos averiados, esto debido a que entre ambas actividades se empleaba el 74 % del tiempo destinado a atender averías en ruta y el mejorarlos implicaría una reducción del 52 % al 13.52 % con respecto al tiempo efectivo de taller empleado para atender estos casos y por ende mejorar la productividad del mismo.

Otra actividad que se analizó en la fase de diagnóstico fue el tiempo empleado en la búsqueda de repuestos, esta actividad era la segunda que más tiempo consumía dentro del taller automotriz, el 25 % del tiempo efectivo del taller se destinaba a la búsqueda de repuestos. En conjunto con el encargado de bodega de suministros, se realizó un diagnóstico en el área que se tiene

destinada para insumos y repuestos para la flota vehicular de la embotelladora de bebidas carbonatadas.

El área de almacenamiento de repuestos e insumos se encontró parcialmente ordenada (ver figura 4), con estanterías no acordes al tamaño y espacio para cada insumo. Las estanterías no tenían un correlativo correcto y no estaban señalizadas de una manera visible y entendible. Los contenedores no tenían etiquetas y solo estaban identificados con marcador. En cuanto a los repuestos y consumibles, algunos no se encontraban en el lugar que deberían ir, no estaban separados por secciones y no había una clara separación entre las marcas de los repuestos.

Figura 4. **Bodega de repuestos**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala, 2019). Colección particular. Archivo personal.

La tercera actividad que se analizó en la fase de diagnóstico fue la cultura del taller. La metodología *Lean Manufacturing* tiene a las 5's como base fundamental para el orden y la limpieza de las áreas de trabajo. Pero más que una tarea de limpiar se trata de crear una cultura y hábitos que son fundamentales

para lograr cualquier otra mejora propuesta. Por esta razón fue importante realizar un diagnóstico situacional del taller automotriz para determinar cómo se encontraba el mismo con relación a estas disciplinas.

La embotelladora de bebidas carbonatadas dentro de sus auditorías internas para garantizar la excelencia de sus áreas operativas cuenta con un programa de buenos hábitos de manufactura, para el cual se tienen programadas auditorías una vez al mes de las distintas áreas que componen a la operación.

Estas auditorías son realizadas por un equipo multidisciplinario de auditores internos de la compañía, los cuales se capacitaron previamente, mismos que son ajenos al área bajo observación. En estas rondas se evalúan 4 grandes grupos: entorno, comportamiento y prácticas, orden y limpieza y control de plagas. Cada uno de estos grupos evalúa distintas actividades y se deja evidencia por medio de correo electrónico de los hallazgos detectados en el área.

Las rondas de auditoría BHM son realizadas por un auditor interno, en compañía del encargado del área en revisión, para ir determinando posibles causas de no conformidades o planes de acción para una situación que se encuentre fuera de norma en el momento de la auditoría. En la figura 5 se puede observar el formato que se utiliza para contar con registro de dichas auditorías.

Figura 5. Formato de registro resultados BHM

Área:	TALLER AUTOMOTRÍZ	Fecha:	
Responsable de área:	ALVARO PEREZ	Verificado por:	

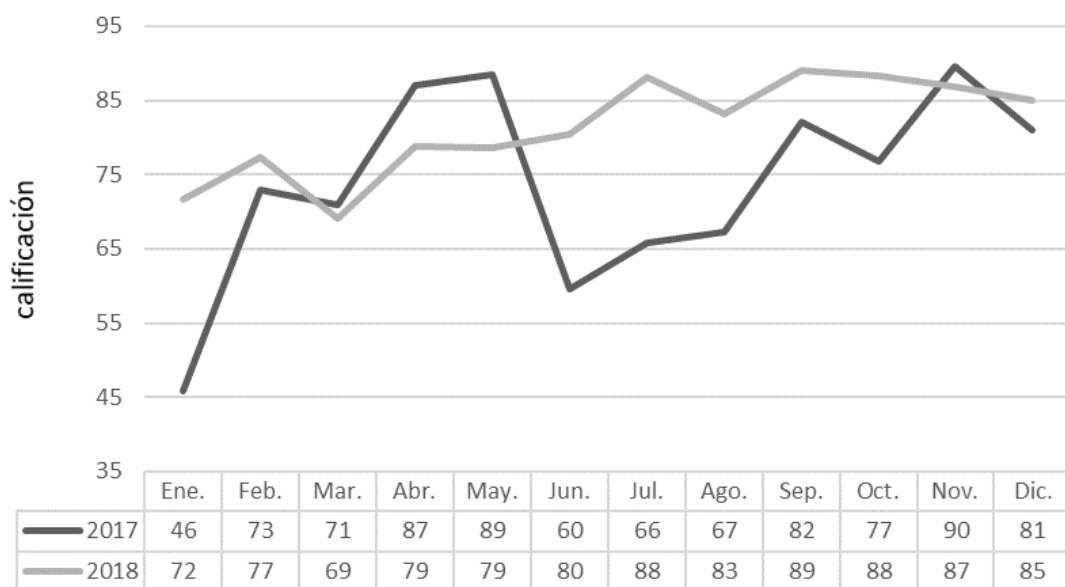
ENTORNO	HALLAZGO	OBSERVACIONES
Las áreas de almacenamiento son seguras.	CUMPLE	
Las áreas de almacenamiento protegen el producto/materiales.	CUMPLE	
Condición de recipientes para residuos están en buenas condiciones y separados correctamente.	CUMPLE	
No hay productos o materiales almacenados al aire libre o fuera del área designada.	CUMPLE	
No se observan productos o materiales colocados directamente sobre el piso.	CUMPLE	
El área está libre de equipo o materiales mal almacenado como basura, desperdicios, chatarra.	CUMPLE	
El área se encuentra ordenada.	CUMPLE	
Las estaciones de lavado de manos se encuentran correctamente acondicionadas (jabón, agua, toallas de papel, basurero) y en buen estado.	CUMPLE	
TOTAL	8	
COMPORTAMIENTOS Y PRÁCTICAS	punteo	OBSERVACIONES
Uniforme limpio y en buen estado-	CUMPLE	
Utiliza su EPP correctamente	CUMPLE	
Calzado en buen estado y sin residuos de vidrio.	CUMPLE	
No se observa presencia de objetos personales o ajenos al área de trabajo.	CUMPLE	
Consumo no autorizado de producto terminado	CUMPLE	
TOTAL	5	
ORDEN Y LIMPIEZA	punteo	OBSERVACIONES
No hay residuos de producto o materiales en el piso.	CUMPLE	
Las áreas de almacenamiento están limpias y secas.	CUMPLE	
Implementos de limpieza al alcance, limpios y ordenados. Ubicados en el área asignada.	CUMPLE	
Los envases y cajas plásticas, son usados para los fines que fueron creados originalmente. No se observan recipientes de concentrados o envases propiedad de TCCC usados para almacenar líquidos u otras sustancias.	CUMPLE	
Se observa separación de residuos en los recipientes colocados para tal efecto.	CUMPLE	
Las unidades de almacenamiento y las hileras de pallets y estanterías están protegidas del calor, polvo, condensación, olores fuertes o gases, temperaturas.	CUMPLE	
TOTAL	6	
PLAGAS	punteo	OBSERVACIONES
El área se mantiene libres de insectos, aves, roedores y otros animales.	CUMPLE	
Hay evidencia de consumo de alimentos.	CUMPLE	
Revisar trampas de roedores que estén en buen estado y colocadas estratégicamente, inspecciones al día, que las trampas sean las adecuadas al lugar colcoado.	CUMPLE	
Los drenajes están provistos de trampas contra olores y rejillas para evitar la entrada de plagas provenientes del drenaje.	CUMPLE	
TOTAL	4	

EVIDENCIA FOTOGRÁFICA

Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la embotelladora de bebidas carbonatadas.

En la figura 6 se puede observar los resultados obtenidos por el taller automotriz en las auditorías internas de buenos hábitos de manufactura para los años 2017 y 2018.

Figura 6. **Resultados de auditorías BHM para taller automotriz**



Fuente: elaboración propia, con datos obtenidos de la embotelladora de bebidas carbonatadas.

Para aprobar estas auditorías se requiere una nota mínima de 85 puntos, el promedio del taller automotriz para los años 2017 y 2018 fue de 78 puntos. Como resultado de este análisis se concluyó, que era necesario trabajar en la cultura del taller automotriz y era importante realizar acciones para mejorar este indicador basándose en los principios o pilares de las 5's.

De los resultados obtenidos de la fase de diagnóstico Lean fueron identificados los procesos con oportunidades de mejora y así aplicar las distintas

herramientas que sugiere la metodología, a continuación se listan los procesos identificados.

- Plan de abastecimiento de combustible
- Abastecimiento y almacenamiento de insumos
- Auditorías BHM

4.2. Análisis de factores que provocan retrasos y tiempos muertos en el taller automotriz.

Posterior a la fase de diagnóstico se inició con un análisis de las actividades que no agregan valor, provocan retrasos y tiempos muertos en el taller automotriz.

El primer proceso en el que se trabajó fue el plan de abastecimiento de combustible, se utilizó el mapeo de valor con el fin de obtener un detalle completo de cada una de las actividades del plan y así identificar las oportunidades del mismo y proponer mejoras.

El plan de abastecimiento de combustible es un proceso que está a cargo del área de operaciones, pero que el incumplimiento de la totalidad del mismo, generaba que el taller automotriz tuviera que salir a atender en ruta las unidades de reparto que no llevaban suficiente combustible para cumplir con su trayecto de despacho. Derivado de esto se analizó el proceso con el cual desarrollaban esta actividad cada día y así poder detectar oportunidades de mejora en el mismo y plantear un proceso mejorado.

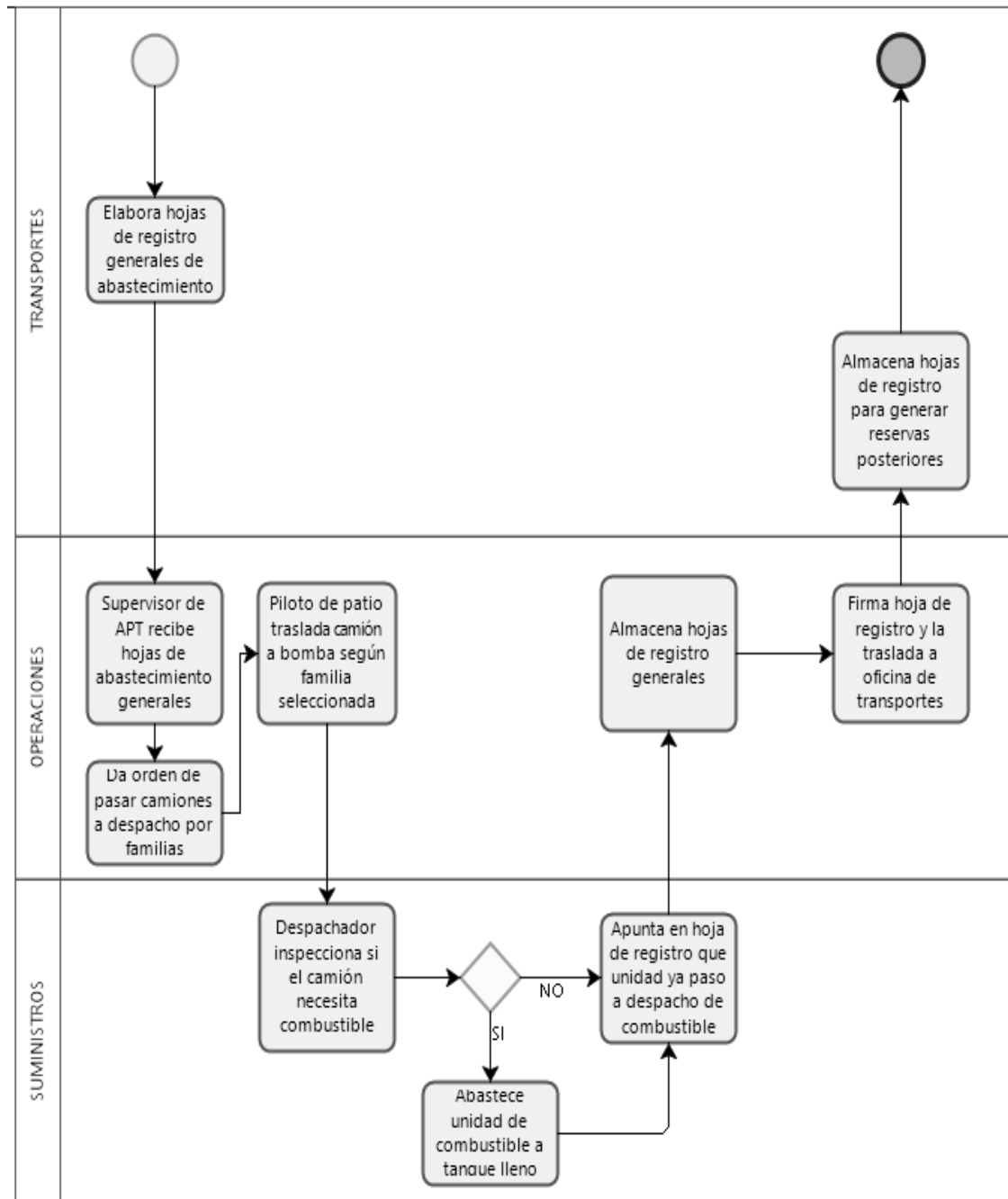
El plan de abastecimiento de combustible consiste en una rutina en la cual los camiones de reparto pasan a la bomba de despacho de combustible, a

abastecer la cantidad necesaria de diésel para poder realizar su ruta por determinado tiempo, la frecuencia de abastecimiento es definida por el departamento de transportes.

Se detectó que en el proceso se ven involucradas 3 áreas: Suministros, operaciones y transportes. El coordinador transportes se encarga de crear las frecuencias de abastecimiento, generar las hojas de registro y almacenar las mismas después de utilizarlas, el auxiliar de bodega de suministros se encarga de despachar combustible y registrar la cantidad despachada en los registros de abastecimiento de diésel y por último los pilotos de patio, que pertenecen al área de operaciones se encarga de trasladar los camiones a las bombas de despacho según la frecuencia establecida.

A continuación, se detallan los distintos pasos que seguía el proceso con el cual desarrollaba el plan de abastecimiento de combustible (ver figura 7). Importante mencionar que se utilizaban formatos de registro generales, es decir, a través del formato no se podía determinar si ya se habían abastecido la totalidad de camiones que correspondían a determinado día. También se detectó que no se llevaba un indicador para monitorear el porcentaje de cumplimiento del plan.

Figura 7. Proceso original para el abastecimiento de combustible



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio 2019.

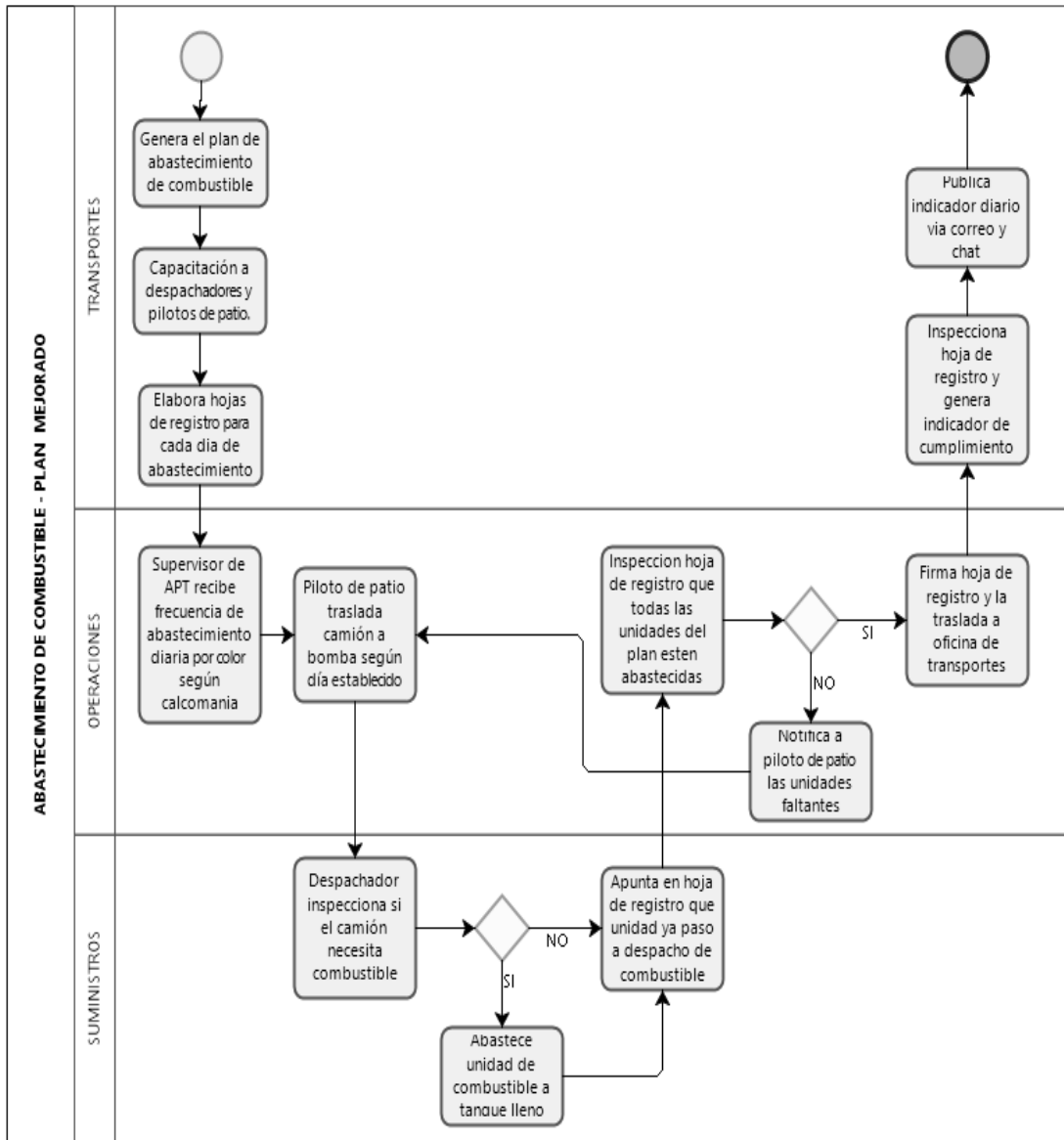
Con el fin de mejorar el proceso, se propuso una serie de cambios en el mismo. Se detectó que las actividades relacionadas con las áreas de operaciones y suministros solo necesitaban ciertos lineamientos básicos. En cambio, el área de transportes tenía ciertas actividades claves dentro del proceso. Dentro de las principales propuestas se pueden mencionar:

- Generar un plan de abastecimiento de combustible equilibrado para evitar días con alta demanda y así garantizar el cumplimiento del plan.
- Elaborar hojas de registro de abastecimiento de combustible específicas para cada día de despacho.
- Generar y publicar diariamente un indicador de cumplimiento del plan de abastecimiento de combustible.

Con hojas de registro específicas para cada día, el despachador de combustible y/o el supervisor de operaciones identificaban con facilidad si se tenía alguna unidad que éste pendiente de abastecer y así poder trasladar la misma a la bomba de despacho. Importante mencionar que el fin principal de estos cambios dentro del proceso, era garantizar el cumplimiento al 100 % del plan de abastecimiento de combustible y así poder reducir el 48 % de las atenciones de averías en ruta y mejorar la productividad del taller automotriz.

En la figura 8 se puede observar el proceso con las mejoras propuestas, a diferencia del proceso original, el cual contaba con 10 pasos, el proceso propuesto cuenta con una serie de 13 pasos. Se agregó una actividad de delimitación en las hojas de registro, una actividad de decisión en la inspección que hace el supervisor de operaciones y una actividad de seguimiento como lo es un indicador de cumplimiento del plan de abastecimiento.

Figura 8. Proceso propuesto para el abastecimiento de combustible



Fuente: elaboración propia, realizado con Microsoft Visio 2019.

Del análisis detallado del plan de abastecimiento de combustible se diseñó y propuso un nuevo proceso con propuestas de mejora que se traducen en puntos de control para garantizar el abastecimiento al 100 %.

Luego se utilizó la herramienta poka yoke, misma que es utilizada para prevenir errores antes que estos sucedan, para implementar mejoras en las principales actividades del proceso de abastecimiento de combustible.

Se realizó un análisis del parque vehicular de la compañía (Ver figura 9). La flota de unidades de reparto de la embotelladora se compone de 102 unidades. Las cuales se clasificaron por familia, se calculó el recorrido promedio que realizan las unidades con base en datos históricos, también se determinó cuántos galones de combustible consumían por día y con este dato se calculó el rendimiento promedio.

Figura 9. **Tabulación de flota de reparto con capacidad de tanque**

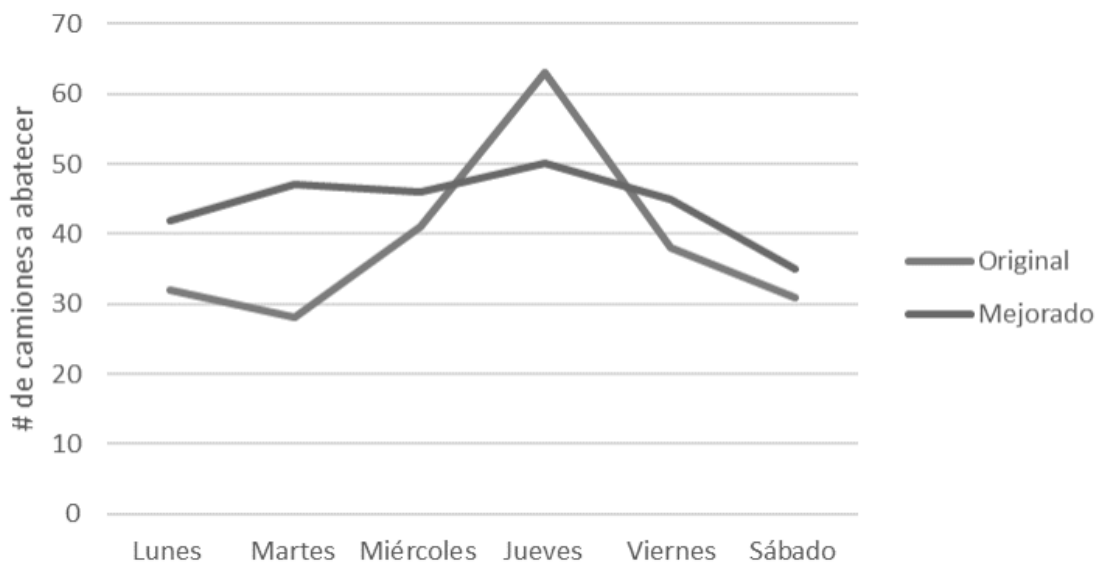
TIPO CAMIÓN	CANTIDAD	CAPACIDAD DE TANQUE (GAL)	RECORRIDO PROMEDIO KM/DIA	CONSUMO PROMEDIO GAL/SEMANA	RENDIMIENTO PROMEDIO KM/GAL
FREIGHTLINER M2	26	50	30.0	23.1	7.9
HINO 500	6	26	28.8	20.3	8.5
HINO FB2WES	3	25	45.1	22.7	11.9
HINO FD174S	2	25	47.2	20.2	14.0
HINO FF175S	10	25	53.5	28.4	9.2
HINO FF3HMSA	27	25	62.1	39.0	9.1
HINO GD174S	11	25	40.9	23.1	10.7
HINO WU340L	1	27	36.0	14.0	15.4
HINO XZU710L	1	27	49.0	18.5	15.9
MERCEDES BENZ	15	52	33.4	22.6	8.9
TOTAL	102	35.4	42.6	27.4	9.2

Fuente: elaboración propia. 2019

Para garantizar el abastecimiento de combustible diario al 100 % se calculó la capacidad máxima de abastecimiento por día. Se estableció como capacidad máxima 50 unidades por día.

Se propuso un cambio en la frecuencia del plan de abastecimiento de combustible (ver figura 10). El plan de abastecimiento propuesto es más estable y aprovecha al máximo la capacidad diaria para despachar combustible. Con el plan propuesto se garantizan 265 despachos de combustible a la semana, comparados con los 233 despachos que se tenían con el plan anterior, lo que se traduce a 14 % de aumento y esto implica un aprovechamiento al máximo los días, sin tener días saturados.

Figura 10. **Plan de abastecimiento de combustible**



Fuente: elaboración propia. 2019

Se realizó una reunión con los pilotos de patio en la cual se les presentó y explicó el nuevo proceso para abastecimiento de combustible y la manera correcta de pasar las unidades de reparto a la bomba de despacho de combustible.

Se capacitó al encargado de abastecer con diésel las unidades de reparto, para el uso correcto de las hojas de abastecimiento diarias y de la cantidad de unidades de reparto debe abastecer al día.

Se colocó una manta vinílica en la gasolinera de planta central, en la cual se colocaron los colores de las etiquetas que indican los días en los que deben abastecerse las unidades de reparto.

Se implementó la utilización de hojas de abastecimiento de diésel para las unidades de reparto (ver apéndice 4), en las cuales se especificaron las unidades a abastecer en cada día de la semana, de esta manera se pudo identificar el abastecimiento de cada unidad de una forma ordenada, como también en caso de que una unidad no llegará a abastecerse en su día indicado fuese notorio, de tal manera se dio seguimiento para abastecer al día siguiente, con el fin de evitar un auxilio en ruta debido a falta de combustible.

Se identificó con calcomanías correspondientes a los días de abastecimiento de cada unidad de reparto, estas calcomanías se colocaron en el vidrio delantero de cada unidad.

Las etiquetas fueron realizadas con base en los colores primarios y secundarios, ver figura 11. Se realizó de esta forma debido que es más fácil de percibir y procesar para una persona, haciendo que con el tiempo y práctica los

pilotos de patio reconocieran los días de abastecimiento de cada unidad de manera fácil y práctica.

Figura 11. **Etiquetas para abastecimiento de combustible**



Fuente: elaboración propia. 2019

El segundo proceso que se estudió fue el proceso de abastecimiento y almacenamiento de repuestos e insumos para el taller. Se llevó a cabo un inventario para verificar la disponibilidad que se tenía dentro de la bodega de suministros. El área cuenta con 522 tipos distintos de repuestos creados en el sistema y clasificados con un código y de los cuales únicamente se tenía existencia en bodega para 183 repuestos.

En el 65 % de los casos, cuando se requería realizar el cambio de un repuesto o insumo, era necesario enviar a un mecánico con algún proveedor autorizado para que le surtiera del mismo, esto ocasionaba atrasos a la hora de llevar a cabo una reparación y por ende una baja productividad. Como resultado de este análisis se concluyó que era necesario un reordenamiento de la bodega de suministros y establecer niveles de inventario mínimo para mantener una cantidad óptima de los repuestos o consumibles más recurrentes.

El plan de reordenamiento de la bodega de suministros se efectuó con el fin de cumplir los siguientes puntos:

- Aprovechar el espacio disponible en bodega de suministros.
- Usar un correlativo entendible entre estanterías.
- Establecer una señalización clara e intuitiva.
- Separar los repuestos por marcas.
- Llevar un control más rápido y eficiente de los repuestos.
- Crear matriz de repuestos.

El reordenamiento de la bodega inició con el desarmado y armado de estanterías para obtener un diseño homogéneo del área, posteriormente se procedió a la colocación de estanterías en el lugar designado.

A continuación, se realizó una depuración de las piezas almacenadas en el área que no estaban relacionados con el departamento de taller automotriz y así dejar únicamente las piezas que pertenecen al área.

Se ejecutó una limpieza de estanterías, eliminando el etiquetado y rotulándolas de nuevo. Se llevó a cabo un ordenamiento, clasificación y ubicación de la sección "Taller Automotriz" en un 100 %. Se tomó la decisión de hacer una separación de repuestos por marcas y tipología, esto para poder realizar el etiquetado y rotulado de estanterías (Ver figura 12), esto para que los repuestos sean fáciles de encontrar y no tener retrasos en las tareas de mantenimiento.

Figura 12. **Estanterías ordenadas y etiquetadas por familia**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

Con la bodega ya ordenada y clasificada por códigos, se generó una matriz, ver figura 13, en la cual se colocó la ubicación de los repuestos en la estantería según su código y ubicación, el nivel de inventario máximo y mínimo para garantizar que no se agoten las existencias, pero tampoco se tenga más de lo necesario dentro del bodega.

Figura 13. Matriz de repuestos de taller

Almacén	Material	Texto breve material	Marca	Ubicación	Unidad medida	Grupo de artículos	Descripción Grupo	Stock Máximo	Stock Mínimo
3002	12200120340	BATERIA MAGNUM 27BN50-Z	REP.VARIOS	TA0301-001	PZA	A0259	Miscelaneos	10	4
3002	12200120343	BATERIA MAGNUM 27F1150-K	REP.VARIOS	TA0302-002	PZA	A0259	Miscelaneos	6	3
3002	12200120345	BATERIA MAGNUM 27BN-70Z	REP.VARIOS	TA0304-004	PZA	A0259	Miscelaneos	4	2
3002	12200120656	BATERIA MAGNUM 27 BN-120	REP.VARIOS	TA0305-005	PZA	A0259	Miscelaneos	4	2
3002	12200120380	TUBO 900X20	REP.VARIOS	TA0306-001	PZA	A0042	Miscelaneos	10	3
3002	12200120381	TUBO 1000R20	REP.VARIOS	TA0307-002	PZA	A0042	Miscelaneos	10	3
3002	12200119816	PINTURA COLOR NEGRA EN SPRAY	REP.VARIOS	TA0401-001	PZA	A0455	Miscelaneos	12	4
3002	12200120374	PINTURA COLOR ROJA EN SPRAY	REP.VARIOS	TA0401-002	PZA	A0455	Miscelaneos	12	4
3002	12200120377	PINTURA COLOR VERDE EN SPRAY	REP.VARIOS	TA0401-003	PZA	A0455	Miscelaneos	12	4
3002	12200120364	GRASA EN SPRAY P/CORROCIÓN (11 ONZ	REP.VARIOS	TA0402-001	PZA	A0455	Miscelaneos	20	4
3002	12200120375	SPRAY LIMPIA BORNERS DE BATERIA	REP.VARIOS	TA0402-002	PZA	A0259	Miscelaneos	10	2
3002	12200119777	LUBRICANTE PARA FAJA EN SPRAY	REP.VARIOS	TA0402-003	PZA	A0447	Miscelaneos	10	4
3002	12200120350	WD-40 (AFLOJA TODO) 08 ONZ. (Automotriz)	REP.VARIOS	TA0402-004	PZA	A0455	Miscelaneos	20	5
3002	12200120351	SILICONE BLANCO (85 GRAMOS) (Automotriz)	REP.VARIOS	TA0403-001	PZA	A0455	Miscelaneos	15	5
3002	12200120352	SILICONE ROJO (85 GRAMOS) (Automotriz)	REP.VARIOS	TA0403-002	PZA	A0455	Miscelaneos	15	5

Fuente: elaboración propia. 2019

Esta matriz se trasladó al encargado de la bodega de suministros, quien parametrizó los datos de esta dentro del programa que se utiliza para controlar los niveles de inventario en bodega y así, al ejecutar las salidas de insumos y llegar al nivel mínimo, generar una requisición de repuestos de forma automática, lo que generó como resultado que se cuenten con los repuestos en tiempo y forma para la reparación de camiones en taller automotriz.

La metodología *Lean Manufacturing* plantea distintas herramientas básicas, las cuales son aplicables para mejorar la cultura organizacional, incrementar la productividad de una empresa o la efectividad de los equipos utilizados dentro del área en la cual se esté implementando, el enfoque de esta investigación se orientó a mejorar la productividad del taller automotriz, por este motivo, se orientaron las herramientas sugeridas por la metodología con este propósito.

En secuencia con los resultados obtenidos en la fase de diagnóstico, después de encontrar posibles oportunidades de mejora se inició con eventos *Kaizen* con la finalidad de dar participación al personal del taller automotriz para

reducir desperdicios, mejorar la calidad y las condiciones de trabajo dentro del área. Es vital la participación e involucramiento de todo el equipo para el éxito de los eventos Kaizen.

En la figura 14 se pueden observar diversos eventos Kaizen que fueron llevados a cabo, estos fueron enfocados a reducir la cantidad de averías en ruta que se atienden dentro del taller automotriz y también se plantearon iniciativas para reducir los tiempos de reparación de camiones dentro del taller.

Figura 14. **Eventos Kaizen**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

En los eventos Kaizen se enlistaron distintas ideas, se agruparon y se seleccionaron en conjunto las principales propuestas de mejora. La primera propuesta que se implementó como resultado de estos talleres fue la colocación de conos de identificación a los camiones para agilizar la descarga de los mismos e ingresarlos al taller.

El objetivo de colocar conos a los camiones era reducir el tiempo de espera para descargar producto que estos trajeran de regreso de la ruta de reparto y así poder ingresarlos a taller, importante mencionar que la empresa tiene como política que una unidad no puede ingresar al taller automotriz si aún está cargado de producto o envase, esto para evitar riesgos de contaminación. El problema radicaba en que el proceso de descarga se llevaba en promedio de 50 minutos, esto debido a que no se priorizaban los camiones que tenían que pasar a taller por alguna reparación.

En la figura 15 se pueden observar los conos que se adquirieron, se utilizaron de 2 colores para diferentes actividades. La aplicación de esta mejora redujo el tiempo de descarga de camiones de 50 a 15 minutos por unidad.

Figura 15. **Conos para descarga de camiones**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

Por último, fueron utilizadas las 5's para organizar las áreas del taller y mejorar la cultura de orden, limpieza y evitar acumulación de repuestos que no son necesarios o no reparables dentro del taller automotriz. Las 5's están catalogadas como parte de las herramientas básicas de la metodología *Lean Manufacturing*, se consideran básicas debido a que son el fundamento de las actividades de mejora, es decir, no se puede mejorar si no se tiene arraigada una cultura de orden, selección y limpieza. Dentro del taller el enfoque de las 5's fue mantener las áreas de trabajo limpias y ordenadas y crear una cultura de organización en los colaboradores.

El primer pilar de las 5's se conoce como seleccionar o *seiri*, este consiste en tener única y exclusivamente lo necesario en las áreas de trabajo. En la figura 16 se muestra el proceso de depuración que se llevó a cabo dentro del taller automotriz, con esto se logró liberar 30 % de espacio dentro del taller.

Figura 16. **Depuración de repuestos bajo filosofía de las 5's**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

El segundo pilar de las 5's se conoce como organizar o *seitoni*, este consiste en asignar un lugar estratégico para cada utensilio, herramienta o insumo en el área de trabajo, Este pilar es importante ya que el organizar evita perder tiempo buscando algo cuando se requiere utilizar. Para mantener las áreas de trabajo ordenadas se implementaron 2 mejoras:

- Identificación de piezas con código de color (ver figura 17) y clasificándolas por familia.
- Elaboración de una estructura para almacenamiento de llantas (ver figura 19), con el objetivo de no almacenar las mismas en piso.

Figura 17. **Ordenamiento de piezas por código de color**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

Figura 18. **Estantería para almacenamiento de llantas**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

El tercer pilar de las 5's se conoce como limpiar o seiso, este pilar consiste en eliminar la suciedad generada en las áreas de trabajo, más que limpiar, tiene como objetivo no ensuciar. Dentro del taller se estableció un programa de limpieza de pisos y herramientas. La limpieza profunda de pisos se realiza dos veces a la semana y la limpieza de áreas de trabajo se realizan de forma diaria. En la figura 19 se puede observar una limpieza profunda de pisos, la cual es parte de este pilar.

Figura 19. **Limpieza de pisos del taller automotriz**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

La estandarización o Seiketsu consiste en establecer una rutina para que los primeros 3 pasos se hagan de forma cotidiana. Para el cumplimiento de este pilar, se responsabilizó a cada colaborador de un área específica, esto adicional a su espacio designado de trabajo. Fueron asignadas diarias y semanales, y se estableció un formato de registro para estas actividades (ver apéndice 3). En la figura 20 se evidencia el orden y la limpieza del área de trabajo.

Figura 20. **Resultados de las actividades de orden y limpieza**



Fuente: [Fotografía de Alvaro Pérez]. (Guatemala. 2019). Colección particular. Archivo personal.

4.3. Indicadores claves de desempeño

Para el cumplimiento del tercer objetivo, fueron establecidos nuevos indicadores para dar seguimiento a las mejoras implementadas en los procesos seleccionados.

Se implementó un indicador de seguimiento a la ejecución del plan de abastecimiento de combustible. En el mismo se fijaron parámetros de calificación que son: excelente, satisfactorio e insatisfactorio, los cuales se establecieron con nota de 100 %, 96 % y 95 % respectivamente, los resultados se fueron tabulando en una hoja de excel para ir midiendo el cumplimiento al plan (Ver la figura 21).

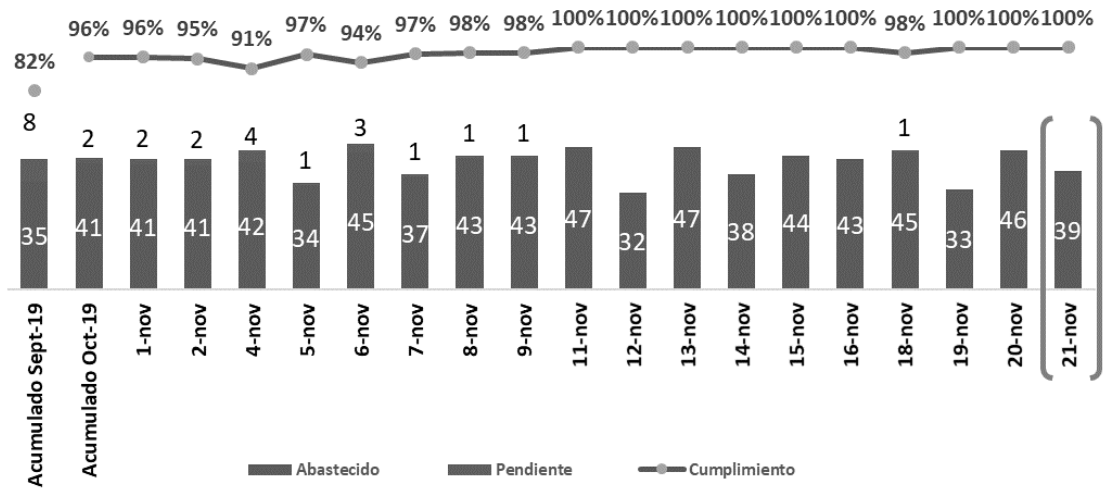
Figura 21. **Indicador de cumplimiento de plan de combustible**

	Acumulado Sept-19	Acumulado Oct-19	1-nov	2-nov	4-nov	5-nov	6-nov	7-nov	8-nov	9-nov	11-nov	12-nov	13-nov	14-nov	15-nov	16-nov	18-nov	19-nov	20-nov	21-nov	Total
Plan	43	42	31.28	46	49	36	51	42	48	46	49	36	51	42	48	46	49	36	51	42	45
Pendiente	8	2	2	2	4	1	3	1	1	1	2	4	4	4	4	3	1	3	5	3	2
Abastecido	35	41	41	41	42	34	45	37	43	43	47	32	47	38	44	43	45	33	46	39	41
Taller	3	3	2	3	3	1	3	4	4	2	4	4	4	4	3	4	3	3	5	3	3
Pendiente	● 18%	● 4%	● 4%	● 5%	● 9%	● 3%	● 6%	● 3%	● 2%	● 2%	● 0%	● 0%	● 0%	● 0%	● 0%	● 0%	● 2%	● 0%	● 0%	● 0%	● 4%
Cumplimiento	● 82%	● 96%	● 96%	● 95%	● 91%	● 97%	● 94%	● 97%	● 98%	● 98%	● 100%	● 100%	● 100%	● 100%	● 100%	● 100%	● 98%	● 100%	● 100%	● 100%	● 96%
Auxilio Diésel	43	43	42.868	43	46	35	48	38	44	44	47	32	47	38	44	43	46	33	46	39	43

Fuente: elaboración propia. 2019

La información digitada generó un gráfico, ver figura 22, el cual se empezó a compartir a diario a las áreas involucradas con el objetivo de ir dando visibilidad de los avances y cerrar brechas con relación al plan. Se planteó como objetivo el cumplimiento del 100 % del plan.

Figura 22. **Gráfico de cumplimiento de plan de combustible**

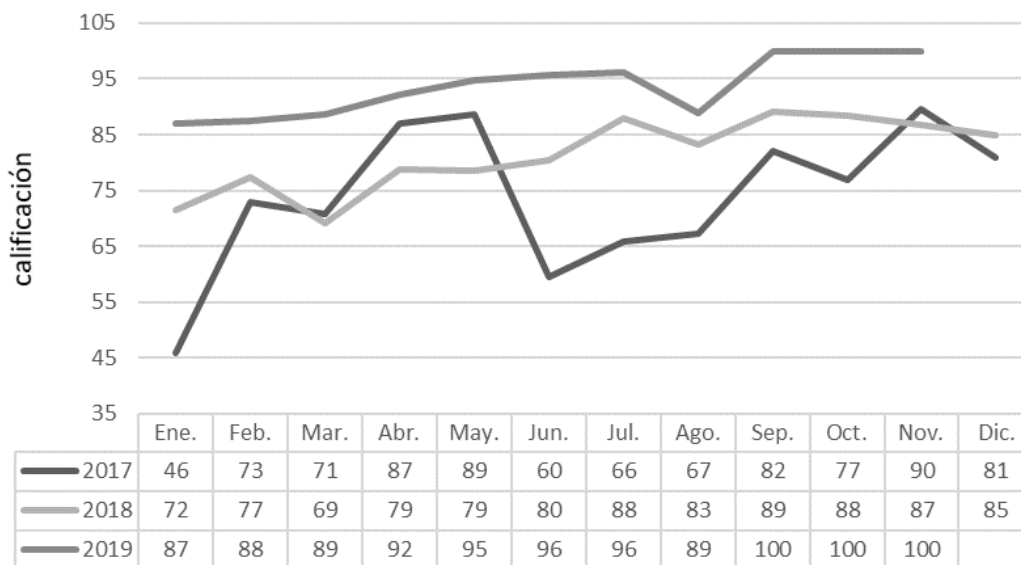


Fuente: elaboración propia. 2019

Los resultados para los últimos 3 meses, donde se implementó el nuevo proceso y se empezó a medir el cumplimiento de abastecimiento cerró con un acumulado de 82 % de cumplimiento para el primer mes, para el segundo mes, con el seguimiento oportuno al plan y la comunicación adecuada del mismo se logró un cumplimiento del 96 % y el último mes se cerró con un cumplimiento del 97 %.

Para medir la cultura de orden y limpieza, como herramienta de seguimiento o Shitsuke se utilizó el indicador de las auditorías BHM, ver figura 23. El cual se revisa en conjunto con los operarios para fortalecer las áreas de oportunidad resultantes de los hallazgos.

Figura 23. **Resultados de la estandarización de orden y limpieza**



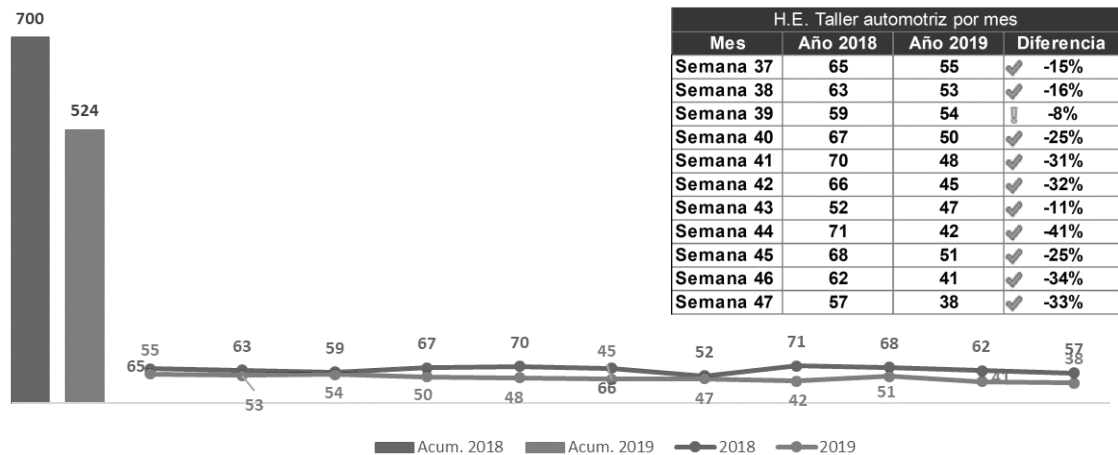
Fuente: elaboración propia. 2019

El taller automotriz cerró el año 2019 con un promedio de 94 puntos, este resultado denota una mejoría de 16 por ciento con respecto a los 2 años

anteriores y también refleja una estabilidad en los hábitos de los colaboradores, quienes, al verse involucrados directamente en los resultados, muestran su compromiso para alcanzar la excelencia operativa del área.

Derivado de las distintas mejoras implementadas, también se monitoreo el indicador de horas extras generadas por el personal de taller (Ver figura 24). cómo se puede observar en la gráfica, se obtuvo una reducción de horas extras acumuladas de 25 %.

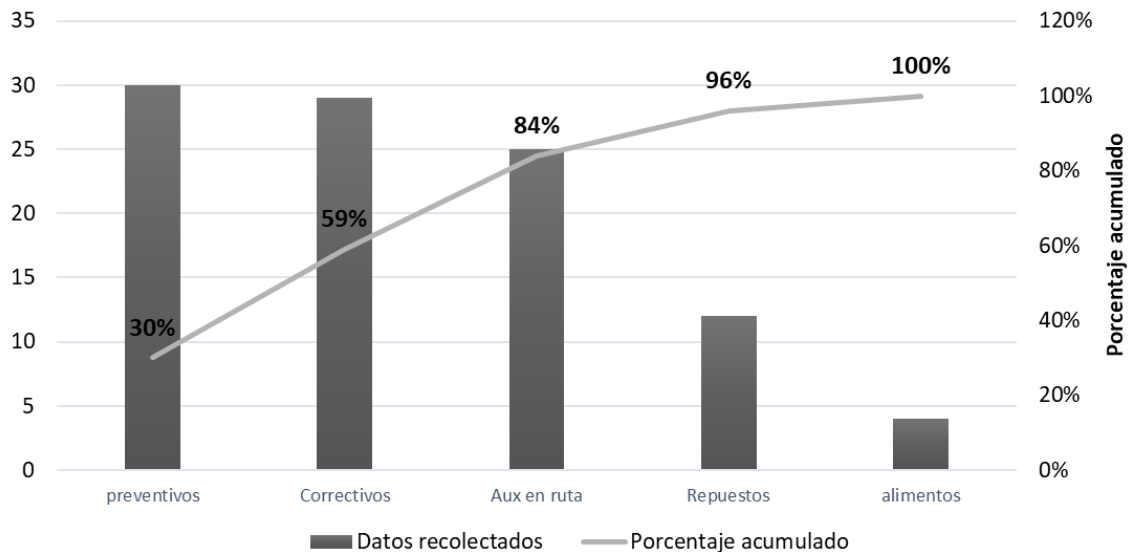
Figura 24. **Pago de horas extras taller automotriz**



Fuente: elaboración propia. 2019

Por último, se realizó un diagnóstico del tiempo efectivo de taller con las mejoras implementadas. En la figura 25 se pueden observar los resultados obtenidos de este análisis.

Figura 25. **Tiempo efectivo de taller con mejoras implementadas**



Fuente: elaboración propia. 2019

Al analizar el gráfico, se observa que con las mejoras establecidas se emplea un 59 % del tiempo efectivo de taller para realizar mantenimientos preventivos y correctivos a la flota de camiones, es decir, un aumento del 40 % con respecto al tiempo empleado previo a la implementación de las mejoras.

También se obtuvo una reducción de 27 % del tiempo empleado para atender averías en ruta y un 12 % de reducción en tiempo empleado para la adquisición de repuestos para la reparación de vehículos, ya sea que se obtuvieran en bodega o por medio de un proveedor.

5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Para la discusión de resultados, fueron determinados aspectos importantes, tanto positivos como negativos del desarrollo de la metodología *Lean Manufacturing* aplicada al taller automotriz de una embotelladora de bebidas carbonatadas para mejorar la productividad del mismo.

5.1. Identificación de procesos y procedimientos que se deben de mejorar

Para el cumplimiento del primer objetivo se realizó un diagnóstico *Lean*. Este diagnóstico ayudó a identificar los procesos internos del taller automotriz que generaban retrasos, se obtuvo resultados satisfactorios que fueron el sustento de las siguientes fases de la investigación. Se hizo uso un diagrama de Pareto, basándose en datos históricos y observación directa para encontrar aquellas actividades más recurrentes, no generen valor y que afectan directamente a la productividad del taller automotriz.

En esta parte del trabajo de investigación, fueron detectadas oportunidades en el tiempo empleado para atender auxilios o averías en ruta, los cuales ocupaban un 52 % del tiempo efectivo del taller.

La búsqueda de repuestos era compleja, las áreas no estaban ordenadas y no se contaba con inventarios suficientes para suplir la demanda, lo que generaba que los mecánicos emplearán tiempo de trabajo para conseguir repuestos con proveedores externos.

Tampoco se tenía una cultura de orden y limpieza dentro de las distintas áreas del taller, lo que ocasionaba que se tuviera acumulación de piezas dentro de las mismas y no se tenía visibilidad si estas estaban en buenas o malas condiciones.

Es importante mencionar, que durante la fase de observación no fueron observados hallazgos de los mecánicos con tiempos muertos, es decir, siempre empleaban su tiempo en realizar una actividad, esto en reiteradas ocasiones tiende a ser objeto de discusión, puesto a que, si bien los mecánicos están ocupando su tiempo, hay que hacerse la interrogante de qué tan importante o necesaria es la actividad que están realizando.

Castrejón (2016) en su investigación, hace énfasis en la estandarización de procesos para hacer más productivas las áreas, reducir despilfarros y mejorar los tiempos de trabajo. Al hacer el diagnóstico del taller se pudo observar que cada mecánico realizaba las tareas de forma distinta y a su ritmo, utilizaban en distintas cantidades los insumos y consumibles, esto genera una dificultad a la hora de hacer mediciones y querer implementar mejoras los procesos, por lo que se considera vital, como menciona Castrejón, la estandarización de los procesos si se quieren obtener resultados significativos en temas de productividad y ahorros.

5.2. Factores que provocan retrasos y tiempos muertos en el taller automotriz

Para el cumplimiento del segundo objetivo, fueron analizados detalladamente datos históricos e información recabada sobre los procesos detectados con oportunidades de mejora. Parte importante de esta investigación fue el emplear herramientas de calidad para determinar las oportunidades de mejora en dichos procesos.

Cardona (2020) concluyó en su estudio que las herramientas de la metodología *Lean Manufacturing*, que más impactan en el mejoramiento productivo de las empresas son: *Just In Time*, *value stream mapping*, 5's, TPM, Kaizen y SMED. Si bien la metodología *Lean Manufacturing* brinda distintas herramientas que pueden ser aplicadas según las necesidades de cada proceso.

En esta investigación las que dieron resultados positivos de forma inmediata fueron los talleres Kaizen de donde se obtuvo varias ideas de mejoras a aplicar, 5's para mejorar la cultura de orden y limpieza del taller y la estandarización de procesos.

La metodología *Lean Manufacturing*, puede ser empleada para cubrir distintas necesidades o problemas dentro de una empresa, área o proceso. Cifuentes (2019) utilizó la metodología *Lean Manufacturing* para mejorar la confiabilidad de los productos terminados de una empresa de fundición de metales, la mejora se logró por medio de la eliminación de todas las actividades innecesarias o que no agregan valor a un proceso.

Si bien, el fin de esta investigación no fue el mismo, es importante mencionar que hay varias actividades que se realizaban, como atender auxilios en ruta por falta de abastecimiento de combustible, en las cuales se puede decir que el personal estaba cumpliendo una función, pero realmente estas actividades no agregaban valor y solo generaban que los mecánicos no se enfocarán en las tareas realmente importantes.

Al analizar la información histórica de las averías en ruta, se detectó que el 48 % de estas eran por causa de un plan de abastecimiento de combustible complejo, el cual no tenía roles y rutinas establecidas y no se tenía un seguimiento al mismo. Se analizó la frecuencia de abastecimiento y se detectó

que la misma era muy variada, teniendo días con una demanda demasiado alta y otros con holgura significativa. Es importante que un proceso tenga una frecuencia de actividades estable y que esta no supere la capacidad del mismo, esto hace el proceso más ágil y fácil de dar seguimiento.

Se hizo ajustes al plan de abastecimiento de combustible, cambiando la frecuencia de este, delimitando las hojas de registro para un control más ágil y aumentando la capacidad de despacho diaria. Se vio una mejora en los resultados obtenidos en comparación con los datos históricos, eliminando con esto los auxilios en ruta por concepto de abastecimiento de combustible, beneficiando con estas mejoras al taller automotriz, como también la efectividad de reparto.

Los eventos Kaizen y el involucramiento del personal, generaron distintas iniciativas para mejorar los tiempos de atención en el taller automotriz. Importante resaltar que una iniciativa que surgió de los distintos eventos fue colocar conos de identificación a los camiones que debían de trasladarse a taller, esto dio como resultado inmediato una reducción del 70 % del tiempo de espera para ingresar las unidades limpias al área de trabajo. Esta mejora no se tenía mapeada como parte del diagnóstico inicial, pero surgió como propuesta de un colaborador y al final el impacto de la implementación dio resultados favorables.

Las 5's son un pilar fundamental de la metodología *Lean Manufacturing*, en esta investigación fueron fundamentales para mejorar la planificación del abastecimiento de insumos y también para mejorar la cultura de orden y limpieza dentro del taller automotriz. Lo importante a resaltar es que trabajar con las 5's no significa limpiar y ordenar en un momento determinado, más bien es crear una cultura en las áreas de trabajo para que siempre se mantengan en óptimas condiciones.

Esta parte fue una de las más complicadas de trabajar con el equipo, puesto a que el personal sugería asignar días y horarios de limpieza a cada grupo de mecánicos, si bien la propuesta no era descartada del todo, se enfocaron los esfuerzos en que cada uno de los colaboradores se identificaran con mantener el área en óptimas condiciones y también en los resultados y retroalimentación de las auditorías BHM que obtenía el taller.

5.3. Indicadores de desempeño del taller automotriz

Uno de los objetivos de esta investigación era mejorar en 25 % la productividad del taller automotriz, por medio de la identificación de oportunidades y propuestas de mejora a los procesos se logró un incremento de la productividad del 40 %, resultado que supera las expectativas planteadas en los objetivos de esta investigación.

Para llegar a este resultado fueron reducidos los auxilios en ruta, que era la tarea en la cual se invertía mayor cantidad de tiempo, se identificó que los auxilios por abastecimiento de combustible eran los más recurrentes y se replanteo el proceso de abastecimiento de combustible, logrando eliminar este tipo de atención en ruta.

Adicional, se hizo una reorganización y limpieza del área de insumos de taller, se analizaron los niveles óptimos de inventario y se fijó un punto de reorden para garantizar la disponibilidad de insumos.

Con la mejora de estos procesos, se logró mejorar el tiempo que empleaban los mecánicos del taller automotriz para trabajos preventivos y correctivos a las unidades de reparto. Esto fue fundamental para mejorar la productividad del taller, debido a que los esfuerzos del personal estaban enfocados a las tareas

que realmente agregaban valor, el impacto fue tal, que durante los 3 meses siguientes las horas extras se redujeron en 25 %.

CONCLUSIONES

1. Se elaboró un diagnóstico por medio del cual fueron identificadas las principales actividades con oportunidades de mejora, mismas que fueron analizadas y se seleccionaron las que tienen mayor impacto negativo sobre la productividad del taller automotriz.
2. Mediante la aplicación de herramientas de la calidad y el análisis de datos históricos se logró identificar aquellos factores que provocan retrasos y tiempos muertos dentro de las actividades seleccionadas, fueron generadas acciones de mejora para el proceso de abastecimiento de combustible y el nivel de inventario de bodega de suministros.
3. Se implementó mejoras e indicadores de seguimiento en los procesos que generaban retrasos en el taller automotriz. Se obtuvo una reducción en los auxilios en ruta del 27 % con relación a los datos históricos, también se obtuvo una mejora del 12 % en el tiempo empleado para la obtención de repuestos para las distintas reparaciones.
4. Con la utilización de las distintas herramientas ofrecidas por la metodología *Lean Manufacturing*, se obtuvo una mejora en la productividad del taller automotriz del 40 %, enfocándose en aquellas actividades que eran las principales causas de retrasos y que no agregaban valor, sobrepasando lo planteado en el objetivo de esta investigación, que fue del 25 % de mejora.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere realizar diagnósticos periódicos para ir identificando las actividades que tienen oportunidades de mejora como parte de un proceso de mejora continua.
2. La tabulación de datos de forma clara y concisa, aplicando las distintas herramientas de la calidad permiten identificar aquellos factores que provocan retrasos y tiempos muertos.
3. Establecer revisiones constantes de los indicadores de taller y analizar principales factores que generan variación en los mismos, este es el principio de un ciclo de mejora continua.
4. Extender la implementación de la metodología *Lean Manufacturing*, al resto de procesos del taller automotriz y otras áreas de la embotelladora de bebidas carbonatadas para reducir costos y despilfarros, mejorar la productividad y los procesos.

REFERENCIAS

1. Barcia, K. (2007). *Metodología para mejorar un proceso de ensamble aplicando el mapeo de la cadena de valor (VSM)*. Revista tecnológica ESPOL. 20(1), pp. 31-38.
2. Bustamante, L.; Porto, I.; Hernández, F. (2013). *Gestión estratégica de las áreas funcionales de una empresa: una perspectiva competitiva internacional*. Revista de investigación, desarrollo e innovación, 4(1), pp. 56-68.
3. Cano, M. (2016). *Optimización de recursos en una microempresa de manufactura utilizando algunas de las herramientas de Lean Manufacturing*. (Tesis de Maestría en Ciencias con especialidad en administración de negocios). Instituto Politécnico Nacional, México.
4. Cárdenas, E. (2017). *Modelo de gestión de la productividad en los ámbitos de la seguridad, el medioambiente y la calidad empresariales, aplicando herramientas Lean*. (Tesis de Maestría en Salud Ocupacional y Seguridad en el Trabajo). Universidad del Azuay, Ecuador.
5. Cardona, J. (2013). *Modelo para la implementación de técnicas Lean Manufacturing en empresas editoriales*. (Tesis de Maestría en Ingeniería Industrial). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

6. Cardona, R. (2020). *Diseño de una propuesta metodológica para la implementación de la filosofía Lean Manufacturing en la cadena de abastecimiento del sector textil-confecciones de la ciudad de medellin*. (Tesis de Maestría en Gerencia de la cadena de abastecimiento). Universidad EAN, Colombia.
7. Castellanos, A. (2009). *Manual de la gestión logística del transporte y la distribución de mercancías*. Colombia: Ediciones Uninorte.
8. Castrejón, A. (2016). *Implementación de herramientas de Lean Manufacturing en el área de empaque de un laboratorio farmacéutico*. (Tesis de Maestría en Ingeniería). Instituto Politécnico Nacional, México.
9. Chopra, S.; Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
10. Cifuentes, E. (2019). *Procesos productivos con Lean Manufacturing para la calidad de los productos terminados en la empresa de fundición aleaciones técnicas especiales SAC*. (Tesis de Maestría en Gestión de operaciones y productividad). Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú.
11. Elkhy, R. (2017). *Reingeniería de procesos en la fabricación de unidades odontológicas aplicando la metodología de las ocho disciplinas*. (Tesis de Pregrado en Ingeniería Mecatrónica). Universidad Tecnología del Perú, Perú.

12. Ferrel, O.; Hirt, F.; Ramos, L. (2010). *Introducción a los negocios en un mundo cambiante*. México: McGraw-Hill.
13. Fuentes, M. (2004). *Organización de un taller de servicio automotriz*. (Tesis de Pregrado en Ingeniería Mecánica). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
14. Gutiérrez, H. (2010). *Calidad total y productividad*. México: McGraw-Hill Interamericana.
15. Hernández, R.; Fernández, C.; Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
16. Lacalle, G. (2013). *Gestión logística y comercial*. España: Editorial Editex.
17. López, C. (2009). *Generación y validación de bases de datos y formularios para la sistematización en el proceso de preventa, preentrega y entrega de proyectos de vivienda*. (Tesis de Especialización en Gerencia de Construcciones). Universidad de Medellín, Colombia.
18. Manso, I. (2012). *Propuestas para el mejoramiento de la calidad del proceso de producción de refresco carbonatado en la UEB Embotelladora Central Osvaldo Socorrás*. (Tesis de Maestría en Ingeniería). Universidad Central Marta Abreu de Las Villas, Cuba.
19. Maticorena-Torres, L. (2016). *Elaboración de una bebida carbonatada de algarrobina*. (Tesis de Pregrado en Ingeniería Industrial y de Sistemas). Universidad de Piura, Perú.

20. Pillajo, A. (2014). *Estudio para la implementación de los conceptos Lean Management de un taller automotriz en la Armenia-Conocoto*. (Tesis de Maestría en Administración de Empresas). Universidad Israel, Ecuador.
21. Portugal, A.; Huertas, J.; Contreras, N. (2018). *Implementación de herramientas Lean Manufacturing para mejorar productividad en planta de producción de galletas*. (Tesis de Maestría en dirección de operaciones y logística). Universidad peruana de ciencias aplicadas, Perú.
22. Prokopenko, J. (1987). *La gestión de la productividad (manual práctico ISBN 92-2-105901-4)*. Suiza, Organización Internacional del Trabajo.
23. Puche, J.; Costas, J. (2011). *Una mejora de proceso por técnicas de simulación discreta: reducción de "mura"*. Revista Dyna, 86(4), pp. 377-380.
24. Rajadell, M.; Sánchez, J. (2010) *Lean Manufacturing, la evidencia de una necesidad*. España, Ediciones Díaz de Santos.
25. Real Academia Española. (s.f.). Comodín. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/comod%C3%ADn>
26. Real Academia Española. (s.f.). Distribución. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/distribuci%C3%B3n?m=form>

27. Real Academia Española. (s.f.). Embotellador. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/embotellador>
28. Real Academia Española. (s.f.). Gaseoso. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/gaseoso#lylLSfa>
29. Real Academia Española. (s.f.). Mantenimiento. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/mantenimiento?m=form>
30. Real Academia Española. (s.f.). Mecánico. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado en 02 de diciembre de 2021, de <https://dle.rae.es/mec%C3%A1nico>
31. Render, B.; Heizer, J. (2004) *Principios de administración de operaciones*. México: Pearson educación.
32. Rodríguez, F. (2009). *Funciones del coordinador/a TIC. Estudio de caso en un centro de la capital onubense*. Revista de educación, 7(2005), pp. 183-192.
33. Ruiz, J. (2016). *Implementación de la metodología Lean Manufacturing a una cadena de producción agroalimentaria*. (Tesis de Maestría en Ingeniería Aeronáutica). Universidad de Sevilla, España.

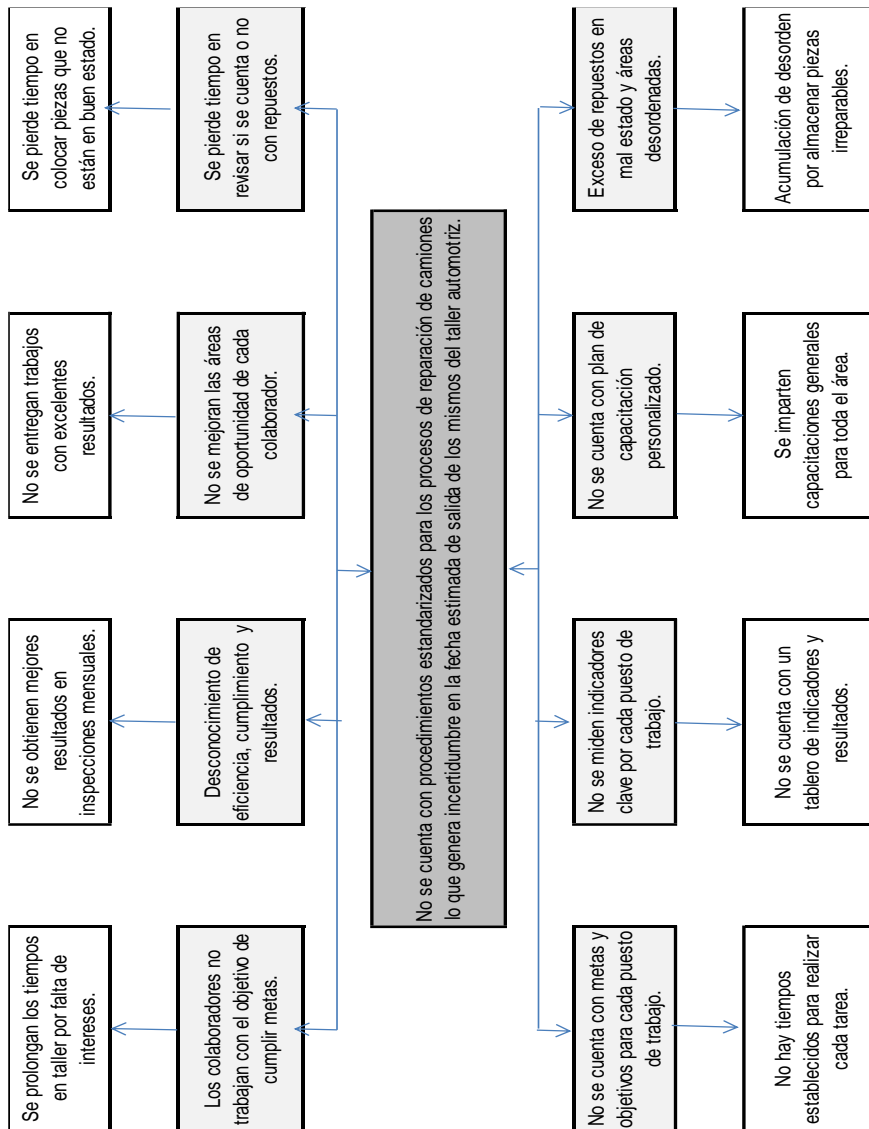
34. Sepúlveda, J. (2008). *Aplicación de Lean Management al ciclo de maduración en una empresa industrial*. (Tesis de Maestría en Gestión y Dirección de Empresas). Universidad de Chile, Chile.
35. Serna, S. (2001). *Implementación de Lean Manufacturing en la línea número 7 de la compañía Hoffman Planta de Reynosa*. (Tesis de Maestría en Ciencias de la Administración con Especialidad en Producción y Calidad). Universidad Autónoma de Nuevo León, México.
36. Socconini, L. (2008). *Lean Manufacturing paso a paso*. México: Grupo Editorial Norma.
37. Taipe, J.; Pazmiño, J. (2015). *Consideración de los factores o fuerzas externas e internas a tomar en cuenta para el análisis situacional de una empresa*. Revista publicando, 2(2), pp. 163-183.
38. Tavares, L. (2000). *Administración moderna de mantenimiento*. Brasil: Novo Polo Publicaciones.
39. Tuarez, C. (2013). *Diseño de un sistema de mejora continua en una embotelladora y comercializadora de bebidas gaseosas de la Ciudad de Guayaquil por medio de la aplicación del TPM*. (Tesis de Maestría en Gestión de la Productividad y la Calidad). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Ecuador.
40. Vargas, M. (2007). *Distribución de planta de un taller de mantenimiento automotriz para vehículos de hasta 3 toneladas para transporte de*

pasajeros. (Tesis de Especialización en Ingeniería Mecánica).
Escuela Politécnica Nacional, Ecuador.

41. Zambrano, G. (2011). *Administración de la producción*. España: Grupo Editorial Benavides.
42. Zúñiga, R. (2005). *Operaciones: concepto, sistemas, estrategias y simulación*. Revista Latinoamericana de Administración, 34(1), pp. 1-19.

APÉNDICES

Apéndice 1. Herramientas para la interpretación y análisis de datos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Hoja de registro de actividades

HOJA DE REGISTRO DE TAREAS			 USAC <small>TRICENTENARIA</small> <small>Universidad de San Carlos de Guatemala</small>
CODIGO OPERARIO _____		NOMBRE OPERARIO: _____	
		ÁREA: _____	
PROCESO: _____	HORA INICIO _____	HOR A FIN _____	TIEMPO TOTAL _____
No. De Actividad	Nombre de la actividad o tarea realizada	Detalle de la actividad o tarea realizada	Observaciones (agrega valor)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
_____		_____	
FIRMA OBSERVADOR		FIRMA JEFE DE TALLER	

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Hoja de registro de abastecimiento de combustible

BODEGA DE SUMINISTROS

VIERNES


REGISTRO DE ABASTECIMIENTO DIESEL

FECHA: _____

Formato de abastecimiento de diésel día:				VIERNES				
No.	Equipo	Marca	Placa	Galones	Decimos	Galones	Decimos	Kilometraje
1	22284	CAMION HINO FD174S	C-308BFV					
2	22285	CAMION HINO FD174S	C-824BFV					
3	22286	CAMION HINO FF175S	C-756BFV					
4	22287	CAMION HINO FF175S	C-812BFV					
5	22289	CAMION HINO FB2WES	C-766BFV					
6	22290	CAMION HINO FF3HMSA	C-755BFV					
7	22291	CAMION HINO FF3HMSA	C-239BCM					
8	22300	CAMION HINO FF175S	C-743BFV					
9	22303	CAMION HINO FB2WES	C-774BFV					
10	22305	CAMION HINO FF3HMSA	C-805BFV					
11	22306	CAMION HINO FF3HMSA	C-839BFV					
12	22307	CAMION HINO FF3HMSA	C-775BFV					
13	22308	CAMION HINO FF3HMSA	C-852BFV					
14	22309	CAMION HINO FF3HMSA	C-050BBX					
15	22310	CAMION HINO FF3HMSA	C-056BBX					
16	22311	CAMION HINO FF3HMSA	C-049BBX					
17	22312	CAMION HINO FF3HMSA	C-046BBX					
18	22313	CAMION HINO FF3HMSA	C-554BPC					
19	22330	CAMION MERCEDES BENZ 1620	C-545BDQ					
20	22341	CAMION HINO FF3HMSA	C-895BFT					
21	22342	CAMION HINO FF3HMSA	C-240BCM					
22	22343	CAMION HINO FF3HMSA	C-849BFV					
23	22344	CAMION HINO FF3HMSA	C-271BFV					
24	22345	CAMION HINO FF3HMSA	C-264BFV					
25	22346	CAMION HINO FF3HMSA	C-952BFH					
26	22347	CAMION HINO FF3HMSA	C-897BFT					
27	22348	CAMION HINO FF3HMSA	C-899BFT					
28	22349	CAMION HINO FF3HMSA	C-824BDG					
29	22351	CAMION HINO FF3HMSA	C-257BFV					
30	22352	CAMION HINO FF3HMSA	C-256BFV					
31	22353	CAMION HINO FF3HMSA	C-260BFV					
32	22354	CAMION HINO FF3HMSA	C-617BFH					
33	22375	CAMION HINO GD174S	C-846BFV					
34	22379	CAMION HINO FB2WES	C-233BRC					
35	22388	CAMION HINO FF3HMSA	C-898BFT					
36	22391	CAMION HINO GD174S	C-072BDL					
37	22392	CAMION HINO FF3HMSA	C-254BFV					
38	22393	CAMION HINO FF3HMSA	C-266BFV					
39	25517	CAMION MERCEDES BENZ 1620	C-558BDQ					
40	25964	CAMION HINO 500	C-494BQK					
41	25965	CAMION HINO 500	C-495BQK					
42	25966	CAMION HINO 500	C-496BQK					
43	25967	CAMION HINO 500	C-497BQK					
44	25968	CAMION HINO 500	C-498BQK					
45	25969	CAMION HINO 500	C-499BQK					

Fuente: elaboración propia.


Apéndice 4. Entrevista estructurada

ENTREVISTA			
			
CODIGO OPERARIO: _____ NOMBRE OPERARIO: _____ ÁREA: _____			
No. De pregunta	Pregunta	Respuesta	Observaciones
1	¿Cuánto tiempo tiene de laborar en el taller automotriz?		
2	¿Qué puestos ha desempeñado dentro del taller automotriz?		
3	¿Cuáles son las atribuciones de su puesto de trabajo?		
4	¿Cómo funciona el proceso de asignación de tareas?		
5	¿Cuáles son las principales causas que le generan atrasos a la hora de reparar un camión?		
6	¿Qué cambiaría usted para mejorar los tiempos de reparación?		

FIRMA OBSERVADOR		FIRMA COORDINADOR	FIRMA JEFE DE TALLER

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. Encuesta cerrada

ENCUESTA			
CODIGO OPERARIO: _____		NOMBRE OPERARIO: _____	
		ÁREA: _____	
No. De pregunta	Pregunta	Respuesta	
1	¿Seleccione cual de las siguientes actividades generan mas atrasos?	Falta de repuestos en bodega	bodega desordenada
		Repuestos en mal estado	
2	¿Qué tipo de auxilios en ruta se deberian de evitar?	Auxilios por falla mecanica	Auxilios por falla electrica
		Auxilios por abastecimiento de diesel	Auxilios por llanta pinchada
3	¿Qué aspectos deben de ser controlados para evitar futuros fallos en los equipos?	Nivel de fluidos	Frenos y embrague
		Indicadores de tablero	sistema electrico
4			
5			
_____		_____	_____
FIRMA OBSERVADOR		FIRMA COORDINADOR	FIRMA JEFE DE TALLER

Fuente: elaboración propia.