



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN LA FABRICACIÓN DE  
LA CARROCERÍA MODELO HUNTER JR. UTILIZANDO LAS  
HERRAMIENTAS VSM, 5S Y KANBAN PARA LA MEJORA DE  
LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA YAULEMA JR”**

**Trabajo de Titulación:**

Tipo: Proyecto Técnico

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

**AUTORES:** WILMER SANTIAGO HERNÁNDEZ MENDOZA

JOSÉ EDUARDO LÓPEZ CAPELO

**DIRECTOR:** Ing. Ángel Guamán Lozano

Riobamba – Ecuador

2021

**©2021, Wilmer Santiago Hernández Mendoza y José Eduardo López Capelo**

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo la cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Nosotros, Wilmer Santiago Hernández Mendoza y José Eduardo López Capelo, declaramos que el presente trabajo de titulación es de nuestra autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autores, asumimos la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación. El patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 6 de abril de 2021.



**Wilmer Santiago Hernández Mendoza**

**060352065-1**



**José Eduardo López Capelo**

**060352050-3**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE MECÁNICA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

El tribunal del trabajo de titulación certifica que: El trabajo de titulación: Tipo: Proyecto Técnico **ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS EN LA FABRICACIÓN DE LA CARROCERÍA MODELO HUNTER JR. UTILIZANDO LAS HERRAMIENTAS VSM, 5S Y KANBAN PARA LA MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA EMPRESA YAULEMA JR**, realizado por los señores **WILMER SANTIAGO HERNÁNDEZ MENDOZA** y **JOSÉ EDUARDO LÓPEZ CAPELO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Marco Homero Almendáriz Puente <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-04-06
Ing. Ángel Guamán Lozano <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN</b>	_____	2021-04-06
Ing. Julio Moyano Alulema <b>MIEMBRO DEL TRIBUNAL</b>	_____	2021-04-06

## **DEDICATORIA**

Para mí es un orgullo dedicar mi esfuerzo de muchos años y el presente trabajo. Al creador que con su infinita bondad me permite llegar al último escalón de mi carrera profesional. A mis padres Andrés y Paquita por ser motivación durante toda mi vida y sobre todo en esta etapa estudiantil, ya que han sabido guiarme para convertirme en una persona de bien y un profesional. A mi novia Dayana, por ser una gran inspiración para alcanzar mis metas. Y sin dejar atrás a mi familia, que siempre confiaron en mí y hoy son parte de este triunfo.

Santiago

El presente trabajo de titulación se lo dedico en primer lugar a Dios que ha bendecido cada uno de mis pasos y me ha dado la fuerza para vencer los obstáculos a lo largo de mi carrera y mi vida, a mis abuelitos Napo y Fabiola y mi madre Verónica que con su enseñanza, cariño, paciencia, sabiduría, esfuerzo y sacrificio han consagrado cada uno de sus días a mi crianza y formación, sembrando en mí los valores de la responsabilidad, trabajo, respeto, humildad y calidad humana, a pesar de los problemas y dificultades que la vida nos ha puesto en el camino, han luchado por mí para alcanzar mis metas; a mis hermanas, Dayana y Lisa, que a pesar de tantas dificultades han estado ahí con apoyo emocional y nos hemos mantenido siempre juntos y fuertes para sacar adelante a la mujer que nos dio la vida. A todas las personas que aportaron en mí para convertirme en una persona de bien y llegar a culminar mi carrera profesional.

José

## AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por guiarme en cada paso que doy, a mis padres por apoyarme incondicionalmente desde el inicio hasta el final de mi carrera.

También quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Ing. Ángel Guamán Lozano y al Ing. Julio Moyano Alulema por toda la colaboración brindada para llevar a cabo el presente trabajo de titulación, es necesario a la vez agradecer a la empresa “Carrocerías Yaulema Jr.”, a su gerente el Ing. German Yaulema por permitirnos llevar a cabo el proyecto en su empresa y al Ing. Edgar Yaulema que nos ha colaborado con su conocimiento y experiencia en la fabricación de carrocerías.

Finalmente quiero agradecer a mi compañero y amigo Eduardo, que siempre me ha brindado su amistad y apoyo desde que empezó nuestra formación académica en el ciclo básico, hasta ahora que estamos culminando juntos nuestra carrera profesional.

Santiago

El más sincero agradecimiento al Ing. Ángel Guamán Lozano y al Ing. Julio Moyano por toda la asesoría y ayuda para la realización de nuestro trabajo de titulación, a mis padres, profesores y amigos que a su manera aportaron con su granito de arena, para llegar a este objetivo. Le agradezco a Santiago, mi gran amigo y compañero de tesis, que ha estado siempre ahí para brindarme su apoyo ya que nuestra amistad viene desde el jardín, y ahora juntos hemos logrado esta meta tan anhelada por ambos.

También agradezco a la Empresa “Carrocerías Yaulema Jr.”, a su gerente propietario el Ing. German Yaulema por la apertura brindada para realizar nuestro trabajo de titulación y a todos los trabajadores de la Empresa que nos brindaron su apoyo muy amablemente.

José

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xiii
LISTA DE ABREVIATURAS .....	xiv
LISTA DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>2</b>
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.2. Justificación .....	5
1.3. Delimitación del problema .....	6
1.3.1. <i>Delimitación espacial</i> .....	6
1.3.2. <i>Delimitación temporal</i> .....	6
1.3.3. <i>Delimitación temática</i> .....	6
1.4. Objetivos .....	7
1.4.1. <i>Objetivo general</i> .....	7
1.4.2. <i>Objetivos específicos</i> .....	7
1.5. Generalidades de la empresa.....	7
1.5.1. <i>Reseña histórica</i> .....	7
1.5.2. <i>Ubicación</i> .....	8
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....</b>	<b>9</b>
2.1. Antecedentes .....	9
2.2. Bases teóricas.....	11

<b>2.2.1.</b>	<b><i>Sistemas productivos</i></b> .....	<b>11</b>
2.2.1.1.	<i>Sistemas de análisis de producción</i> .....	12
2.2.1.2.	<i>Sistemas de control</i> .....	12
2.2.1.3.	<i>Productividad</i> .....	13
<b>2.2.2.</b>	<b><i>Lean Manufacturing</i></b> .....	<b>13</b>
2.2.2.1.	<i>Antecedentes de la Manufactura</i> .....	13
2.2.2.2.	<i>Lean Manufacturing</i> .....	14
2.2.2.3.	<i>Evolución de Lean Manufacturing</i> .....	15
2.2.2.4.	<i>Elementos de Lean Manufacturing</i> .....	15
2.2.2.5.	<i>Principales beneficios de Lean Manufacturing</i> .....	15
<b>2.2.3.</b>	<b><i>Herramientas de Lean Manufacturing</i></b> .....	<b>16</b>
2.2.3.1.	<i>Value Stream Map - VSM</i> .....	17
2.2.3.2.	<i>Herramienta 5 S</i> .....	20
 <b>CAPÍTULO III</b>		
<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1.</b>	<b>Tipo de estudio</b> .....	<b>25</b>
3.1.1.	<i>Cuasi experimental</i> .....	25
<b>3.2.</b>	<b>Tipo de investigación</b> .....	<b>25</b>
3.2.1.	<i>Investigación documental</i> .....	25
3.2.2.	<i>Investigación de campo</i> .....	25
3.2.3.	<i>Investigación descriptiva</i> .....	26
<b>3.3.</b>	<b>Enfoque de la investigación</b> .....	<b>26</b>
3.3.1.	<i>Enfoque cualitativo</i> .....	26
3.3.2.	<i>Enfoque cuantitativo</i> .....	26
<b>3.4.</b>	<b>Métodos y técnicas</b> .....	<b>26</b>
3.4.1.	<i>Método deductivo-inductivo</i> .....	26
<b>3.5.</b>	<b>Población de estudio</b> .....	<b>27</b>
<b>3.6.</b>	<b>Técnicas de recolección de datos</b> .....	<b>27</b>
3.6.1.	<i>Observación directa</i> .....	27

<b>3.7.</b>	<b>Fases de la metodología del problema .....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO IV</b>		
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.</b>	<b>Análisis de la situación actual de la empresa .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1.1.</b>	<b><i>Mediciones y análisis de procesos .....</i></b>	<b>29</b>
<b>4.1.1.1.</b>	<b><i>Diagrama de procesos operativos .....</i></b>	<b>29</b>
<b>4.1.1.2.</b>	<b><i>Línea de producción y soporte .....</i></b>	<b>30</b>
<b>4.1.1.3.</b>	<b><i>Evaluación y análisis de procesos .....</i></b>	<b>32</b>
<b>4.1.1.4.</b>	<b><i>Medición de tiempo de producción .....</i></b>	<b>38</b>
<b>4.1.2.</b>	<b><i>Aplicación de la herramienta VSM .....</i></b>	<b>41</b>
<b>4.1.3.</b>	<b><i>Aplicación de la herramienta 5S .....</i></b>	<b>45</b>
<b>4.2.</b>	<b>Diagnóstico del problema .....</b>	<b>50</b>
<b>4.2.1.</b>	<b><i>Análisis de la cadena de valor.....</i></b>	<b>50</b>
<b>4.2.2.</b>	<b><i>Diagrama de localización de áreas analizadas para la situación inicial .....</i></b>	<b>51</b>
<b>4.2.3.</b>	<b><i>Análisis del mapeo de la situación inicial .....</i></b>	<b>52</b>
<b>4.2.4.</b>	<b><i>Análisis causal de Ishikawa.....</i></b>	<b>53</b>
<b>4.3.</b>	<b>Formulación del plan de acción .....</b>	<b>53</b>
<b>4.3.1.</b>	<b><i>Definición de estrategias de eficiencia .....</i></b>	<b>53</b>
<b>4.3.2.</b>	<b><i>Definición de estrategias de producción.....</i></b>	<b>54</b>
<b>4.4.</b>	<b>Implementación del plan de acción (mejoras) .....</b>	<b>54</b>
<b>4.4.1.</b>	<b><i>Proceso de Implementación .....</i></b>	<b>54</b>
<b>4.4.1.1.</b>	<b><i>Preparación .....</i></b>	<b>55</b>
<b>4.4.1.2.</b>	<b><i>Pilotaje .....</i></b>	<b>55</b>
<b>4.4.1.3.</b>	<b><i>Expansión.....</i></b>	<b>56</b>
<b>4.4.2.</b>	<b><i>Estandarización de procesos .....</i></b>	<b>57</b>
<b>4.4.2.1.</b>	<b><i>Estandarización de áreas por proceso.....</i></b>	<b>58</b>
<b>4.4.2.2.</b>	<b><i>Estandarización de procedimientos .....</i></b>	<b>59</b>
<b>4.4.3.</b>	<b><i>Implementación de la herramienta 5S .....</i></b>	<b>59</b>
<b>4.4.4.</b>	<b><i>Mejora y estandarización de procesos .....</i></b>	<b>63</b>

4.4.5.	<i>Implementación de la metodología Kanban</i> .....	66
4.5.	<b>Medición de resultados</b> .....	69
4.5.1.	<i>Aplicación de la herramienta VSM final</i> .....	69
4.5.2.	<i>Aplicación de la herramienta 5 S</i> .....	70
4.5.3.	<i>Mediciones y evaluaciones</i> .....	71
4.6.	<b>Proceso anterior vs proceso propuesto</b> .....	74
	<b>CONCLUSIONES</b> .....	76
	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	78
	<b>GLOSARIO</b>	
	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
	<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-2:</b> Simbología VSM.....	19
<b>Tabla 1-3:</b> Fases de la metodología del problema.....	28
<b>Tabla 1-4:</b> Línea de producción y soporte.....	31
<b>Tabla 2-4:</b> Evaluación y análisis de los procesos del área de estructura.....	32
<b>Tabla 3-4:</b> Mediciones y análisis del área de Forrado, Preparación y Pintura .....	34
<b>Tabla 4-4:</b> Análisis proceso del área de acabados.....	37
<b>Tabla 5-4:</b> Medidor de procesos por área, puestos y tiempo.....	38
<b>Tabla 6-4:</b> SEIRI o Seleccionar .....	45
<b>Tabla 7-4:</b> SEITON u Ordenar .....	46
<b>Tabla 8-4:</b> SEISO o Limpiar .....	47
<b>Tabla 9-4:</b> SEIKETZU o Estandarización y SHITSUKE o autodisciplina.....	47
<b>Tabla 10-4:</b> Análisis del mapeo de la situación inicial .....	52
<b>Tabla 11-4:</b> Estandarización de procedimientos .....	59
<b>Tabla 12-4:</b> Ingreso de datos generales de la empresa en la herramienta 5S .....	59
<b>Tabla 13-4:</b> Antes y después de la implementación de las 5S .....	60
<b>Tabla 14-4:</b> Matriz para el control y análisis de la producción.....	63
<b>Tabla 15-4:</b> Modelo Kanban .....	66
<b>Tabla 16-4:</b> Modelo tarjeta roja .....	67
<b>Tabla 17-4:</b> Modelo tarjeta amarilla.....	67
<b>Tabla 18-4:</b> Modelo tarjeta verde.....	67
<b>Tabla 19-4:</b> Optimización de procesos.....	70
<b>Tabla 20-4:</b> Mediciones y evaluaciones de 5S.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1-1:</b> Logo de Carrocerías Yaulema Jr.....	8
<b>Figura 2-1:</b> Ubicación de la empresa de Carrocerías Yaulema Jr.....	8
<b>Figura 1-4:</b> Aplicación de Kanban.....	68

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Mapa de procesos de Yaulema Jr. ....	29
<b>Gráfico 2-4:</b> VSM de la situación de la empresa Yaulema Jr. ....	43
<b>Gráfico 3-4:</b> Evaluación de la situación inicial con 5 S .....	49
<b>Gráfico 4-4:</b> Cadena de valor .....	50
<b>Gráfico 5-4:</b> Diagrama de localización de las áreas analizadas .....	51
<b>Gráfico 6-4:</b> Análisis causal de Ishikawa.....	53
<b>Gráfico 7-4:</b> Esquema de preparación.....	55
<b>Gráfico 8-4:</b> Diagrama del pilotaje del plan de mejora.....	56
<b>Gráfico 10-4:</b> Aplicación VSM.....	69
<b>Gráfico 11-4:</b> Evolución de las 5 aplicando las mejoras.....	74

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

<b>AMEF:</b>	Análisis Modal de fallos y efectos
<b>CANFAC :</b>	Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías
<b>DMAIC:</b>	Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar
<b>DPMO:</b>	Defectos por Millón de Oportunidades
<b>ELICAL:</b>	Escuela Latinoamericana de Ingeniería de Calidad
<b>FRP:</b>	Poliméricos Reforzados con Fibras (materiales)
<b>JIT:</b>	Just In Time
<b>NVAI:</b>	No Valor Añadido e Innecesario
<b>NVAN:</b>	No Valor Añadido, pero Necesario
<b>TPS:</b>	Toyota Production System
<b>VA:</b>	Valor Agregado
<b>VSM:</b>	Value Stream Map

## **LISTA DE ANEXOS**

**ANEXO A:** Evidencia fotográfica de la aplicación de Kanban

## RESUMEN

El presente trabajo se enfoca en el estudio e implementación de un sistema de control y análisis de la producción de la carrocería modelo Hunter Jr. de la empresa Carrocerías Yaulema Jr. ubicada en la ciudad de Riobamba dedicada a la fabricación de autobuses, aplicando las herramientas Lean Manufacturing. Para lo cual, se utilizó un método cuasi experimental, pues se realizó un análisis de la situación actual de la empresa previo y posterior a las mejoras propuestas, para esta tarea se utilizaron las herramientas VSM (Value Stream Map) y 5 S. Posteriormente al establecer la problemática, se procedió al análisis de la cadena de valor, la medición del tiempo de producción, y el análisis mediante un mapeo de la realidad. Con todos los datos y falencias encontradas se formuló un plan de acción con estrategias que promuevan la eficiencia de los procesos productivos. A continuación, se implementó esta propuesta mediante la metodología del 5 S como de Kanban. Así con la aplicación de estas herramientas permitió la evaluación del desempeño productivo de la empresa Yaulema Jr. Finalmente se establece como resultado final la estandarización tanto de las áreas por procesos como de los procedimientos que permitan el cumplimiento adecuado y efectividad en los procesos, procurando la minimización de los recursos pertenecientes a la empresa. De esta manera se establece que las herramientas de lean manufacturing establecen mecanismos de evaluación periódica que buscan la mejora continua sean VSM o 5 S y que combinadas con Kanban establecen una fase de dirección y control de manera integral. Razones por las cuales la empresa Yaulema Jr. debe considerar la permanencia de la presente propuesta.

**Palabras clave:** <TECNOLOGÍA Y CIENCIAS DE LA INGENIERÍA>, <INGENIERÍA INDUSTRIAL>, <ESTANDARIZACIÓN DE PROCESOS>, <OPTIMIZACIÓN>, <MANUFACTURA ESBELTA>, <KANBAN (HERRAMIENTA)>, <MAPEO DE CADENA DE VALOR>, <HERRAMIENTA 5 S>, <RIOBAMBA (CANTÓN)>.



30-06-2021

1257-DBRA-UTP-2021

## **ABSTRACT**

The present work focuses on the study and implementation of a control system and analysis of the production of the Hunter Jr. model bodywork from the company Carrocerías Yaulema Jr. located in the Riobamba city, dedicated to the manufacture of buses, applying the Lean Manufacturing tools. For this, a quasi-experimental method was used, as an analysis of the current situation of the company was carried out before and after the proposed improvements, using the VSM (Value Stream Map) and 5 S tools. After establishing the problem, we proceeded to the analysis of the value chain, the measurement of production time, and the analysis through a mapping of reality. With all the data and shortcomings found, an action plan was formulated with strategies to promote the efficiency of production processes. This proposal was then implemented using the 5S and Kanban methodologies. Thus, the application of these tools allowed the evaluation of the productive performance of the company Yaulema Jr. Finally, the final result is the standardization of the areas by processes as well as the procedures that allow the adequate fulfillment and effectiveness in the processes, trying to minimize the resources belonging to the company. In this way, it is established that lean manufacturing tools establish periodic evaluation mechanisms that seek continuous improvement whether they are VSM or 5 S's and that combined with Kanban establish a comprehensive management and control phase. Reasons why the company Yaulema Jr. should consider the permanence of this proposal.

Keywords: <TECHNOLOGY AND ENGINEERING SCIENCES>, <INDUSTRIAL ENGINEERING>, <PROCESS STANDARDIZATION>, <OPTIMIZATION>, <STRAIGHT MANUFACTURING>, <KANBAN (TOOL)>, <VALUE CHAIN MAPPING>, <5 S TOOL>, <RIOBAMBA (CANTON)>.

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, la industria carrocera ha mantenido un continuo crecimiento en la zona centro del país, evidenciando una serie de cambios en sus estructuras organizacionales y tecnológicas. A medida que las empresas crecen necesitan adoptar filosofías de manufactura esbelta y de esta manera alcanzar la competitividad en el mercado global a nivel nacional.

En la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba se localizan varias empresas carroceras dedicadas a la fabricación de autobuses. Existen alrededor de 6 empresas que fabrican productos de buena calidad; ubicadas en distintos sectores de la ciudad. También se evidencian otras empresas con esta misma actividad productiva, en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Guayas y Azuay.

Las industrias dedicadas a la fabricación de autobuses deben estar en innovación constante, que les permita competir en el mercado a nivel nacional, para poder enfrentarse a este reto requieren adoptar nuevas metodologías organizativas y producción que les permitan un constante crecimiento empresarial y ser más competitivas. Existen varias técnicas concretas, dentro de las cuales se especifica una “metodología” que sobresale de las demás denominada, denominada Lean Manufacturing, la cual constituye una opción para que las empresas puedan sobresalir y competir en un mercado globalizado.

Dentro de dicha metodología se encuentra la herramienta VSM, que tiene como objetivo la búsqueda de la mejorar y optimizar los sistemas productivos mediante la focalización, identificación y eliminación de actividades que no agregan valor, sean estos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios. Con este antecedente la empresa Carrocerías Yaulema Jr., además requiere implantar la herramienta 5S procurando mejorar el orden y limpieza de la empresa, además de un sistema KANBAN para dar seguimiento al proceso de fabricación. Factores que sin duda promueven la mejora de la productividad mediante la reducción de tiempos de producción y por ende los costos, lo cual generará mayor beneficio para el desarrollo de la empresa en el tiempo.

# CAPÍTULO I

## 1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

### 1.1. Planteamiento del problema

La primera revolución industrial admite el paso hacia la producción en serie, dejando de lado las tradicionales empresas que querían satisfacer a los usuarios o clientes, realizando prototipos generales y luego irlos especificando de manera personalizada a través de técnicos dedicados exclusivamente a satisfacer las exigencias del cliente, consiguiendo resultados únicos, la personalización a gran escala era capaz de producir gran variedad y cantidad de productos, de manera que se satisfacía lo que el cliente lo desea y cuando lo desea, dotando al proceso de producción de alta flexibilidad. (Bustos Flores, 2009, pp. 37-52)

El sistema artesanal era considerado sumamente empírico, es decir, dependía mucho de la experiencia de los artesanos, así que, mediante la pura observación, autores como Frederick Tylor identificó el mejor camino para hacer el trabajo basado en principios científicos y de esta forma inventó la ingeniería industrial. El sistema de Tylor, llamada también la propuesta tayloriana, está basado en la planeación que se trabaja de manera separada de la producción. Los ingenieros industriales, utilizan nuevas técnicas para el estudio de tiempos y movimientos, encontrando así la mejor manera de hacer el trabajo, dejando que la fuerza laboral hiciera ciclos cortos de operaciones repetitivas. Henry Ford y Frederick Taylor emplearon sus tiempos para trabajar sobre las ventajas y desventajas de la producción artesanal, lo cual daría como resultado el inicio de otro fenómeno en los sistemas de producción, la fabricación o producción en masa. (Gismano et al., 2012)

A partir de estos preceptos, varias son las industrias que han revolucionado sus sistemas hacia la mejora de un producto, la calidad del mismo, la administración del proceso y la satisfacción del cliente con el producto final a la hora de adquirirlo. La industria carrocería no es la excepción, puesto que ha tenido un crecimiento bastante importante, especialmente en las dos últimas décadas, por la introducción nueva de marcas de vehículos de transporte con mejores planes de financiamiento y adquisición, con respecto al impacto de la industria automotriz China en el país, (Rivera Grijalva, 2018) lo cual hace posible que la población adquiera este tipo de vehículos y requiera el para el equipamiento de las unidades en cuanto a carrocerías.

Según datos de la Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías CANFAC, en el Ecuador la industria carrocera generó un destacado crecimiento a causa de una gran demanda, que despunta mayormente desde el año 2012, en uno de sus informes sobre el diagnóstico del sector carrozero desarrollado en 2014, se determina un grave problema con respecto a los Sistemas de Gestión de Calidad, las cifras demuestran que el 68% de las empresas no cuentan con la certificación ISO:9001, el 24% tienen la certificación de la norma ISO 9001:2015, y un 7% están en proceso de implementación de la norma. (Cámara Nacional de Fabricantes de Carrocerías, 2014)

Existen aproximadamente 72 empresas carroceras en el Ecuador, que ha tenido un continuo crecimiento en la zona centro del país, que son empresas carroceras de gran trascendencia dedicadas a la fabricación de autobuses, éstas se ubican en las provincias de Tungurahua, Pichincha, Guayas, Azuay y por supuesto Chimborazo, evidenciando una serie de cambios en sus estructuras organizacionales y tecnológicas, que en muchos de los casos resultan procesos inaplicables en la dinámica operativa. A medida que las empresas crecen necesitan adoptar filosofías de manufactura esbelta y de esta manera alcanzar la competitividad en el mercado global a nivel nacional, sabiendo que, al hablar de manufactura esbelta, también conocida como sistema de producción, significa hacer más con menos, menos tiempo, espacio, materiales, recursos, siempre y cuando se dé al cliente lo que desea. (Ibarra, et al. 2017, pp. 53)

En la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba se localizan seis empresas carroceras dedicadas a la fabricación de autobuses con productos de buena calidad, entre ellas la empresa Yaulema Jr., sin embargo, es pertinente estar en innovación constante que les permita competir en el mercado a nivel nacional, para poder enfrentarse a este reto deben adoptar nuevas metodologías organizativas y de producción que les permitan crecer como empresa y ser más competitivas. Lean Manufacturing es una de las metodologías más usadas y efectivas en estos procesos a nivel global, sin embargo, en las localidades no se aprecia dicha percepción. (Vargas Hernández et al., 2016)

Lean Manufacturing, por lo tanto, constituye una opción para que las empresas puedan sobresalir y competir en un mercado globalizado, esta metodología es poco conocida, y se usa de manera coordinada y complementada en los procesos de producción, para la empresa carrocera Yaulema Jr., esta metodología no es conocida, a pesar de que su producción es de calidad, se puede mejorar la calidad del proceso y optimizar así los recursos.

Los procesos que componen la metodología explicada, necesariamente responden a lo que es una verdadera manufactura esbelta, que se puede agrupar en tres niveles principalmente, el primero que es el nivel de demanda, que debe centrarse en atender las necesidades que tenga el cliente frente al producto que solicita, es decir, tomar en cuenta las características de calidad, tiempos de

entrega y costos, situación que muchas de las empresas carroceras no consideran a la hora de establecer las condiciones de trabajo con el cliente y, sobre todo el precio final de la obra en contraste con el valor real de producción y utilidad. (Monsalve, 2018)

Finalmente, la tercera dimensión corresponde a la nivelación que consiste en distribuir uniformemente el trabajo o la mano de obra, condicionada por el volumen y variedad de procesos, con esto se busca reducir el inventario final. El problema de las empresas en general que intentan desarrollar la manufactura esbelta es no mantener un orden en la aplicación de las dimensiones, ya que se intenta partir desde lo más fácil, esto incluye al Kaizen por sobre la implementación de los mapas de valor. (Tapping et al., 2013)

La herramienta Value Stream Mapping o mapeo de cadena de valor (VSM) define la forma de mejorar y optimizar un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar las actividades, dentro de un proceso, que no agregan valor, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, y del mismo modo, mejorar el desempeño del área logística y la impresión de un bajo nivel de servicio (Paredes Rodríguez, 2017, pp. 262-277), de igual manera, y considerando los antecedentes descritos en el documento, la empresa Carrocerías Yaulema Jr., reconoce sus debilidades en algunos campos de su producción y, también ha decidido implantar la herramienta 5 S para mejorar el orden y limpieza de la empresa, y el sistema KANBAN para dar seguimiento al proceso de fabricación. (Paredes Rodríguez, 2017, pp. 262-277)

La empresa Carrocerías Yaulema Jr. funciona desde hace aproximadamente 5 años, periodo en el que ha incrementado su desarrollo industrial, productivo y tecnológico. El talento humano de la empresa se ha especializado en la fabricación de carrocerías de autobuses de alta calidad para el transporte de pasajeros en las diferentes modalidades sean interprovincial, intraprovincial y servicio Urbano.

En la visita in situ realizada en las instalaciones de la empresa, en la fase de planeación de la investigación, se determinó que existen demoras, transporte y movimientos innecesarios. Problemas detectados rápidamente por la falta de orden y limpieza en la línea de producción, se visualiza que en el área se encuentra productos no requeridos en el proceso, además existen materiales y herramientas fuera de su lugar y en sitios no habituales como la superficie de máquinas o equipos. Se evidencia, además, desorganización, presencia de productos no conformes y desperdicios, lo que denota debilidades en el proceso por no estar estandarizados, se observa que cada operario realiza las actividades que considera convenientes pero que no son necesariamente las adecuadas, generando así retrasos en el tiempo de producción.

Adicionalmente el proceso de producción no cuenta con un tiempo estandarizado de entrega, desde el ingreso del pedido hasta la entrega del producto final, es decir, no existe un lead time establecido según lo determinado por la filosofía lean. Esto ha generado falencias en el control de aquellos componentes que integran la cadena de producción (abastecimiento de materias primas, control de inventarios, control de procesos, producto no conforme, etc.) lo cual genera pérdidas económicas para la empresa y el cliente.

Como consecuencia de los procesos actuales en la empresa, se obtiene tiempos y costos de producción altos por la baja productividad del proceso. Es por ello que se deduce la urgente necesidad de implementar las herramientas de la metodología Lean Manufacturing para la mejora de la productividad en la empresa Yaulema Jr.

En base a lo expuesto, se pudo visualizar una carencia de conocimiento por parte de los trabajadores y jefes acerca de las herramientas Lean y su impacto en la productividad, motivo por el cual se propone en la Empresa Carrocerías Yaulema Jr., aplicar dichas herramientas con el único propósito de demostrar las mejoras en cuanto al tiempo de entrega y la calidad del producto final.

## **1.2. Justificación**

Carrocerías Yaulema Jr., es una empresa en crecimiento que debe adaptarse a las exigencias del mercado e innovar constantemente sus productos. En la planta de producción no existe una estandarización de procesos, por lo tanto, no existe un control de la producción lo cual deriva un alto grado de desorden y desorganización incurriendo en desperdicio de materiales y realización de actividades que no agregan valor al producto final, esto genera grandes inconvenientes en el proceso de fabricación de autobuses, es por eso que se plantea aplicar técnicas de manufactura esbelta “Lean Manufacturing”.

La presente investigación busca aplicar los fundamentos de la teoría Lean Manufacturing, métodos y tiempos e ingeniería de la producción para encontrar soluciones factibles al problema que afecta a la empresa Carrocerías Yaulema Jr. La aplicación de Lean Manufacturing permite a las industrias aprovechar sus recursos minimizando cualquier tipo de desperdicio sobre los productos manufacturados. Es una filosofía y un enfoque que hace énfasis en la eliminación de residuos o de no valor añadido a través de la mejora continua para agilizar las operaciones. Está centrado en mejorar la productividad y enfatiza el concepto de eliminar cualquier actividad que no agregue valor a la creación o entrega de un producto.

Para desarrollar esta investigación se emplea técnicas de ingeniería de métodos y tiempos: diagramas de proceso, diagramas de recorrido y diagramas de flujo; herramientas Lean Manufacturing de diagnóstico: cuestionario de evaluación, Value Stream Map (para el análisis del flujo de valor del proceso; y herramientas Lean Manufacturing operativas: 5'S. Además se aplican técnicas de recolección de datos como: observación, entrevista; investigación bibliográfica para sustentar el desarrollo del trabajo. Pero la ejecución propiamente dicha del trabajo de titulación se hace mediante una investigación exploratoria y de campo, para identificar las deficiencias del proceso productivo y con ello buscar e implementar las soluciones necesarias.

Con la elaboración e implementación de las herramientas Lean Manufacturing la empresa puede contar con un VSM que permita una gestión eficiente de recursos productivos en su línea de producción y un sistema Kanban que mejore el control y seguimiento de procesos de producción. Mejorar la productividad en el presente proyecto significa encontrar las mejores formas de hacer más cosas con menos de los recursos disponibles en la empresa. Tales recursos son el capital, la mano de obra, maquinaria, energía y materiales. La mejora de la productividad se comprueba al culminar el estudio de tal manera que se obtiene mayor cantidad de producto terminado utilizando los mismos recursos productivos.

### **1.3. Delimitación del problema**

#### ***1.3.1. Delimitación espacial***

El estudio se limita a la línea de producción referente a la construcción de carrocerías de vehículos de transporte tipo bus, de la empresa de carrocerías Yaulema Jr., localizada en la provincia de Chimborazo, cantón Riobamba.

#### ***1.3.2. Delimitación temporal***

Y trabajo de investigación tiene una duración de 14 meses a partir de enero del 2020 a febrero 2021.

#### ***1.3.3. Delimitación temática***

La finalidad de este trabajo es implementar metodologías que agregan valor de manera continua y que permiten contrarrestar las problemáticas detectadas en la línea de producción de carrocerías

de buses de transporte, a fin de optimizar los procesos y subprocesos, incrementando la productividad de la empresa.

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo general***

Implementar un sistema de control y análisis de la producción en la empresa Carrocerías Yaulema Jr. aplicando las herramientas del Lean Manufacturing para incremento de productividad.

Estandarizar los procesos relacionados en la fabricación de la carrocería modelo Hunter Jr. utilizando las herramientas VSM, 5S y KANBAN para la mejora de la productividad en la empresa Yaulema Jr.

### ***1.4.2. Objetivos específicos***

- Realizar un VSM (Value Stream Map) inicial, para analizar la situación actual de la línea de producción identificando los desperdicios lean que afectan la productividad de la empresa.
- Verificar el nivel 5S que posee actualmente la empresa.
- Elaborar un VSM (Value Stream Map) mejorado para eliminar las causas y actividades que no agregan valor identificados en el VSM inicial.
- Implementar la propuesta desarrollada en la empresa Carrocerías Yaulema Jr.
- Evaluar los resultados de la mejora alcanzada con la implementación de las herramientas Lean Manufacturing en la empresa Carrocerías Yaulema Jr.

## **1.5. Generalidades de la empresa**

### ***1.5.1. Reseña histórica***

La empresa registrada como CARROCERÍAS YAULEMA JR/ GERMAN ALCIDES YAULEMA OCAÑA, es una empresa ecuatoriana, ubicada en la ciudad de Riobamba, con una trayectoria de 5 años en la industria carrocera, en la producción principalmente de carrocerías para el transporte en vehículos de servicio interprovincial, intraprovincial, intercantonales, buses urbanos, entre otros.

La certificadora CALIDAD INTERNACIONAL DE CERTIFICACIONES – C.I.C., cuya misión es Certificar Sistemas de Gestión, bajo el cumplimiento de estándares nacionales e internacionales

de calidad, con personal altamente calificado, brindando servicios ágiles y confiables y fidelizando así a cada uno de sus clientes, indica que la empresa Carrocerías Yaulema Jr., es una de las empresas que cuenta con la certificación número 13MQ593804 con la Norma ISO 9001: 2015, y cuyo alcance, registrado en la norma, consiste en la comercialización, diseño y fabricación de carrocerías de autobuses.

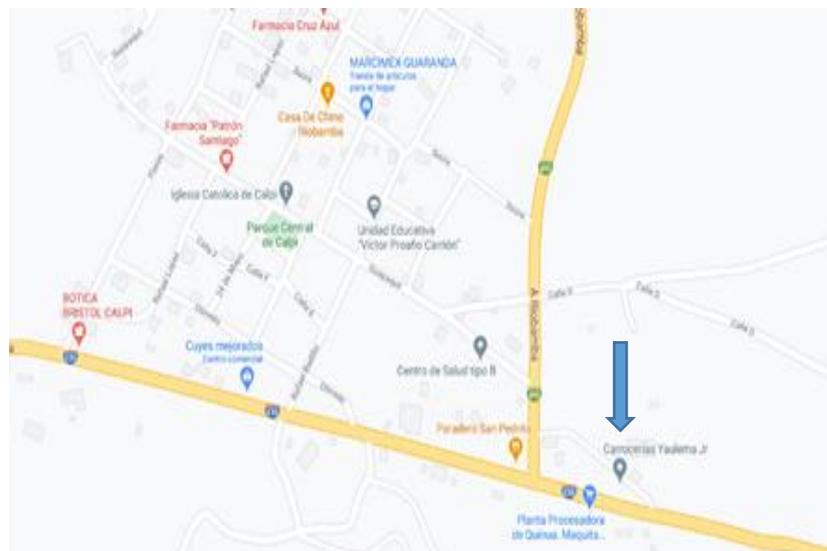


**Figura 1-1:** Logo de Carrocerías Yaulema Jr.

Fuente: C.I.C. Calidad Internacional de Certificaciones

### 1.5.2. Ubicación

La empresa de carrocerías Yaulema Jr., se encuentra ubicada en la provincia Chimborazo, cantón Riobamba, en la dirección Panamericana sur vía a San Juan (10,44 km), Riobamba, Ecuador.



**Figura 2-1:** Ubicación de la empresa de Carrocerías Yaulema Jr.

Fuente: (Google Maps, 2021).

## CAPÍTULO II

### 2. FUNDAMENTOS TEÓRICOS

#### 2.1. Antecedentes

A continuación, se presenta los resultados de investigaciones relacionadas directamente con el objeto de estudio.

En el trabajo de titulación realizado por (Karolys Vasconez, 2019) corresponde a: “Estandarización de los procesos productivos en el área de estructurado de la Empresa BUSCARS en la ciudad de Durán Provincia del Guayas”. El mencionado proyecto de investigación se realizó con el fin de evidenciar las actividades innecesarias que no aporten un valor agregado en este caso al producto final, tiempos muertos de operación, y la falta de organización dentro del área de estructurado de la carrocería, que han generado imprevistos dentro de esta área de producción.

Para esto fue necesario realizar un diagnóstico con el fin de conocer y analizar el estado actual de dicha área; con la información obtenida se permitió usar una metodología de investigación apropiada de tal forma que preste soluciones y mejoras. Esta investigación está basada en fundamentos teóricos tales como “Estudio de métodos” y “Medición del trabajo” técnicas utilizadas para proponer un mejor modelo de organización dentro del área de estructurado de la empresa BUSCAR´S de tal manera que permitió identificar la situación actual y en base a ésta se propuso soluciones que ayuden a un incremento de la productividad de fabricación de la estructura metálica, también la creación de un manual de procedimientos para mejorar la organización de los procesos. Por tanto esta investigación ha logrado que los empleados realicen su trabajo de una forma más eficiente, eliminando tiempos y movimientos innecesarios, mejorando la fluidez de los procesos productivos e incrementando la productividad del área de estructurado de la carrocería BUSCAR´S.

Un segundo trabajo de titulación realizado por (Concha Guaila et al., 2013), titulado “Mejoramiento de la Productividad en la Empresa INDUACERO Cía. Ltda., en base al desarrollo e implementación de la Metodología 5S y VSM, herramientas del Lean Manufacturing”. El mencionado trabajo tiene como objetivo reducir actividades y tiempos muertos que no agregan valor y así adaptarse a las exigencias del mercado, mejorando la calidad de vida del personal. Se realizó un mapeo general de la cadena de valor de la empresa identificando y cuantificando

diferentes tipos de desperdicios tipificados en Lean en función de actividades que agregan valor, permitiendo definir el área clave del sistema productivo, siendo ésta la base para la elección e implementación correcta de la metodología 5S. Se analizó la utilización máxima del volumen viendo factible la ampliación del área de máquinas herramientas y en ésta, realizar la implementación sistemática, estructurada, sustentable en el tiempo.

Su ejecución llevó a cabo tareas de selección, orden, y limpieza, alcanzando mejoras que con la estandarización se mantuvo, convirtiendo en un hábito estas tareas, logrando un desarrollo autónomo de los trabajadores llegando a obtener disciplina con una cultura organizacional técnica de sentido común. La implementación de esta metodología logró incrementar la eficiencia en un 15% en las actividades de producción en planta, un aprovechamiento del espacio físico de 91.7m<sup>2</sup>, un incremento en las utilidades del 8.37%, generando beneficios sociales en los trabajadores, demostrando que el proyecto es factible tanto de forma técnica, económica como social. Si se conoce que la productividad encamina a la empresa hacia el mejoramiento continuo, la aplicación de la presente investigación que contiene una adecuada metodología y propuestas le permitirán alcanzar calidad.

Un tercer trabajo establece el “Mejoramiento del nivel de calidad de los procesos en la sección de estructuras a través de la Metodología Seis Sigma en la Fábrica de carrocerías CORPORACIÓN MEGABUSS” (Tierra Pérez, 2017). El mismo que basa su desarrollo por medio de cinco etapas; definir, medir, analizar, mejorar y controlar el proceso productivo, denominada ciclo (DMAIC), la misma que fue aplicada con el objetivo de identificar los sub procesos críticos en la línea de producción de manufactura de estructura para carrocerías, durante la etapa de definición del problema se determina que corte y soldadura es el sub procesos crítico, por presentar un alto porcentaje de defectos, los mismos que generan pérdida de tiempos por reproceso; desgaste del personal, paros en toda la línea etc.

Para solucionar estos inconvenientes se determinó el nivel de sigma inicial mediante la fórmula de defectos por millón de oportunidades (DPMO); posteriormente, mediante la utilización del diagrama de ISHIKAWA se determinó las causas raíz de estos problemas. Luego con la ayuda de la matriz de análisis, modo efecto-falla (AMEF) se miden cuantitativamente los defectos, se procede analizar para las soluciones más viables. Una vez realizada la implementación de las mejoras a los procesos se pudo evidenciar que el nivel de calidad global se incrementó de un nivel de Sigma de 1,47 inicial a 1,68 mejorado, de esta manera confirmando que las mejoras adoptadas, ofrecen una solución integral al problema presentado, se recomienda aplicar la metodología a todas las áreas de la empresa para mantener una mejora continua en sus procesos (Tierra Pérez, 2017).

Del trabajo de titulación denominado “Optimización del proceso en la línea de ensamblaje de estructura de carrocerías para buses en chasis tipo AK en la Empresa CARROCERÍAS MODELO en la Ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas” (Bermúdez Loor, 2018). El estudio del trabajo de titulación tiene como objetivo la optimización del proceso en la línea de ensamblaje de estructura de carrocerías para buses en chasis tipo AK en la empresa carrocerías modelo en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas, con la finalidad de obtener mejores procesos en las áreas de ensamblaje, etapa fundamental para la construcción de carrocerías, se investigó metodologías para reducir tiempos y movimientos en las actividades que se realice, optimizando todo tipo recursos para obtener mayor producción en la empresa. Se efectuó un análisis de la situación actual de la empresa con la intención de implantar métodos adecuados y tiempos estándar aplicables a la producción, innovando y manteniendo la calidad, sin elevar los costos de fabricación.

El principal problema radicó en el retraso en el ensamblado, motivo primordial por el cual clientes presentaban inconformidad en los plazos de entrega de los trabajos, debido a esto fue necesario un método ajustable a las necesidades de la empresa y ayude a cumplir con los desafíos para mejorar la productividad. Para respaldar esta investigación se buscó personal calificado dentro de la línea de fabricación de carrocerías, quienes aseguran que la ingeniería industrial acompañado de un método de optimización permite disminuir etapas y tiempos sin afectar la calidad del ensamblado, método de modelo de mejoramiento continuo (Kaizen). Concluyendo se obtuvo un ahorro del 93.48 % de las actividades y el 49.55% en la reducción de tiempos en el área de armado obteniendo una producción de dos estructuras por jornada laboral aplicando el método propuesto, recomendando reajustar, reordenar y distribuir las áreas de trabajo para lograr un mejor desempeño y eficiencia en los operarios. (Bermúdez Loor, 2018)

## **2.2. Bases teóricas**

### **2.2.1. *Sistemas productivos***

Lean Manufacturing por tanto representa un sistema integrado socio-tecnológico el cual trata del mejoramiento de procesos y, el principal objetivo es eliminar, los desperdicios o desechos por completo, las actividades que no agregan valor al cliente y no le benefician, al momento que se eliminan, aumentan la calidad así como también los costos de producción disminuyen, esto quiere decir que no se va a gastar demasiado en producto desperdiciado ya que este se elimina y no tiene un valor en específico como también el tiempo es más largo para realizar más producción (Tejeda, 2011, pp. 276-310).

### *2.2.1.1. Sistemas de análisis de producción*

En la industria o en el mundo empresarial existe una constante de evolución, este paulatino progreso es resultado de evaluaciones a los procesos de análisis de producción, que se derivan, a su vez, de los estudios y análisis de mercado, así como de los procesos de construcción, utilizando los mejores materiales, para cada parte, que puedan soportar las cargas o esfuerzos que garanticen un mejor rendimiento (Chica Castro et al., 2019, pp. 78-97).

### *2.2.1.2. Sistemas de control*

Desde una perspectiva histórica en cuanto al sistema de control, ésta tiene una relación muy estrecha con la industria ya que muchas personas o empresas de todo tipo, han aplicado este sistema obteniendo eficiencia en su producción. La economía actual demanda, cada vez, la necesidad de evidenciar mejoras en cuanto a calidad y con menores recursos. La automatización de procesos es un campo considerado como fundamental en la estrategia competitiva de un negocio y definitivamente puede ayudar sustancialmente a conservar una posición única en el mercado global y a desarrollar ventajas competitivas. (Ramírez et al., 2014, pp. 71-82)

Un sistema de control es la unión de elementos que funcionan de manera sincronizada para proporcionar una salida o una respuesta fundamental. Los componentes básicos de un sistema de control pueden ser descritos por objetivos de control, componentes del sistema de control y por resultados o salida. Actualmente, las fábricas modernas e instalaciones disponen de sistemas de control o de mando, que permiten mejorar y tener una buena organización en cuanto a la gran cantidad de procesos, que se pueden orientar o dirigir con pocos recursos, si se dispone de un plan de control en su sistema. La industria espacial y de la aviación, petroquímicas, papeleras, textiles, del cemento, ensamblajes, etc., son algunos ejemplos de lugares en donde se necesitan implementar sistemas de control, debido precisamente, a su complejidad, esto trae como consecuencia el desarrollo de técnicas dirigidas específicamente a su proyecto y construcción. (Pérez Hidalgo et al., 2007)

Un sistema de control tiene presente la revisión y el registro analítico de lo observado sobre la industria o en los procesos donde se ha implementado. La ingeniería de control propone un sistema automatizado considerando las herramientas disponibles y las limitaciones tanto prácticas como financieras, estar conscientes de que puedan existir fallas de cualquier índole, tanto en los algoritmos como en las limitaciones tecnológicas, para prevenir futuras fallas y aplicar los correctivos necesarios de manera oportuna. (Ramírez et al., 2014, pp. 71-82)

### *2.2.1.3. Productividad*

Uno de los conceptos más relevantes en el análisis de los procesos económicos en la actualidad es el que se refiere a la productividad ya que es central para el crecimiento económico de los países. Con frecuencia se confunden los términos productividad, eficiencia, efectividad, la eficiencia es la razón entre la producción real obtenida y la producción estándar esperada y efectividad es el grado en que se logran los objetivos. En otras palabras, la forma en que se obtiene un conjunto de resultados refleja la efectividad, mientras que la forma en que se utilizan los recursos para lograrlos se refiere a la eficiencia. La productividad es una combinación de ambas, ya que la efectividad está relacionada con el desempeño y la eficiencia con la utilización de recursos. (Felsing et al., 2002, pp. 29)

La productividad es el uso eficiente de recursos (trabajo, capital, tierra, materiales, energía, información en la producción de diversos bienes y servicios). Es la posibilidad de aumentar la producción a partir del incremento de cualquiera de los factores productivos antes mencionados. (Sladogna, 2017)

Es determinante incrementar la productividad, ya que se transmite de forma automática al producto, resultando en el mediano plazo en mejor calidad y precio, lo que hace a la empresa más rentable y con mayores posibilidades de incrementar los ingresos de sus empleados. La manufactura entonces, se vuelve la oportunidad de concretar y potenciar la productividad, desde, la eficiencia y eficacia, logrando así, por otra parte, los aumentos de salarios que se fundamentan en incrementos de la productividad no generan directrices encarecedoras, lo cual se convierte en una mayor estabilidad de la empresa, las diferentes áreas adyacentes y, económicamente apoya a la localidad más próxima de la empresa. (Miranda et al., 2010, pp. 235-290)

## **2.2.2. *Lean Manufacturing***

### *2.2.2.1. Antecedentes de la Manufactura*

El inicio de la evolución de la manufactura moderna lo marcó James Watt con la invención de la máquina a vapor de doble acción, en 1776. Con este hecho se estaba poniendo en marcha la Revolución Industrial. Más adelante, la propuesta de Eli Whitney con su ingeniosa maquinaria de piezas intercambiables, en 1798, dio un mayor ímpetu a la producción masiva, sembrando con ello las bases de lo que hoy se conoce como estandarización.

Frederick Taylor (1856-1915) cambió totalmente el enfoque de la manufactura al convertir la administración de la misma en una ciencia. Con sus detallados estudios del trabajo institucionalizó el sistema de producción con lotes y propuso la división en departamentos que centran sus esfuerzos en actividades muy específicas. Este sistema recibió el nombre de Administración Científica y se convirtió en un modelo para la industria occidental, Taylor propuso la estandarización del trabajo.

Por su parte Henry Ford, originario de Greenfield Township, Michigan, completó su primer automóvil, el cuadriciclo, y lo condujo por las calles de Detroit en 1896. En 1908 inició la manufactura de su famoso modelo T, del cual se fabricaron 15 millones de unidades. Entonces, aplicando los principios expuestos por Adam Smith en el siglo XVIII, en los que afirma que el trabajo debería dividirse en tareas específicas, en 1913 Ford creó su línea de ensamble y revolucionó la manera de trabajar en la manufactura. (Socconini, 2019)

#### 2.2.2.2. *Lean Manufacturing*

Las empresas están buscando la manera de satisfacer las necesidades del consumidor al por mayor y tratan de buscar otras maneras de implementar de producción es decir implementar mecanismos llamados modelo de fabricación esbelta. Lean Manufacturing tiene su origen en los años 50 por el llamado sistema de producción Just in Time con la empresa automotora Toyota desarrollado por muchos países y sectores que se han convertido en un modelo de sistemas de alta calidad y productividad aplicada a la excelencia industrial. (Hernández et al., 2013)

Poder definir el significado de Lean Manufacturing resulta complicado y muy extenso en cuanto a describir o definirlo como algo concreto, varias son las empresas que han intentado hacerlo, en fin, tiene un sin número de definiciones dependiendo de la industria en la cual se está llevando cabo una producción específica, en conclusión, las empresas en general, han adoptado un método universal, la metodología de Lean, independientemente de describir en una palabra en inglés o en japonés esa herramienta. (Hernández et al., 2013)

Se comprende que Lean es un conjunto de técnicas desarrolladas por la Compañía Toyota que sirven para mejorar y optimizar los procesos operativos de cualquier compañía industrial, independientemente de su tamaño. El objetivo es minimizar el desperdicio. Este conjunto de técnicas incluye el Justo A Tiempo, pero se comercializó con otro concepto, con el de minimizar inventarios, y no es ese el objetivo, es una técnica de reducción de desperdicios, ya sea inventarios, tiempos, productos defectuosos, transporte, almacenajes, maquinaria y hasta personas.

### *2.2.2.3. Evolución de Lean Manufacturing*

Todo comienza en la compañía automovilística Toyota la cual se formó en Japón en 1937 cuando éste decide cambiar la compañía textil por la fabricación de automóviles, el mercado automóvil en esos tiempos estaba dominado por los Estados Unidos por la compañía reconocida como Ford y General Motors, en consecuencia, la nueva estructura empresarial de Toyota tenía, obligatoriamente, que trabajar muy duro para llegar al nivel de competitividad que tiene en la actualidad con estas dos grandes industrias automovilísticas. (Tejeda, 2011, pp. 276-310)

### *2.2.2.4. Elementos de Lean Manufacturing*

Con respecto al área de producción existen cuatro elementos que se deben destacar, dentro del proceso de lean manufacturing, por ser de suma importancia en la coordinación y manejo eficiente del proceso, esto es, el diseño, la ingeniería del producto, la cadena de suministro, y la demanda del cliente.

Para (Tejeda, 2011, pp. 276-310), otros parámetros, como el área de trabajo tienen que estar coordinados con un equipo comprometido, eficiente y estudiado, que se encarga del trabajo, en donde la comunicación es importante entre los miembros, debiendo estar de acuerdo con las decisiones tomadas, de modo que no haya conflictos ni controversias desde el inicio hasta el final del proyecto y, para que todo fluya de una manera eficiente la empresa debe contar con una buena coordinación en la cadena de suministro, para concluir la producción con un tiempo y calidad excelentes, considerando también costos, que deben ser bajos, sin afectar la calidad del producto que oferta la empresa. El Lean se encarga de organizar los suplidores en niveles funcionales u organizacionales, como, por ejemplo, los suplidores de primer nivel que se encargan de la parte integral y de la primera parte de la construcción del producto, se basarán en suplidores de segundo nivel los cuales dirigen en las partes que sean necesarias.

### *2.2.2.5. Principales beneficios de Lean Manufacturing*

Puede existir diferentes apreciaciones sobre los múltiples beneficios de la metodología lean, para (Ibarra et al., 2017, pp. 53), los beneficios pueden reconocerse en cuatro directrices, que van con una mirada hacia el interior de la empresa y hacia el exterior.

#### *2.2.2.5.1. Mejora de la productividad*

El incremento de la eficiencia, entendiendo la eficiencia como el trabajo de calidad, pero con la optimización de recursos, sin que esto último, perjudique la calidad y número de productos, así como la flexibilidad y rapidez de reacción (Rodríguez Aguilera et al., 2012, pp. 1-14), la eficiencia entonces da como resultado promover más productos o bienes con el mismo capital.

#### *2.2.2.5.2. Reduce desperdicios*

La optimización, en términos generales, se refiere a la capacidad de hacer o resolver alguna situación de la manera más eficiente posible y, en el mejor de los casos, utilizando la menor cantidad de recursos (López Calvajar et al., 2016, pp. 178-186). Entonces, la aplicación de la optimización en los sistemas de producción, da como resultado, una reducción en los restos o residuos y por tanto un menor número de desperfectos en los productos.

#### *2.2.2.5.3. Los plazos de ejecución se ven disminuidos*

El proceso comercial es capaz de abarcar más carga de trabajo gracias la disminución en los plazos de ejecución del proceso productivo. También asegura una rápida disponibilidad del producto en el mercado (Ibarra et al., 2017, pp. 53).

#### *2.2.2.5.4. Mejora del servicio al cliente*

Los clientes propiamente dichos, son el grupo que adquiere el producto de la empresa, la organización dirige sus esfuerzos a suplir y satisfacer las necesidades de estos clientes. Sus compras pueden ser habituales, esporádicas o iniciales. Éste se ve beneficiado gracias a que la técnica de la Manufactura Esbelta hace posible que la entrega del producto sea en el momento, tiempo y lugar que el propio cliente lo precise (Ibarra et al., 2017, pp. 53).

### **2.2.3. Herramientas de Lean Manufacturing**

La metodología de lean manufacturing, tiene a su vez un conjunto de herramientas que forman y/o complementan las áreas de efectividad que están inmersas en el proceso de producción, por ejemplo, si se realiza la aplicación de una herramienta se alcanza otro objetivo, que es el bienestar del personal, crear empleados eficientes, polifuncionales, capaces de realizar varias actividades en la industria, realización con agilidad y con mucha más precisión, con un espíritu de trabajo

alto, y por consecuencia éstas buenas condiciones tanto de los trabajadores, como de herramientas, equipos y maquinarias, alargando su vida útil (Gisbert, 2015, pp. 42-52).

Otras herramientas que utiliza el Lean Manufacturing son el Kaizen (mejoramiento continuo) y el Poka-yoke (a prueba de fallos). Estas técnicas se están utilizando para la optimización de todas las operaciones, no solo inventarios, para obtener tiempos de reacción más cortos, mejor atención, servicio al cliente, mejor calidad y costos más bajos. Al disminuir los desperdicios, se incrementa la productividad (Padilla, 2010, pp. 31-66).

A continuación, se presenta el desarrollo de las herramientas usadas en el proceso investigativo exclusivamente, a fin de contar con el sustento teórico de la propuesta.

### *2.2.3.1. Value Stream Map - VSM*

VSM significa en español Mapeado del Flujo de Valor, es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para después iniciar las actividades necesarias para eliminarlas. VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados (Lean Solutions, 2018).

Es una herramienta basada en la casa TPS de Toyota como una de diagnóstico, que permite visualizar el flujo de un proceso mediante un mapeo, comprendido desde la entrada de la materia prima hasta que llega al consumidor final.

Una vez ya graficado el proceso se puede identificar el flujo de material e información para así analizar y mejorar continuamente cada una de las etapas. Es por esto que el Lean VSM (Value Stream Mapping) tiene como objetivo evidenciar todas las acciones necesarias para poder recibir y satisfacer las necesidades de los clientes y por ende presentar beneficios para una organización manufacturera o de servicios (Agualsaca Quishpi et al., 2018).

#### *2.2.3.1.1. Pasos para realizar un VSM*

Según la Escuela Latinoamericana de Ingeniería de Calidad (ELICAL), quienes se encargan de temas relacionados con calidad, operaciones y procesos, establecen como pasos básicos los siguientes en relación a la VSM.

- Identificar la rama o ramas de los productos a dibujar o representar.
- Dibujar el estado actual del proceso identificando los inventarios entre operaciones, flujo de material e información.

- Analizar la visión sobre cómo debe ser el estado futuro.
- Dibujar el VSM futuro
- Plasmar un plan de acción, implementar las acciones, evaluaciones posteriores (ELICAL, 2018).

#### 2.2.3.1.2. *Campos de aplicación de un VSM*

El value stream mapping puede aplicarse en varios campos. Por ejemplo:

- Producción: Sirve para encontrar desperdicios en el proceso de producción analizando cada paso del manejo de materiales y flujo de la información.
- Logística: Ayuda a eliminar los desperdicios y los costosos retrasos en los distintos puntos de la cadena de suministro que conducen al producto acabado.
- Ingeniería/desarrollo de software: Es útil para encontrar ineficiencias en el desarrollo de software, desde la idea hasta la implementación, incluyendo circuitos de retroalimentación y retrabajo.

Algunos lo encuentran útil al VSM para ganar eficiencias, como reducir el tiempo de espera entre pasos o reducir la necesidad de retrabajo.

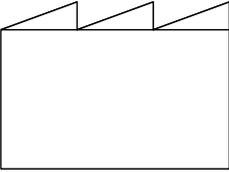
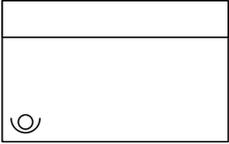
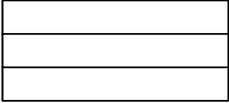
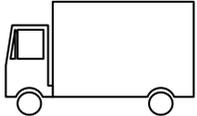
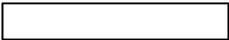
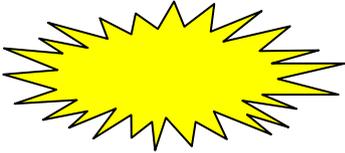
- Industrias de servicios: Se usa para mejorar el valor y encontrar desperdicios en las actividades necesarias para la prestación de cualquier servicio a clientes externos.
- Atención sanitaria: Mejora los pasos necesarios para tratar a los pacientes de la manera más eficaz, oportuna, rentable y de alta calidad posible.
- Oficina y administración: Encontrar los pasos inútiles y mejorar el servicio prestado dentro de una empresa a los clientes internos (Alfaro León et al., 2018).

En cada campo, el flujo en el que recurre el VSM es distinto para cada caso, por ejemplo, se puede mencionar que en la industria manufacturera el flujo son los materiales y los productos semielaborados, para el campo del diseño y desarrollo, el flujo son los diseños, para el campo de servicio, las necesidades del cliente externo determinan el flujo, o para el campo de administración, las necesidades del cliente interno corresponden al flujo (Paredes Rodríguez, 2017, pp. 262-277).

#### 2.2.3.1.3. *Simbología*

Para la elaboración del VSM se deben considerar simbología establecida para otorgar al mapa una lectura comprensiva como detallada y seguir una secuencia lógica, dentro de los símbolos se encuentran:

**Tabla 1-2:** Simbología VSM

Denominación	Símbolo	Utilidad
Cliente o proveedor		Referente a fuentes externas representados tanto proveedores (lado izquierdo) y el cliente (lado derecho)
Proceso		Describe el proceso y si para su desarrollo requiere de operarios
Datos		Describe de manera cuantitativa información sobre el desarrollo del proceso mencionado
Entrega		Es aquel proceso externo que representa la entrega de servicios sea de un proveedor o el resultado del producto que se otorga al cliente
Información		Campo de acción que incluye información de interés
Operario		Determina que la realización del procesos realiza un operario de manera completa o parcial
Estallido Kaizen		Representa la necesidad para la mejora de un proceso para el alcanza del estado futuro
Información manual		Determina el flujo manual que se debe seguir
Información electrónica		Establece la relación de entrega de información electrónica
Transporte o movimientos de mercancías		Representa la entrega del producto sea del proveedor a un proceso o de este hacia el cliente
Segmento de tiempo		Establece la línea de tiempo que posee valor añadido o no (desperdicios)

Fuente: (Dumser, 2017)

### 2.2.3.2. *Herramienta 5 S*

La metodología de las 5S se creó en Toyota, en los años 60, y agrupa una serie de actividades que se desarrollan con el objetivo de crear condiciones de trabajo que permitan la ejecución de labores de forma organizada, ordenada y limpia. Dichas condiciones se crean a través de reforzar los buenos hábitos de comportamiento e interacción social, creando un entorno de trabajo eficiente y productivo.

En una empresa es importante mantener un orden específico para lograr desarrollar con éxito las actividades dentro de la jornada laboral. En un mundo globalizado y competitivo es importante la calidad del producto que se va a ofrecer es por ello que Japón es el líder mundial en calidad y mejoramiento en cuanto a los productos que lanza al mercado (Cuestas Armas, 2012).

La finalidad es que las empresas incorporen en su planificación estratégica y anual, objetivos relacionados al mejoramiento continuo de la calidad y la productividad, con el propósito de alcanzar mejores niveles de competitividad en el mercado (Piñero et al., 2018, pp. 99-110).

El objetivo, por tanto se basa en aplicar la herramienta como un factor clave para lograr una adecuada organización del área de trabajo (Luna Altamirano et al., 2020, pp. 111-125).

#### 2.2.3.2.1. *Principios de la Herramienta 5S*

Las 5s son 5 principios japoneses cuyos nombres comienzan por la letra S y que van todos en la dirección de conseguir una fábrica limpia y ordenada.

- SEIRI (Clasificación y Descarte)

Significa separar las cosas necesarias y las que no la son manteniendo las cosas necesarias en un lugar conveniente y en un lugar adecuado

- SEITON (Organización)

La organización es el estudio de la eficacia. Es una cuestión de cuán rápido uno puede conseguir lo que necesita, y cuán rápido puede devolverla a su sitio nuevo.

Cada cosa debe tener un único y exclusivo lugar donde debe encontrarse antes de su uso, y después de utilizarlo debe volver a él. Todo debe estar disponible y próximo en el lugar de uso.

Para (Pérez et al. 2017), la conceptualización de organización como principio de la herramienta 5S, menciona que: consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que

se puedan encontrar con facilidad. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de ya lo ordenaré mañana, que acostumbra a convertirse en dejar cualquier cosa en cualquier sitio (Pérez et al., 2017, pp. 411-423).

Seiton consiste en organizar los materiales, pero se debe tener en cuenta tres recomendaciones básicas, lo primero es la seguridad, es decir que los materiales y recursos de utilización no se puedan caer, no se puedan mover y que no estorben, es decir, minimizar accidentes y actos inseguros, lo segundo es la calidad, asegurar que el material y los recursos no se oxiden, no se golpeen, no se mezclen, no se deterioren, conociendo lo que se tiene y para qué se usa, y lo tercero es la eficacia, que consiste en minimizar el tiempo perdido, que por lo general se pierde en la búsqueda innecesaria cuando se necesita un determinado material o recurso, en consecuencia, la implementación de esta Seiton facilita encontrar los documentos u objetos de trabajo, identificar algún faltante y dar una mejor apariencia al lugar de trabajo (Gomez Gomez et al., 2012).

El desarrollo de Seiton, consiste en disponer de un sitio adecuado para cada elemento a usar en el área de trabajo, para facilitar su ubicación, facilitar la rápida identificación y ubicación de los elementos requeridos en el área de trabajo, realizar la limpieza general con mayor facilidad y seguridad, liberar espacio y mejorar la información disponible en el área de trabajo de manera tal que evita errores y riesgos potenciales.

Para ello se debe mantener la ubicación de las cosas de manera que se pueda acceder a ellas fácilmente, la rápida localización permite tener fácil acceso a las cosas, en el momento que se necesiten, esto permite beneficiar la empresa, minimizando errores, eliminando pérdidas por errores, previniendo posibles desabastecimientos de materias primas, materiales, etc., y contando con un control visual que identifique herramientas y materiales (Álvarez Velezmoro et al., 2014).

- SEISO (Limpieza)

La limpieza se la debe hacer entre todos. Es importante que cada uno tenga asignada una pequeña zona de su lugar de trabajo que debe tener siempre limpia bajo su responsabilidad. No debe haber ninguna parte de la empresa sin asignar. Si las personas no asumen este compromiso la limpieza nunca será real.

Toda persona debe conocer la importancia de estar en un ambiente limpio. Cada trabajador de la empresa debe, antes y después de cada trabajo realizado, retirara cualquier tipo de suciedad generada.

- SEIKETSU (Higiene y Visualización)

Esta S envuelve ambos significados: Higiene y visualización.

La higiene es el mantenimiento de la Limpieza, del orden. Quien exige y hace calidad cuida mucho la apariencia. En un ambiente Limpio siempre habrá seguridad. Quien no cuida bien de sí mismo no puede hacer o vender productos o servicios de Calidad.

Una técnica muy usada es el “visual management”, o gestión visual. Esta Técnica se ha mostrado como sumamente útil en el proceso de mejora continua. Se usa en la producción, calidad, seguridad y servicio al cliente.

- SHITSUKE (Compromiso y Disciplina)

Disciplina no significa que habrá unas personas pendientes de nosotros preparados para castigarnos cuando lo consideren oportuno. Disciplina quiere decir voluntad de hacer las cosas como se supone se deben hacer. Es el deseo de crear un entorno de trabajo en base de buenos hábitos.

Mediante el entrenamiento y la formación para todos (¿Qué se quiere hacer?) y la puesta en práctica de estos conceptos (¡Hay que hacerlo!), es como se consigue romper con los malos hábitos pasados y poner en práctica los buenos.

En suma, se trata de la mejora alcanzada con las 4 S anteriores se convierta en una rutina, en una práctica más de los quehaceres. Es el crecimiento a nivel humano y personal a nivel de autodisciplina y autosatisfacción (Rey, 2005).

#### 2.2.3.2.2. *Aplicación de las 5S*

Las 5S es uno de los conceptos principales de las reglas de operación para las actividades de industrias grandes, desde mi punto de vista, es una herramienta de mejora que consigue excelentes resultados con una baja inversión incluyendo métodos para gestionar los activos (personal, instalaciones y equipos) que brindan soporte a las operaciones de flujo en la información), mejora la productividad a través de la eliminación de la Muda (desperdicio) (Méndez, 2019).

La metodología 5S es una herramienta de gestión cuyo objetivo es la productividad y la calidad principalmente en el sector industrial. Para eso, este método busca la organización, disciplina, limpieza, eliminación de ciclos de desperdicios y seguridad de los procesos productivos y del local de trabajo, las 5S hacen posible la ejecución de tareas con el mínimo de fallas, ociosidades y accidentes (Kreutzfeld, 2019).

#### 2.2.3.2.3. *Herramienta Kanban*

Es un término japonés que puede traducirse como etiqueta o ticket de instrucción. Sin embargo, en la práctica, Kanban no se limita a una etiqueta (tarjeta). Esta tarjeta no serviría de mucho si no se aplicase de acuerdo a ciertos principios y reglas.

En cuanto a cuál es la relación entre Kanban y filosofías como Kaizen o Just In time es imprescindible saber que Kanban representan el motor del sistema Just In Time y es el que más ayuda a la consecución de los objetivos que se pretenden. Ambas se encuentran dentro de la filosofía Kaizen (Matamoros, 2012).

- **Principios básicos de Kanban**

- **Principio 1. Empezar con lo que hace ahora:** Kanban no requiere configuración y puede ser aplicado sobre flujos reales de trabajo o procesos activos para identificar los problemas. Por eso es fácil implementar esta herramienta en cualquier tipo de organización, ya que no es necesario realizar cambios drásticos.
- **Principio 2. Comprometerse a buscar e implementar cambios incrementales y evolutivos:** el método Kanban está diseñado para implementarse con una mínima resistencia, por lo que trata de pequeños y continuos cambios incrementales y evolutivos del proceso actual. En general, los cambios radicales no son considerados, ya que normalmente se encuentran con resistencias debidas al miedo o la incertidumbre del proceso.
- **Principio 3. Respetar los procesos, las responsabilidades y los cargos actuales:** Kanban reconoce que los procesos en curso, los roles, las responsabilidades y los cargos existentes pueden tener valor y vale la pena conservarlos. El método Kanban no prohíbe el cambio, pero tampoco lo prescribe. Alienta el cambio incremental, ya que no provoca tanto miedo como para frenar el progreso.
- **Principio 4. Animar el liderazgo en todos los niveles:** este es el principio más novedoso de Kanban. Algunos de los mejores liderazgos surgen de actos del día a día de gente que está al frente de sus equipos. Es importante que todos fomenten una mentalidad de mejora continua (Kaizen) para alcanzar el rendimiento óptimo a nivel de equipo/ departamento/ empresa. Esto no puede ser una actividad a nivel de dirección (Arango Serna et al., 2015, pp. 221-233).

- **Sistema físico**

Kanban se desarrolla por medio de un tablero que evidencia una serie de tarjetas, las cuales otorgan información en cuanto al desarrollo y obtención de un producto, estas características de acuerdo a este sistema pueden ser:

- De acuerdo a instrucciones necesarias en un área de trabajo
- Ordenes que se empezaran, se realizan o terminan con la finalidad de evitar documentación como tiempo innecesario
- Prioridades en las tareas consideradas como prioritarias
- Permite la comunicación de manera constante y fluida

- **Sistema abstracto**

Establece una secuencia lógica en la que un proceso continuo de acuerdo a la terminación de otros. Las tareas de acción de este sistema corresponden a:

- Control de la producción de acuerdo a la integración de los procesos incluyendo los proveedores pudiendo para ello incluir en las tarjetas responsables de las tareas.
- Control del inventario evitando pérdidas tanto de material como de tiempo.
- Reducir la sobreproducción al establecer tareas concretas y las que se están elaborando en la información de las tarjetas
- Establece observaciones que se registran y propenden estrategias enfocadas a la mejora continua.
- Minimización de desperdicios en tiempos, cuellos de botella, materiales.
- Puede ser aplicadas a todas las áreas de la empresa
- Entregas de actividades justo a tiempo (Sistema Just in Time) (Hernández et al., 2013).

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo de estudio

##### 3.1.1. *Cuasi experimental*

Estudio que establece la manipulación de manera deliberada de la variable independiente y verificar su efecto sobre la variable dependiente. Establece su diferencia con estudios experimentales diferenciados aleatoriedad y grupos de control claramente definidos (Cabezas Mejía et al., 2018).

La necesidad de manipular la variable independiente para observar su efecto en la variable dependiente en una prueba de diagnóstico de situación actual (de inicio) y una prueba post diagnóstica de la situación mejorada (de fin), particularidades hacen que el estudio sea cuasi experimental.

#### 3.2. Tipo de investigación

##### 3.2.1. *Investigación documental*

Investigación que establece un proceso de recopilación de información mediante el compendio de teorías de varios autores para sustentar fenómenos, tareas o acontecimientos (Cabezas Mejía et al., 2018).

Este tipo de investigación permitió la generación del marco teórico describiendo las bases conceptuales como teóricas necesarias para resolver dudas y potencializar el uso de las herramientas Lean Manufacturing (VSM, 5S y Kanban) en la estandarización de los procesos.

##### 3.2.2. *Investigación de campo*

Este tipo de investigación se relaciona con la ubicación geográfica, pues se desarrolló donde ocurren los hechos y permite el descubrimiento de problemas o necesidades del entorno (Cabezas et al., 2018).

La investigación se realizó en la empresa carrocera Yaulema Jr. cumpliendo con la necesidad de evaluar el proceso actual con el que se desarrolla la empresa

### **3.2.3. *Investigación descriptiva***

Enfocada a trabajar sobre las realidades que acontecen un hecho determinado teniendo como finalidad fundamental establecer un resultado claro y conciso (Cabezas Mejía et al., 2018).

La descripción permitirá determinar las características de los procesos para la fabricación de la carrocería modelo Hunter Jr. Los cuales, mediante un diagnóstico de cómo se presentan en una perspectiva actual serán interpretadas para la posterior implementación de las herramientas Lean en busca de una estandarización de procesos que mejore la productividad de dicho producto.

## **3.3. Enfoque de la investigación**

### **3.3.1. *Enfoque cualitativo***

Establece la observación como aquella técnica principal. La finalidad es describir las cualidades que han sido detectadas dentro de un contexto. Particularidades que conllevan a detectar posibles falencias o necesidades del entorno (Portilla Chávez et al., 2014).

El enfoque cualitativo permitirá describir aquellas falencias encontrados en los procesos que la empresa Yaulema Jr. utiliza para la fabricación de la carrocería modelo Hunter Jr. siendo la base fundamental en el desarrollo del diagnóstico de la situación actual.

### **3.3.2. *Enfoque cuantitativo***

Este enfoque busca establecer mediante métodos cuantificables o numéricos mediciones que promuevan el control y predicción de una realidad (Niño, 2011).

Los valores numéricos permitieron medir la realidad actual que los procesos tardan en desarrollarse para la fabricación de la carrocería modelo Hunter Jr. Además, de conocer el número de operarios encargados del mismo. Para finalmente establecer evaluaciones que permitan establecer el grado de eficacia de las herramientas Lean Manufacturing implementadas.

## **3.4. Métodos y técnicas**

### **3.4.1. *Método deductivo-inductivo***

Procesos inversos pero complementarios. Donde la inducción determina las generalidades desde la observación de lo ocurrido en casos variados, estableciendo a partir de dichas particularidades se podrán deducir conclusiones concretas (Rodríguez et al., 2017).

Este método se utilizará en la investigación en la generalización del diagnóstico situacional actual sobre los procesos necesarios para la fabricación de la carrocería Hunter Jr. Posterior a ello se utilizarán las herramientas Lean para establecer una propuesta de mejora, pudiendo a posterior deducir conclusiones por medio de los resultados obtenidos y su relación con los objetivos propuestos.

### **3.5. Población de estudio**

Para realizar la aplicación de la estrategia Lean Manufacturing, se considera como población todas las actividades del proceso productivo, consideradas como áreas analizadas, y dentro de las cuales se desarrollan los procesos específicos de producción, siendo su muestra censal.

Está compuesta, esta población, por la producción total en horas y días en cada uno de los procesos que componen las áreas analizadas (horas/día/proceso/área), se realiza, entonces, un muestreo intencional, se tomó una muestra (2 procesos de cada área analizada) de la producción total del producto carrocerero antes y después de la implementación del plan de mejoras propuesto, el cual evaluó la calidad del producto en el período de tiempo determinado, que en fase experiencial es de tres meses.

### **3.6. Técnicas de recolección de datos**

#### **3.6.1. Observación directa**

Técnica que se emplea para la verificación de la realidad del entorno, para así comprender y visualizar el comportamiento de un sujeto u objeto para la comprensión del hecho (Guerrero et al., 2018).

La observación se utilizará en base a los procesos requeridos para la fabricación de la carrocería Hunter Jr. Así se establecerán posibles falencias como la implementación de la propuesta.

### **3.7. Fases de la metodología del problema**

Se planificó el desarrollo por fases de acuerdo al problema encontrado, sienta su base sobre las dimensiones de la producción de la empresa, estas fases deben ser estudiadas y analizadas de manera individual y con la aplicación de las herramientas de Lean Manufacturing.

Para ello, de manera inicial se utilizó el VSM (Value Stream Map) que es una de las herramientas empleadas para evaluar la situación actual de la empresa de carrocerías Yaulema Jr., en la fase de arranque de la investigación. Una segunda herramienta aplicada es la 5S, explicada al detalle en el apartado conceptual.

En un segundo momento, se procede a la implementación de la metodología Lean Manufacturing, con dos herramientas específicas como son las 5S's y Kanban.

Finalmente, para computar los resultados obtenidos, en una fase post, es decir, posterior a la aplicación de las herramientas Lean Manufacturing, se realizó un segundo muestreo para corroborar si existe cambios en el cumplimiento de las especificaciones técnicas de calidad, desde análisis comparativos sobre las entradas, procesos y salidas en cada área analizada.

En base a lo anteriormente mencionado, el procedimiento para el desarrollo del estudio se ha organizado en la siguiente matriz

**Tabla 1-3:** Fases de la metodología del problema

Implementación de la metodología Lean Manufacturing en la producción de carrocerías	1. Identificar la situación actual de la empresa	Mediciones y análisis de procesos Aplicación de la herramienta VSM. Aplicación de herramienta 5 S.
	2. Diagnóstico del problema	Análisis de la cadena de valor. Diagrama de localización de áreas. Análisis del mapeo de la situación inicial. Análisis causal Ishikawa
	3. Formulación del plan de acción	Definición de estrategias de eficiencia. Definición de estrategias de producción.
	4. Implementación del plan de acción (mejoras)	Proceso de Implementación Estandarización de procesos Herramienta básica - metodología 5S. Mejora y estandarización de procesos. Implementación metodología Kanban
	5. Medición de resultados	Aplicación de la herramienta VSM final Aplicación de herramienta 5 S. Mediciones y evaluaciones

Elaborado por: (Autor, 2021)

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS

#### 4.1. Análisis de la situación actual de la empresa

##### 4.1.1. Mediciones y análisis de procesos

##### 4.1.1.1. Diagrama de procesos operativos

De acuerdo al personal de la empresa Yaulema Jr. se determina el siguiente diagrama de procesos, estipulados de acuerdo a los niveles que actualmente posee:



**Gráfico 1-4:** Mapa de procesos de Yaulema Jr.  
Elaborado por: (Autores, 2021)

Estableciendo que el cliente ingresa sus necesidades, que para ser atendidas la empresa establece tres niveles según los procesos gobernantes, operativos y de soporte, los cuales representan los factores fundamentales para la búsqueda de la satisfacción del cliente.

#### *4.1.1.2. Línea de producción y soporte*

La línea de producción de la empresa Yaulema Jr., es la carrocería como tal, ésta es una combinación de varios materiales de características livianas, que se monta sobre el chasis que dispone como automotor el cliente. A la vez que se trata de una estructura liviana, debe ser resistente pero muy flexible para dar soporte a las cargas que evidentemente soportarán estando ya, al servicio.

Los principales puntos de calidad sobre el cual se sitúa la línea de producción es, además de las mencionadas, es considerar el soporte de seguridad que aportan las deformaciones por impacto de la carrocería, y la deformación que naturalmente transmite el chasis durante el desplazamiento, la principal condición de la carrocería es convertirse en un habitáculo para los pasajeros y protegerlos de cualquier factor externo a la estructura, se piensa entonces, en un modelo aerodinámico, estéticamente agradable, convincente y seguro.

El diseño estructural de la carrocería está compuesto por formas tubulares dispuestas en paralelogramos y hechas a partir de perfiles cerrados y abiertos, el material de estos perfiles es acero galvanizado de calidad estructural o acero inoxidable.

Las estructuras mencionadas están interconectadas, gracias a las sueldas que aseguran las uniones entre los perfiles, este proceso es el más representativo en la línea de producción, finalmente se procede a sujetar la estructura al chasis mediante planchas empernadas que se acoplan directamente a los módulos del chasis.

Una vez sujeta la estructura al chasis, aparece otro elemento que compone la carrocería, es el forrado, tanto interno como externo, para ello, se utilizan láminas de diversos materiales, los más utilizados son el aluminio, el acero galvanizado y el plástico de fibra de vidrio reforzada (FRP), este último comprometido con el moldeado de la parte delantera y trasera de la estructura, la cual debe estar lista antes de proceder con el forrado de los laterales y el techo.

El proceso continúa hasta conseguir un producto de calidad, sin embargo, se ha expuesto los principales procesos y algunos de los materiales utilizados como materia prima, con el fin de poner en escenario la pauta para el siguiente acápite del documento.

Se reconoce entonces, la línea de producción, dos de las cuatro áreas analizadas, ciertos materiales y lo más importante la definición del personal encargado en cada proceso de cada área, este personal operativo es la mano que impulsa la producción, verifica la calidad del mismo, y da soporte a los procesos, este grupo de trabajadores hacen posible que la cadena de producción en serie se desarrolle de manera exitosa.

La empresa de carrocerías Yaulema Jr., sustenta su línea de producción en un solo proceso operativo, que consta de cuatro áreas bien definidas, la estructura, el forrado, la preparación y pintura, los acabados, cada una de estas áreas cuenta con subprocesos con los cuales se alinean a las actividades secuenciales de la producción, para ello, cuentan con el personal especializado para cada área analizada. A continuación, un diagrama para la visualización de áreas, procesos y los recursos humanos que dan soporte al área analizada.

**Tabla 1-4:** Línea de producción y soporte

Estructura					Forrado				Preparación y pintura.				Acabados			
Desarmado del chasis	Montaje de plaquetas	Estructura inicial y chasis falso	Tejido del piso y montaje se cerchas.	Construcción estructura l del techo, parte frontal y trasera.	Forrado lateral	Forrado frontal y trasero	Forrado del techo.	Forrado interno	Preparación de superficies.	Fondeado de superficies.	Pintura final.	Pulido	Colocación de ventanas y parabrisas	Forrado interno y tapizado	Instalaciones Eléctricas.	Instalación de asientos
↑					↑				↑				↑			
Mecanicos		Electricistas	Estructuradores		Mecanicos				Pintores				Ventaneros		Electricistas	Acabadores
SOPORTE AL ÁREA					SOPORTE AL ÁREA				SOPORTE AL ÁREA				SOPORTE AL ÁREA			

Elaborado por: (Autores, 2021)

La empresa, cuenta con personal calificado para el desarrollo de las actividades propias de cada proceso, por versión de los mismos trabajadores de la empresa, se conoce que en principio, la empresa contaba con un total de 40 trabajadores, y que, a partir de ello, se ha ido incrementando en número hasta alcanzar, cinco años atrás, un total de 120 trabajadores, distribuidos en las distintas áreas de producción.

Se determina además en la aplicación de la herramienta VSM, que los procesos, se consideran exclusivamente a las áreas de producción, sin que esto signifique que la empresa no maneje un área de ventas, de talento humano, otra bodega o la administración. La evaluación solamente considera las áreas descritas.

#### 4.1.1.3. Evaluación y análisis de procesos

Cada uno de los procesos fueron ordenados de acuerdo a cada tarea necesaria para la fabricación de la carrocería modelo Hunter Jr., los cuales se especifican a continuación.

**Tabla 2-4:** Evaluación y análisis de los procesos del área de estructura

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	IMPLICADOS	ELEMENTOS	TIEMPO DE PRODUCCIÓN
Recepción de chasis - desmontaje de piezas - aislamiento de partes delicadas.	Ingreso de chasis a la planta y desmontaje de piezas eléctricas	Evitar daños en elementos impactados del chasis	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja completa de herramientas</li> </ul>	7,95 horas
Ingresó a ensamblaje de estructura nivelación de chasis.	Nivelar parte posterior y delantera.	Obtener un producto totalmente exacto en medidas.	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gatos hidráulicos</li> <li>• Niveles manuales</li> <li>• Niveles láser</li> </ul>	3,50 horas
Ensamblaje de placas para sujeción de carrocería.	Instalación de placas móviles para sujeción de carrocería.	Sujetar la carrocería al chasis para garantizar seguridad.	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cortador de plasma</li> <li>• Taladros (3 o 4)</li> <li>• Pistola de impacto</li> <li>• Llaves y</li> </ul>	8,05 horas
Ensamblaje de parantes escuadras y chasis falso.	Instalación de soportes y chasis falso para acortar el piso de la carrocería.	Crear un reflejo del chasis principal para la construcción.	3 operarios 2 maestros 1 auxiliar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paralelas</li> <li>• Tubo estructural (50 * 3 mm galvanizado)</li> <li>• Chasis falso rectangular (100 * 40 * 3 mm galvanizado)</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Pulidora</li> <li>• Niveles manuales</li> <li>• Escuadras</li> <li>• Flexómetro</li> </ul>	11,25 horas
Ensamblaje de plataforma	Instalación de la base principal del piso de la carrocería.	Crear la base principal del piso	4 operadores 2 maestros 2 auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo (50 * 3 mm)</li> <li>• Tubo rectangular (100 * 40 * 3 mm para largues)</li> <li>• Canal U (80 * 40 * 3 mm)</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Pulidoras</li> <li>• Escuadras</li> </ul>	15,75 horas

**Tabla 2-4 (Continuación):** Evaluación y análisis de los procesos del área de estructura

Ensamblaje de cerchas tipo arco	Instalar los cerchas para darle forma al autobús	Dar forma al autobús	4 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arcos doblados en tubo estructural de (50 * 3 mm galvanizado)</li> <li>• Soldadora</li> <li>• Flexómetro</li> <li>• Escuadras</li> <li>• Pulidoras</li> <li>• Piolas</li> </ul>	4,80 horas
Tejido estructural lateral de ventana	Dar forma a la ventana y reforzar la carrocería	Brindar soporte lateral y reforzar la estructura	4 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo de 50 * 2 mm</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Pulidoras</li> <li>• Piolas</li> <li>• Flexómetros</li> </ul>	4,10 horas
Tejido estructural lateral intermedio	Instalación de estructura en zigzag para defensa	Brindar soporte a la carrocería	4 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo de 50 * 2 mm</li> <li>• Tubo de 50 * 1.5 mm</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Flexómetro</li> <li>• Pulidora</li> </ul>	7,90 horas
Tejido estructural del techo	Instalación de la estructura de medias cerchas de techo	Brindar soporte y seguridad en el techo	4 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Medias cerchas tubo estructural (50 * 2 mm)</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Tubo estructural (2 * 1.5 mm galvanizado)</li> <li>• Tubo rectangular (50 * 20 * 1.5 mm)</li> <li>• Omegas (100 * 50 * 25 * 2 mm galvanizado)</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Piola</li> <li>• Pulidora</li> <li>• Flexómetro</li> </ul>	10,20 horas
Montaje estructural parte posterior	Tejido de estructura de la parte posterior del bus	Brindar soporte y forma a la parte posterior	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos estructurales curvos de 10 * 2 mm galvanizado</li> <li>• Soldadora MIC</li> </ul>	16,34 horas

**Tabla 2-4 (Continuación):** Evaluación y análisis de los procesos del área de estructura

Montaje estructura parte delantera	Tejido de estructura de la parte delantera del bus	Brindar soporte y forma a la parte delantera	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubos curvos 50 * 3 mm principales</li> <li>• 40 * 2 mm secundarios</li> <li>• Tubos 25 * 2 mm cuadrados</li> <li>• Soldadora MIC</li> <li>• Pulidora</li> <li>• Flexómetro</li> </ul>	24,46 horas
Ensamblaje estructura lateral parte baja y bodega	Instalar la parte inferior de la carrocería y bodegas	Dar forma a la parte baja de la carrocería y reforzar las bodegas	4 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tubo 50 * 2 mm</li> <li>• Tubo curvo 25 * 2 mm</li> <li>• Tubo rectangular 50 * 25 * 1.5 mm</li> <li>• Ángulos de 50 * 4 mm</li> <li>• Ángulos de 40 * 4 mm</li> <li>• Canal U 50 * 25 * 2 mm</li> </ul>	23.52 horas
Remate de estructura en todos los puntos de unión. Suelda final.	Soldar todas las juntas y reforzar	Brindar seguridad, soporte y durabilidad en toda la carrocería	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soldadora MIC 380</li> <li>• Alambre 0,9 mm</li> </ul>	39,68 horas

Elaborado por: (Autores, 2021)

**Tabla 3-4:** Mediciones y análisis del área de Forrado, Preparación y Pintura

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	IMPLICADOS	ELEMENTOS	TIEMPO ESTIMADO
Enderezamiento y alineación de estructura de carrocería	Rectificar las partes principales de la estructura	Alinear estructura para cuadrar elementos que posteriormente se montarán.	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piola</li> <li>• Flexómetro</li> <li>• Tecla</li> <li>• Gato hidráulico</li> <li>• Porto hidráulico</li> </ul>	5,89 horas
Limpieza y pintura de la estructura	Limpiar y pasar fondo a la estructura	Brindar durabilidad a la estructura	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lustre</li> <li>• Pulidora</li> <li>• Grata</li> <li>• Fondo anticorrosivo diluyente</li> <li>• Soplete de aire</li> </ul>	5,85 horas

**Tabla 3-4 (Continuación):** Mediciones y análisis del área de Forrado, Preparación y Pintura

Forrado lateral	Instalar los forros laterales del autobús	Cubrir y dar la forma lateral al autobús	6 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bobina galvanizadora O. 70 mm</li> <li>• Esponjas</li> <li>• Pega ploma</li> <li>• Prensas</li> <li>• Templadora de bobina de presión</li> <li>• Gas industrial</li> <li>• Lanzallamas</li> </ul>	8,54 horas
Montaje parte posterior en fibra de vidrio	Instalar las partes de fibra de vidrio	Dar la forma acorde al diseño del bus de la parte posterior	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza prefabricada Fibra de vidrio</li> <li>• Sikaflex 263 negro</li> <li>• Líquido de limpieza</li> <li>• Líquido primer negro</li> <li>• Taladros</li> <li>• Remaches</li> <li>• Tornillos</li> </ul>	23,41 horas
Delantera	Instalar las partes de fibra de vidrio	Dar la forma acorde al diseño del bus de la parte delantera	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pieza prefabricada Fibra de vidrio</li> <li>• Sikaflex 263 negro</li> <li>• Líquido de limpieza</li> <li>• Líquido primer negro</li> <li>• Taladros</li> <li>• Remaches</li> <li>• Tornillos</li> </ul>	32,12 horas
Bordado lateral parte baja y media	Instalación de forros y compuertas parte baja	Dar la forma la parte inferior del bus	3 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compuertas</li> <li>• Mecanismos seguros</li> <li>• Guías</li> <li>• Chapas</li> </ul>	40,19 horas
Instalación de sistema eléctrico	Se instala todo el cableado necesario para todos los dispositivos y accesorios eléctricos del bus.	Realizar las conexiones necesarias para el correcto funcionamiento del sistema eléctrico del autobús.	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cable 12 - 14 - 16 - 18</li> <li>• Cable parlante</li> <li>• Cable de antena de video</li> <li>• Cintas aislantes</li> <li>• Manguera corrugada</li> <li>• Amarres plásticos</li> <li>• Terminales</li> <li>• Cortadoras de cable</li> </ul>	7,91 horas
Entablado de piso	Se instala las tablas que conformarán el piso del autobús.	Cubrir la estructura y formar una superficie plana y uniforme.	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Playbo marino de 15"</li> <li>• Batepiedra</li> <li>• Pernos de 1/4 x 1/2</li> <li>• Tornillos 12 x 1 1/2</li> </ul>	7,88 horas

**Tabla 3-4 (Continuación):** Mediciones y análisis del área de Forrado, Preparación y Pintura

Aplicación de aislantes Poliuretano	Se aplica aislante poliuretano en toda la parte interior de la carrocería.	Aislar la carrocería para evitar ruido externo y además del intercambio térmico.	2 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Componentes poliuretano</li> <li>• Bomba de aspersión</li> </ul>	4,25 horas
Preparación y pintura interior y exterior	Se preparan las superficies del autobús para luego proceder a fondear y pintar.	Pintar el autobús de acuerdo al color requerido por el cliente.	4 operarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masilla automotriz</li> <li>• Fondos poliuretano</li> <li>• Lijas 36, 50, 80, 150, 240, 400, 1200 y 3000</li> <li>• Pintura poliuretano</li> </ul>	39,17 horas
Instalación de ventanas y parabrisas	Se instala las ventanas laterales y posteriores de vidrio y el parabrisas frontal.	Cubrir el autobús con las respectivas ventanas y parabrisas de acuerdo.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventanas y parabrisas</li> <li>• Sikaflex 256</li> <li>• Líquidos activadores</li> <li>• Pistolas neumáticas</li> </ul>	6,12 horas
Montaje de piezas de fibra de vidrio interior compartimiento de pasajeros	Se instalan las piezas de fibra de vidrio para dar un acabado elegante y recubrir la estructura metálica.	Brindar un correcto acabado a la parte interna del autobús	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Piezas de fibra de vidrio prefabricadas</li> <li>• Sikaflex 263 negro</li> <li>• Primer activador</li> <li>• Pistola neumática</li> <li>• Remaches</li> <li>• Tornillos</li> <li>• Taladro</li> <li>• Pulidora</li> <li>• Aire comprimido</li> </ul>	40,11 horas
Montaje de piezas de fibra de vidrio en la cabina	Se instala las piezas de fibra de vidrio para dar un acabado elegante y recubrir la estructura metálica.	Brindar un correcto acabado en la parte interior de la cabina del conductor.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techos laterales</li> <li>• Espaldar en fibra de vidrio prefabricada</li> </ul>	15,89 horas
Preparación y tapizado de pisos y barrederas	Se prepara la superficie del piso y se instala la moqueta.	Brindar un buen acabado al piso del autobús.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masilla plástica automotriz</li> <li>• Lijadora eléctrica</li> <li>• Moqueta</li> <li>• Cemento de contacto</li> <li>• Barrederas de aluminio</li> <li>• Remaches</li> <li>• Taladro</li> </ul>	12,45 horas

**Tabla 3-4 (Continuación):** Mediciones y análisis del área de Forrado, Preparación y Pintura

Montaje de tablero y mandos eléctricos de cabina	Se instala el tablero de control y los mandos eléctricos correspondientes.	Instalar los mandos de control del autobús.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tablero prefabricado en fibra de vidrio</li> <li>• Mandos eléctricos originales del autobús</li> </ul>	3,95 horas
Montaje de portamaletas interior	Se instala los portamaletas derecho e izquierdo del autobús.	Instalar los portamaletas del autobús.	4 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Canastillas prefabricadas en fibra de vidrio tapizados con sus accesorios</li> <li>• Soportes de bandejas</li> <li>• Pernos acerados 5/10 x 1 1/2</li> </ul>	8,15 horas
Montaje de accesorios eléctricos internos y externos	Se instala los equipos de audio y video, las luces internas y externas y se comprueba el funcionamiento.	Instalar los dispositivos electrónicos de entretenimiento e iluminación del autobús.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Luces internas de salón</li> <li>• Luces de cabina</li> <li>• Pantallas de vídeo</li> <li>• Sistema de audio</li> <li>• Sistema de cámaras</li> <li>• Tacómetros</li> <li>• Radio</li> <li>• Dud</li> <li>• Amplificadores</li> <li>• Paneles de control</li> <li>• Luces exteriores</li> </ul>	24,14 horas
Instalación de asientos	Se instala los asientos en el autobús de acuerdo al diseño	Instalar los asientos para el transporte de pasajeros	3 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Asientos fabricados y tapizados</li> <li>• Pernos 5/10 x 1 1/2</li> <li>• Taladros</li> <li>• Brocas 5/16</li> <li>• Llaves y radios</li> </ul>	5,89 horas

Elaborado por: (Autores, 2021)

**Tabla 4-4:** Análisis proceso del área de acabados

NOMBRE	DESCRIPCIÓN	OBJETIVO	IMPLICADOS	ELEMENTOS	TIEMPO ESTIMADO
Instalación de puertas de pasajeros y conductor	Se realiza el montaje de las puertas de servicio.	Instalar las puertas de acceso al autobús.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puertas prefabricadas y pintadas</li> </ul>	7,96 horas
Instalación retrovisores, manubrios y plumas limpiaparabrisas	Se instala los retrovisores, los manubrios de las puertas de acceso y los limpiaparabrisas.	Instalar los diferentes accesorios para servicios múltiples en el autobús.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Retrovisores</li> <li>• Manubrios</li> <li>• Plumás</li> </ul>	4,14 horas

**Tabla 4-1 (Continuación):** Análisis proceso del área de acabados

Montaje de aire acondicionado y calefacción	Se instalan los equipos de aire acondicionado y calefacción.	Climatizar el autobús.	4 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo 1/c y calefacción</li> <li>• Paneles de control</li> </ul>	8,12 horas
Decoración de adhesivos exteriores	Se coloca los diferentes emblemas que decoran la unidad.	Decorar el autobús.	3 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Emblemas adhesivos</li> </ul>	5,85 horas
Revisión y prueba final	Se inspecciona el correcto funcionamiento de la unidad.	Garantizar la calidad del producto terminado.	2 personas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check list de control</li> </ul>	3,93 horas

Elaborado por: (Autores, 2021)

#### 4.1.1.4. Medición de tiempo de producción

Aplicando el VSM en la cadena de valor de la empresa Yaulema Jr., concluye con valores de producción igual a 59 días laborables en un solo producto. Este resultado, puede clasificarse como tiempo promedio de producción, si se lo compara con otras carroceras del país, con cierta relación directa con su homóloga (Carroceras Modelo) ubicada en la ciudad de Santo Domingo, la cual oferta sus servicios indicando un tiempo de producción de tres meses.

Además, se han identificado los puntos claves en donde el proceso no aprovecha los recursos, los materiales, los tiempos y el personal, de modo tal, que el proceso global de producción se pueda acortar de forma efectiva, sin perder la calidad en el proceso. Los puntos descritos se pueden apreciar en el detalle especificado en la tabla 10-3.

**Tabla 5-4:** Medidor de procesos por área, puestos y tiempo

Nº	Área analizada	Proceso analizado	Puesto analizado	tiempo necesario	tiempo óptimo	Tiempo con demoras
1	Estructura	Desarmado del chasis	Mecánicos y Electricistas: Desmontar ciertos elementos eléctricos y mecánicos que interfieren en la fabricación de la carrocería	1,00	0,75	1,00
		Montaje de plaquetas	Estructuradores: Colocar las placas de anclaje al chasis, sobre las cuales ira montada la carrocería.	1,00	0,75	1,25
		Estructura inicial y chasis falso	Estructuradores: Construcción de estructura de soporte para la carrocería y chasis falso sobre la cual ira montada la parte superior de la carrocería.	2,25	2,00	2,25
		Tejido del piso y montaje se cerchas.	Estructuradores: Construcción de la estructura del piso y montaje de cerchas para dar soporte a la estructura del techo, de la parte frontal, lateral y trasera.	7,50	7,00	7,75

**Tabla 5-4 (Continuación):** Medidor de procesos por área, puestos y tiempo

		Construcción estructural del techo, parte frontal y trasera.	Estructuradores: Construcción de la estructura del techo y la estructura de los lados y la parte frontal y trasera del autobús.	9,00	8,50	9,00
2	Forrado	Forado lateral	Mecánicos: Preparación de la bobina de tol, posteriormente se ubica y se fija sobre la estructura de las paredes laterales del autobús.	1,25	1,00	1,50
		Forado frontal y trasero	Mecánicos: Las piezas frontales y traseras son construidas en fibra, las mismas que se colocan en las partes frontales y traseras cubriendo la estructura metálica y dándole la forma del diseño de la carrocería.	8,75	8,38	9,00
		Forado del techo.	Mecánicos: El techo es construido en fibra, el mismo que se coloca en la parte superior del bus, cubriendo la estructura y dándole la forma del diseño de la carrocería.	3,00	2,75	3,00
		Forado interno	Mecánicos: El piso del compartimento de pasajeros es construido en madera, de tal manera que los paneles se ubican sobre la estructura metálica cubriendo todos los espacios. El compartimento de la cabina y las gradas, es forrada con tol, acoplado a la forma del diseño.	4,00	3,50	4,25
3	Preparación y pintura.	Preparación de superficies.	Pintores: La carrocería es masillada y preparada previo a la aplicación del fondo de pintura.	3,00	3,00	3,25
		Fondeado de superficies.	Pintores: Se aplica un fondo especial en toda la superficie del autobús.	1,00	0,75	1,00
		Pintura final.	Pintores: Se aplica la pintura en el autobús, de acuerdo a los requerimientos del cliente y los colores que corresponden a la cooperativa a la que se destina la unidad.	1,00	1,00	1,25
		Pulido	Pintores: Se realiza el proceso de pulido en toda la superficie del autobús para asegurar un brillo uniforme y calidad en la pintura.	2,50	2,00	2,75
4	Acabados	Colocación de ventanas y parabrisas.	Ventaneros: Se realiza la preparación de las superficies y posteriormente se coloca las ventanas del autobús y el parabrisas.	1,75	1,25	2,00
		Forado interno y tapizado	Acabadores: Se realiza el proceso de colocación de paredes y techos internos fabricados en fibra. Y la tapicería en todo el piso del autobús.	5,00	4,50	5,25
		Instalaciones Eléctricas.	Electricistas: Se realiza la instalación de los sistemas eléctricos y todos los dispositivos electrónicos de autobús.	4,00	3,75	4,50

**Tabla 5-4 (Continuación):** Medidor de procesos por área, puestos y tiempo

		Instalación de asientos	Acabadores: Se realiza la instalación de los asientos para pasajeros y tripulación acorde al diseño del autobús.	2,50	2,00	2,75
<b>TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (Días)</b>				<b>59</b>	<b>53</b>	<b>62</b>

**Elaborado por:** (Autores, 2021)

Las áreas y los procesos representan una medida de calidad, considerando que, el proceso fluye de manera natural en cada uno de los áreas de la cadena de valor, cualquiera fuese el proceso a medir, se debe determinar la efectividad y la eficacia del mismo. Para este análisis de una parte del diagnóstico, se consideran los tiempos necesarios para de manera ordinaria cumplir con el área, que es una actividad habitual o cotidiana a la cual la empresa está acostumbrada, es decir, a un ritmo de trabajo habitual. El resultado de este análisis, en valores de tiempo, corresponde a un total de 59 días. Debiendo anotar entonces, que existe un rango entre el tiempo necesario y el tiempo máximo de retraso que fluctuaría entre los 59 días y los 62 días respectivamente.

Las horas laborables en la cadena de valor es igual a 292 horas seguidas, es decir sin espacios muertos de tiempo, por lo tanto, en el cálculo de valores se considera la cantidad de horas por cada proceso para el tiempo normal de una jornada laboral que en el país es de 8 horas diarias.

En este contexto, también se realiza un análisis de tiempo óptimo, que representa una posibilidad o meta donde se describe el tiempo total de cada proceso, de manera no habitual, sino más bien en un ambiente de trabajo dinámico, comprometido con la posibilidad de reducir al máximo los tiempos muertos de cada área. Los tiempos óptimos reducen la cantidad de desperdicio, mejoran la calidad y optimizan recursos y tiempos.

El diagnóstico indica que la cantidad total de tiempo óptimo en la misma cadena de valor en la producción de la carrocería corresponde a 53 días, es decir, existe la probabilidad de mejorar la misma hasta en un 10,17%.

La formulación del plan de acción y su implementación podrá ajustarse de tal modo que el resultado permita la optimización de los procesos de las áreas de la cadena de valor en un 10% aproximadamente como promedio en las pruebas de operación. Particularidad que sin duda aportará significativamente al costo operativo, que será calculado al final de la implementación, con las comparaciones y evaluaciones de la situación actual frente a la mejorada.

Naturalmente, el plan de acción, será establecido de acuerdo a los puntos críticos detectados en el diagnóstico de la cadena de valor de la empresa Yaulema Jr., haciendo uso de las metodologías de lean manufacturing usadas hasta el momento, como son la VSM y las 5Ss, sin embargo, el estudio se apoya de una tercera que es Kanban.

#### **4.1.2. Aplicación de la herramienta VSM**

El VSM, a través de los símbolos que utiliza, representa de manera gráfica el flujo de materiales que, aportan con información detallada del flujo habitual a lo largo de la cadena de valor de una específica familia de productos dentro de la empresa, es decir, información prácticamente de puerta a puerta.

La corriente de valor (value stream), referida a una familia de productos, concibe la información que contribuye a la transformación de la materia prima en partes clave o a su vez en producto terminado, para el análisis inicial se reconoce en la familia de estructurales, los perfiles cerrados y abiertos cuyo material es acero galvanizado de calidad estructural o acero inoxidable.

Las actividades que se identifican con la herramienta comprenden aquellas que añaden valor o valor agregado (VA), o que no aportan valor pero que son necesarias en los procesos, (NVAN) y, las actividades que no aportan valor y que no son necesarias (innecesarias), las NVAI.

Se identificaron 4 áreas específicas de análisis con sus respectivos procesos, estructural, forrado, preparación y pintura, acabados, las mismas se encuentran distribuidas en la planta de producción, al interior de cada una se desarrollan otras actividades que agregan valor al producto. En la empresa Yaulema Jr., estas actividades se las denomina procesos, y son aquellos que permiten la transformación de la materia prima en productos específicos que contribuyen a lograr el producto final de la empresa, que es la carrocería con todas las características de calidad que se mencionadas anteriormente.

Por otra parte, al interior de los procesos, se encuentran subprocesos, que son actividades que dan soporte a la consecución de objetivos en unos casos, y en otros, no aportan valor en el proceso general, y corresponden, principalmente, al transporte y movilización de materiales y situaciones de pausa en las maquinarias (stand by machine) originadas propiamente por las dinámicas particulares y propias del uso, arranque, mantenimiento y demás.

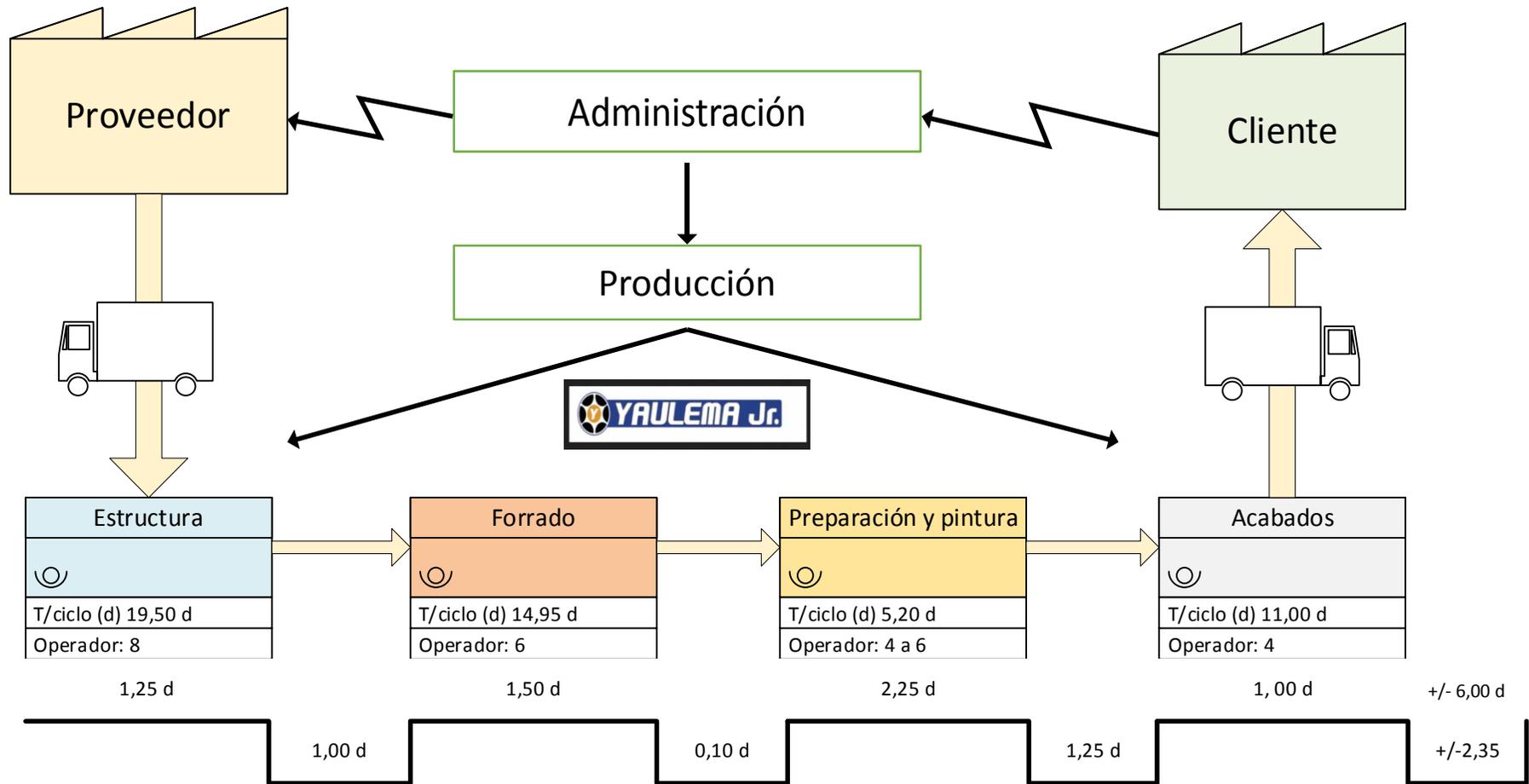
En el diagrama de VSM, se establece el recorrido de una familia de materiales para distinguir el proceso en forma gradual y completa, esto, además, es de utilidad para analizar la existencia de desperdicios lean en el recorrido por el proceso completo, las causas que las originan y de esta manera poder identificar las posibles soluciones. Esto conlleva al mejoramiento del proceso, la producción mínima de desperdicios y la mejora en el tiempo de entrega del producto al cliente.

En breve, se muestra los materiales que son los más representativos de cada área analizada, de esta manera se indica el proceso de construcción de la carrocería de bus. El primer proceso empieza en el área de estructura, que consiste en la fabricación y ensamblaje de la estructura carrocería, ésta es fabricada a partir de módulos estructurales hechos con material galvanizado de acero con calidad estructural A36.

Se fabrica, primero la estructura del piso, con tubos estructurales de 2,25 mm de calibre, este se fija en el bastidor mediante soldadura sobre planchas aseguradas con pernos atornillados a los largueros. De manera simultánea se van fabricando los módulos estructurales de los laterales, del techo, del frente y del cierre posterior, estos son construidos sobre moldes o conformadores, sobre los cuales se asientan y sueldan los tubos de material galvanizado de calidad estructural que se anotó anteriormente, el A36. Estas estructuras miden 2" x 2", 2" x 1", 1 1/2" x 1 1/2" y 1" x 1", luego se sueldan sobre la estructura del piso, hasta conformar la estructura de carrocería, pasando así a la siguiente área, la de forrado.

Con esta descripción, la familia de materiales seleccionados para el análisis VSM es el material galvanizado de acero calidad estructural A36, considerando que éste se contempla desde el inicio del proceso y perdura necesariamente hasta el final.

La línea del tiempo, se encuentra determinada por los desperdicios encontrados dentro de los procesos, dentro de los cuales se especifica aquellas actividades relacionadas con el secado y la unión de diferentes materiales como partes que conforman la carrocería.



**Gráfico 2-4:** VSM de la situación de la empresa Yaulema Jr.  
 Elaborado por: (Autores, 2021)

En la segunda área analizada, continúa el proceso con el forrado interno y externo de la estructura ya construida, los materiales que se usan para esta fase, pueden variar, por ello, se cuenta con algunas alternativas como láminas de aluminio, de acero galvanizado y de plástico de fibra de vidrio reforzada.

Se inicia con las caretas frontales tanto delantera y trasera en fibra de vidrio reforzada, mismas que se fijan en la estructura a través de remaches y la utilización de pegamento de poliuretano para sellar las uniones, una vez terminado este proceso, se continúa con el forrado de los laterales con la misma lógica de fijación, se utiliza, entonces, láminas fabricadas a partir de material plástico reforzado con fibra de vidrio, este procedimiento consiste en la mezcla de plástico o resina y se mezcla a manera de refuerzo con las fibras de vidrio, esta combinación es muy común entre las grandes firmas carroceras del mundo.

Existen varias ventajas de este procedimiento en cuanto al forrado lateral, entre las cuales se pueden considerar el hecho de su baja densidad, lo cual permite aliviar el peso, no genera corrosión por lo tanto tendría mayor durabilidad, facilita la manipulación y el trabajo fluye de manera adecuada en cuanto al tiempo de instalación. Las pruebas de resistencia al impacto son positivas al igual o mejor que la de otros materiales de forrado.

Se remata el proceso con el forrado del techo, el poliuretano en pegamento juega un rol fundamental en el sellado de las estructuras fijadas, y el material utilizado es igual al descrito en el forrado de los laterales, material plástico reforzado con fibra de vidrio (P+FVR), por sus múltiples beneficios adicionales como el aislamiento térmico y acústico, la facilidad para reparar una estructura por partes en caso de ajamiento o ruptura parcial.

En este aspecto, se pueden identificar, con la herramienta VSM, lugares de desperdicio y situaciones por mejorar, que se podrán establecer en los resultados de este análisis.

Una vez que culmina el proceso de forrado, el siguiente procedimiento consiste en la preparación y pintura de la estructura carrozada, en ese momento el vehículo carrozado se mueve al área correspondiente, se empieza con el lijado de las superficies para acondicionar la estructura y facilitar la aplicación del fondo o fondeo estructural. Con los tiempos de secado, re-lijado y masillado, se contempla la utilización de una serie de tiempos muertos en la cadena de producción, por cuanto, este proceso se lo realiza hasta por dos o tres ocasiones, con el fin de cubrir todas las imperfecciones de la estructura, corrigiéndolas con la aplicación de masilla plástica.

La última capa de fondeo, se la realiza con un fondo especial o rellenedor, que asegura la maniobra de recubrimiento final, se usa pintura de poliuretano, con una aplicación final de una película de compuesto transparente que realiza el brillo y robustece la protección contra los agentes del ambiente y de los rayos ultravioletas.

La herramienta VSM, en esta parte del proceso reconoce como desperdicio indirectamente al tiempo de secado entre una capa y otra de fondeo, pintura y sellado. Se considera, además que existe un beneficio adicional del material utilizado en el forrado, el P+FVR el cual requiere menor preparación para la pintura, en relación al que se necesita si se usara aluminio o acero galvanizado.

El proceso culmina con la instalación y montaje de accesorios que componen el bus, ventanas, parabrisas, faros, direccionales, asientos, pasamanos, forrado de piso y demás agregados que contempla la unidad.

#### 4.1.3. Aplicación de la herramienta 5S

Los componentes de la herramienta, indican la organización y limpieza del espacio de trabajo, donde se desarrollan los procesos, en tal razón se establecen preguntas universales aplicables a las áreas analizadas en la empresa Yaulema Jr.

Se empieza aplicando el diagnóstico en las áreas del proceso, el primer resultado de diagnóstico, tiene que ver con SERI o SELECCIONAR, la herramienta indica lo siguiente:

**Tabla 6-4:** SEIRI o Seleccionar

5s - I: "SERI"						Use la siguiente escala:	
SELECCIONAR	0	1	2	3	4	5	
¿Existen objetos inútiles que generan molestias en el entorno de trabajo?							0 cuando es muy deficiente 1 cuando es deficiente 2 cumple es regular 3 cuando es bueno 4 cuando es muy bueno 5 cuando es excelente
¿Se evidencian materias primas, semielaborados o residuos innecesarios en el entorno de trabajo?							
¿Existen herramienta, tornillería, elementos de repuesto, útiles o similares en el entorno de trabajo?							
¿Los objetos que se usan frecuentemente se encuentran ordenados, en su ubicación y debidamente identificados en el entorno del trabajo?							
¿Se encuentran ubicados e identificados todos los elementos de limpieza sean escobas, trapos, guantes y productos?							
¿Se evidencia sin uso maquinaria en el entorno de trabajo?							
¿Todos los elementos que no son utilizados se encuentran identificados?							

Elaborado por: (Autores, 2021)

Los valores indicados en la herramienta, no superan los tres puntos, en una escala de 0 a 5, evidentemente, se trata de espacios de trabajo contaminados con materiales, herramientas, desperdicios de material, falta de rotulación y ubicación de ciertos materiales, instrumentos, herramientas y demás. La herramienta establece que la mayoría de subprocesos son deficientes (5/7 respuestas lo fundamentan), una relación igual se manifiesta para cuando el cumplimiento es regular (1/7) y cuando es bueno.

Esta posición de resultados, permite hacer un análisis más cercano a lo que sería el plan de acción o plan de implementación de correctivos directos en los procesos y subprocesos identificados.

El siguiente parámetro de la herramienta 5Ss, es SEITON, equivalente a decir ORDENAR, los resultados de la situación actual es la siguiente:

**Tabla 7-4:** SEITON u Ordenar

5s - II: "SEITON"						Use la siguiente escala:	
<b>ORDENAR</b>	0	1	2	3	4	5	
¿Existen materiales y/o herramientas que se encuentran fuera de su lugar de trabajo o no cuentan con un lugar definido?							0 cuando es muy deficiente
¿Todas las herramientas que se encuentran disponibles e identificadas son necesarias?							1 cuando es deficiente
¿Se encuentran los materiales o semielaborados para el producto final debidamente diferenciados o identificados?							2 cumple es regular
¿Existe algún tipo de obstáculo que limite el acceso del extintor de incendios más cercano?							3 cuando es bueno
¿La ubicación de las estanterías y otras áreas de almacenamiento son adecuadas y se encuentran correctamente identificadas?							4 cuando es muy bueno
¿Se encuentran las indicaciones de las cantidades máximas, mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?							5 cuando es excelente
¿Se evidencian líneas u otros marcadores que señalen con claridad los pasillos y áreas de almacenamiento?							

**Elaborado por:** (Autores, 2021)

La situación en este caso es diferente de la anterior, los subprocesos se encuadran en la escala de valoración que va desde 1 a 5, en la valoración. Los parámetros de esta parte de la herramienta establece que las herramientas, los materiales se encuentran en lugares no especificados y por ende se convierten en obstáculos para el buen desenvolvimiento del personal y, a mayor escala se puede identificar que estas situaciones limitantes del desempeño, influyen directamente en calidad del producto final, por costos de producción, tiempo en obra, desperdicios de material y por sobre todo el aumentado riesgo al que están expuestos los trabajadores de la empresa, el riesgo laboral.

El resultado del tercer ítem de la herramienta 5Ss, tiene que ver con la palabra SEISO que significa LIMPIAR, de la misma manera que se presenta la anterior lámina, ésta obtuvo las siguientes observaciones:

**Tabla 8-4:** SEISO o Limpiar

5s - III: "SEISO"							Use la siguiente escala:
LIMPIAR	0	1	2	3	4	5	
¿Se evidencian manchas de aceite, polvo o residuos en el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos?							0 cuando es muy deficiente
¿Se puede evidenciar manchas de aceite, polvo o residuos tanto en las máquinas como en los equipos?							1 cuando es deficiente
¿Existen elementos dentro de la luminaria que se encuentran total o parcialmente defectuosos?							2 cumple es regular
¿Las paredes, suelos y los techos se mantienen limpios y sin residuos?							3 cuando es bueno
¿Las tareas de limpieza al igual que el mantenimiento de la planta se realizan de manera constante?							4 cuando es muy bueno
¿La supervisión de las operaciones de limpieza es responsabilidad de una o un equipo de personas?							5 cuando es excelente
¿Las tareas de barrido y limpieza de suelos y los equipos son labores que se las realizan sin que sea notificada previamente?							

Elaborado por: (Autores, 2021)

La mayor tendencia se ubica en los parámetros 2 y 3, es decir, desde que cumple regularmente, hasta que es bueno, sin embargo, aunque aparentemente se bueno un proceso, no significa que esté bien, puesto que la escala de valoración podría ascender a estar en muy bueno o hasta estar excelente. La limpieza en cualquier proceso es fundamental y más aún cuando se trata de actividades de lijado, esmerilado, pulido, etc., donde las micro partículas que se desprenden de estos procesos se asientan en lugares inaccesibles como el techo, las luminarias, ventanas, paredes, etc., y no solamente en los pisos que por lo general se acostumbran a barrer con más periodicidad.

La cuarta y quinta S, muestran los resultados de la situación inicial en cuanto a SEIKETZU y SHITSUKE cuyos significados tienen que ver con la ESTANDARIZACIÓN y la AUTODISCIPLINA, los resultados fueron:

**Tabla 9-4:** SEIKETZU o Estandarización y SHITSUKE o autodisciplina

5s - IV: "SEIKETZU"							Use la siguiente escala:
ESTANDARIZAR	0	1	2	3	4	5	
¿El personal tiene conocimiento y desarrolla de forma adecuada las operaciones requeridas?							0 cuando es muy deficiente
¿La vestimenta del personal suele ser inapropiada o presenta suciedad?							1 cuando es deficiente
							2 cumple es regular

**Tabla 9-4 (Continuación): SEIKETZU o Estandarización y SHITSUKE o autodisciplina**

¿Existen zonas habilitadas para el descanso, ingerir alimentos o áreas para fumadores?							3 cuando es bueno  4 cuando es muy bueno  5 cuando es excelente	
¿Son aplicadas las 3 primeras "S"?								
¿El control visual es aplicado?								
¿Los procedimientos se encuentran por medio de escritos estándar y son utilizados de manera activa?								
<b>5s - IV: "SHITSUKE"</b>								
<b>AUTODISCIPLINA</b>	0	1	2	3	4	5		
¿Se efectúa un control de limpieza?								
¿Se desarrollan los informes de auditoría correctamente y dentro del tiempo establecido?								
¿Son aplicadas las cuatro primeras "S"?								
¿El personal tiene conocimiento de las 5'S, o han recibido capacitaciones sobre el tema?								
¿Se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza o se emplea la cultura de las 5'S?								
¿En las actividades laborales es utilizado el uniforme reglamentario como el material de protección diario?								

Elaborado por: (Autores, 2021)

Para la estandarización el rango de resultados se encuentran ente 2 y 4, dentro de la escala de 0 a 5, el rango estaría entre lo que es regular y bueno, solamente uno de los seis ítems califica como muy bueno, se trata de las zonas habilitadas para el descanso, sin embargo, las condiciones para definir zona de descanso tienen otras concepciones, como por ejemplo, una silla o un banco, pero que pasa con el confort a la hora de descansar, puede ser que los espacios estén destinados, pero los recursos pueden ser limitados para el descanso placentero. La mayor parte de esta evaluación se encuentra en el nivel 2, cuatro de seis proposiciones indican que se cumple de manera regular solamente.

Para el aspecto de la autodisciplina, los resultados son más adversos que los anteriores, el rango se encuentra entre 0 y 3, en donde, resalta el valor más bajo de la escala con la característica de muy deficiente, que corresponde al conocimiento del personal sobre la herramienta de las 5Ss, no existe un adecuado control visual y de limpieza. En el aspecto referente a los informes de auditoría, la valoración es de 3, es decir cuando es bueno, es necesario mantener una observación sobre este ítem, debido a que el aspecto contrario a esta valoración es precisamente el conocimiento de la herramienta lean manufacturing en reflejo de las 5Ss.

En un sentido más general, mirando los resultados de manera global en el proceso, pero de manera específica por cada componente de la herramienta, la situación actual de la empresa Yaulema Jr., es la siguiente, según los resultados de la aplicación de la herramienta 5S:



**Gráfico 3-4:** Evaluación de la situación inicial con 5 S  
 Elaborado por: (Autores, 2021)

Seleccionar, ordenar, limpiar, estandarizar, autodisciplina, son las 5 S de la herramienta que es parte de lean manufacturing aplicada en el proceso de producción que desarrolla la empresa de carrocerías Yaulema Jr., como se puede apreciar en el gráfico de resumen, dos de los 5 campos evaluados, apenas y alcanzan el 50% del cumplimiento de normas básicas de organización y limpieza en el espacio de trabajo, el proceso que está mejor posicionado en el inicio de la investigación es el que corresponde a SEISO=LIMPIAR con la valoración del 54%, muy por debajo de un estándar amigable de la metodología lean, seguido del proceso SEIKETZU=ESTANDARIZAR, que apenas alcanza al 50% de evaluación, los demás procesos evaluados están en el 40%, 33% y 29% correspondientes a Orden, autodisciplina y selección, respectivamente.

En la evaluación inicial total de la herramienta 5Ss, es preciso señalar que, la herramienta puede dar un dato de rendimiento excelente que alcanzaría los 165 puntos posibles a encontrar en un proceso de producción, en el caso de la empresa Yaulema Jr., este valor global, alcanza una valoración de 73 puntos obtenidos en toda la cadena de valor analizada, lo cual refleja un porcentaje global de cumplimiento del 44,24% orientado a la complacencia del proceso.

En la gráfica, se aprecia esta significativa valoración entre los componentes, que son igual o menores al 50% de los casos, el análisis contempla, con exactitud, que el porcentaje global del proceso se ubica en el 44%, ante este resultado concreto, se demuestra que, existe la necesidad de implementar un sistema adecuado a la estrategia lean de 5Ss, de manera tal que, en un plazo corto de implementación, los resultados del proceso podrán reflejar una considerable mejora en el sistema de manufactura esbelta en el proceso global de carrocerías para buses de la empresa Yaulema Jr.

## 4.2. Diagnóstico del problema

### 4.2.1. Análisis de la cadena de valor

La familia determinada para el desarrollo y aplicabilidad de la herramienta se basa en su línea productiva derivada en la fabricación de la carrocería modelo Hunter Jr., requiriendo, por tanto, un análisis que identifique todas las tareas que mediante la observación se determine la necesidad de mejorarlas o en su defecto deberán ser suplantadas.

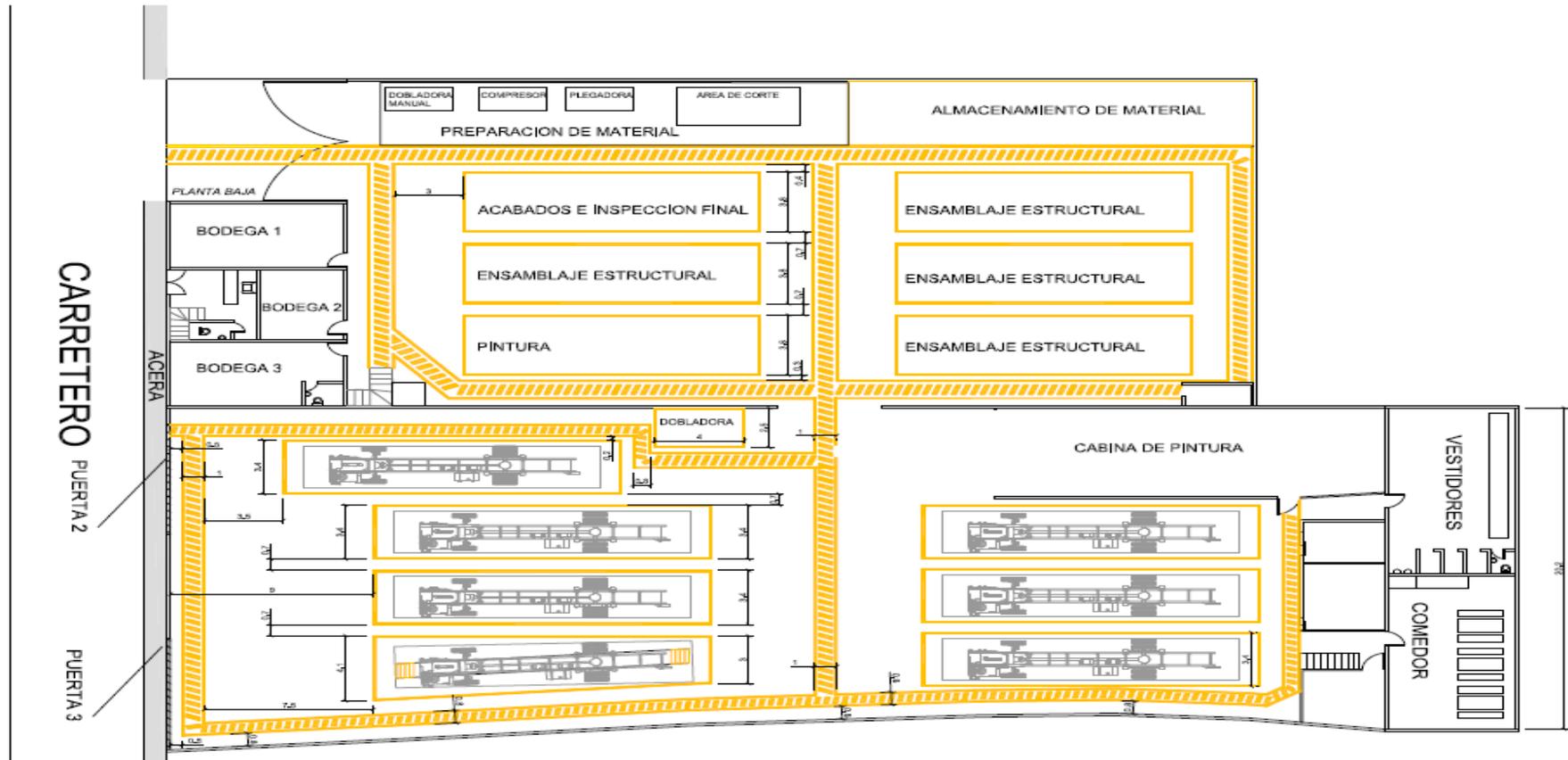
Por tanto, la familia elegida responde al estudio de la siguiente cadena de valor:



**Gráfico 4-4:** Cadena de valor  
Elaborado por: (Autores, 2021)

La cadena de valor por tanto, corresponde a las áreas productivas antes mencionadas.

4.2.2. Diagrama de localización de áreas analizadas para la situación inicial



**Gráfico 5-4:** Diagrama de localización de las áreas analizadas

Elaborado por: (Autores, 2021)

El presente diagrama establece las áreas donde se realizan los procesos para la obtención de la carrocería modelo Hunter Jr. la misma que sigue una ruta ordenada y bien definida por sus espacios delimitados.

#### 4.2.3. Análisis del mapeo de la situación inicial

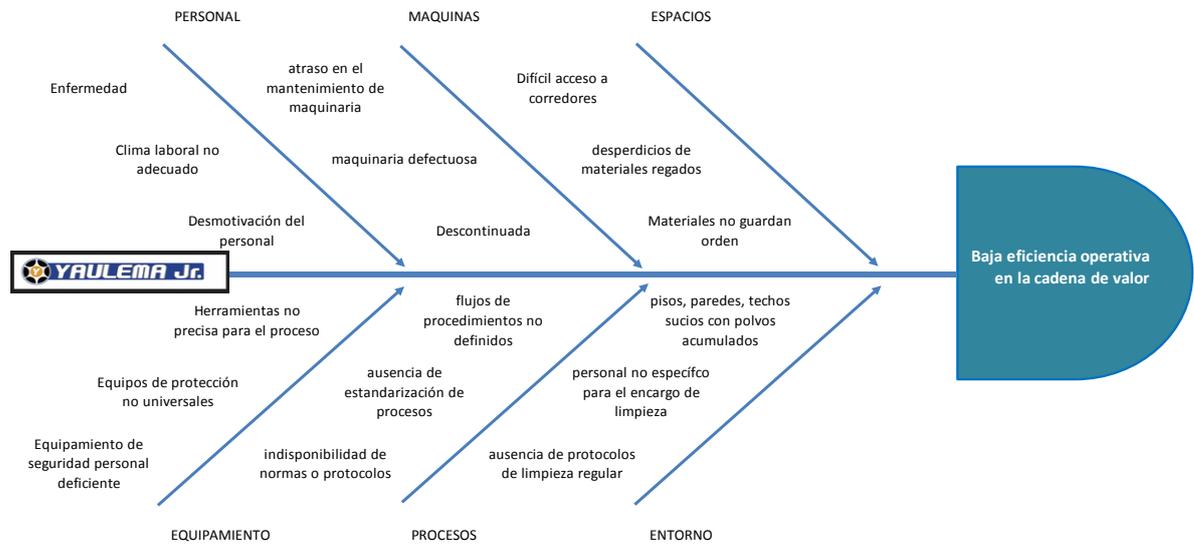
La situación del mapeo inicial del VSM establece situaciones que han sido detectadas en dos de los procesos de las áreas productivas, las cuales se detallan a continuación:

**Tabla 10-4:** Análisis del mapeo de la situación inicial

Método o Técnica	Áreas	Procesos	Situación encontrada (potencial de ser mejorada).
VSM (Mapa de flujo de valor) inicial.	Estructura	Estructura inicial y chasis falso	Existe la presencia de materiales, herramientas dispersas, no rotulados, las zonas de trabajo no se consideran zonas libres de obstáculos. Poca señalética, sobre todo para el material de desperdicio, herramientas y cantidades de material.
		Construcción estructural del techo, parte frontal y trasera	
	Forrado	Forrado frontal y trasero	Existe pérdida de tiempo activo en el proceso específico del forrado delantero y posterior, debido al uso de material de fibra de vidrio reforzada y los tiempos pegado y de secado.
		Forrado interno	
	Preparación y pintura.	Preparación de superficies.	El proceso de lijado no presenta retraso en el proceso, siempre que el tipo de material se mantenga igual que el estudiado, el uso de otros materiales compromete significativamente los tiempos en estos procesos (aluminio o acero galvanizado).
		Fondeado y Pintura final.	
	Acabados	Forrado interno y tapizado	Los tiempos muertos entre las actividades propias de este proceso, obedecen al uso de pegamento de poliuretano, los tiempos fluctúan entre 4 y 5 horas de secado. La empresa asegura la compra de asientos a proveedores específicos, el traslado y desembarque no son responsabilidad de la empresa, sin embargo, en ocasiones, se manifiesta que suelen producirse retrasos en la entrega de ese recurso, que dentro de la investigación se toma en cuenta como una implicación externa que no depende de la gestión de la empresa, ni de sus procesos. En el proceso de fondeado y pintura final, este si retrasa el tiempo óptimo y además, paraliza la producción en línea de otros procesos como el lijado de un segundo producto, el forrado y la suelda en todas las áreas que se involucra directamente este recurso material.
		Instalación de asientos	
		Fondeado y Pintura final.	

Elaborado por: (Autores, 2021)

#### 4.2.4. Análisis causal de Ishikawa



**Gráfico 6-4:** Análisis causal de Ishikawa  
 Elaborado por: (Autores, 2021)

El análisis de Ishikawa se establece según el problema detallado por la baja eficiencia operativa referida a la cadena de valor de la empresa donde se desprenden varias causas que se generan de acuerdo al personal, maquinaria, espacios, equipamiento, procesos o el entorno.

### 4.3. Formulación del plan de acción

#### 4.3.1. Definición de estrategias de eficiencia

$$\text{Eficiencia de operaciones} = \frac{\text{Número de operaciones realizadas}}{\text{Total de operaciones}} * 100$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = \frac{14}{17} * 100$$

$$\text{Eficiencia de operaciones} = 82,35\%$$

El porcentaje de eficiencia en un conjunto de procesos que demuestran las actividades que agregan valor en los procesos, esto en función del total de procesos establecidos para la producción total, este porcentaje debe ser mayor al 80% para considerar que los procesos tienen eficiencia.

Para la situación actual de la empresa Yaulema Jr., el porcentaje de eficiencia es de 82,35%, lo cual indica que los procesos que se vienen desarrollando alcanzan el porcentaje mínimo de eficiencia, el cual es un indicador que muestra y fundamenta la necesidad de implementar mejoras en los procesos actuales.

En el área de forrado el proceso 3 (1 operación), utiliza una cantidad de tiempo muerto que en su totalidad corresponde a 1,5d y que corresponde al secado de la resina que une las partes del forrado lateral con el techo. Además, en el área de preparación y pintura, los procesos 2 y 3 utilizan tiempo muerte dedicado al secado del fondeo y la pintura final 2,25d (2 operaciones). Estableciendo por tanto, del total de 17 operaciones, 14 trabajan adecuadamente.

#### ***4.3.2. Definición de estrategias de producción***

De acuerdo a la planificación de la construcción, la productividad es uno de los parámetros necesarios a evaluar en el proceso de diagnóstico de la situación actual de la empresa Yaulema Jr., en su proceso de producción de carrocerías para bus. La productividad, entonces, se calcula relacionando la cantidad de producción dividida para la cantidad de tiempo empleado en esa producción.

Para el caso de la producción de carrocerías, el producto final lo conforma una unidad carrozada, al término de 59 días, al aplicar la fórmula el valor calculado es de 0,017, pero eso no facilita la comprensión del indicador de productividad. Sin embargo, se puede reemplazar la producción por el valor de inversión en ese producto, para el caso, el valor de una unidad de producción equivale a 90.000 usd, en un lapso de 59 días, el costo de producción día será igual a 1.545,42 usd de acuerdo a los datos proporcionados por la empresa Yaulema Jr.

Este dato es de singular particularidad, debido a que sí, luego de la implementación del plan de acción, los costos de productividad deberían aumentar, de tal modo, que el monto de utilidad aumenta en función de la reducción del tiempo de entrega del producto.

### **4.4. Implementación del plan de acción (mejoras)**

#### ***4.4.1. Proceso de Implementación***

El proceso de implementación del plan de acción o plan de mejoras, se establece en 3 fases claramente identificadas, la primera que tiene que ver con la preparación, la segunda con el pilotaje propiamente dicho del plan de mejoras, y tercero una fase de expansión que se establece mediante la revisión y evaluación de la cadena de valor de la empresa.

#### 4.4.1.1. Preparación

En la preparación se considera el diseño del plan piloto de mejora, el diseño de las estrategias que son parte de lean manufacturing, que, para el caso de la empresa, se usa la misma con la cual se realizó el diagnóstico de la situación actual. Se maneja como recursos de insumo los datos recogidos con la herramienta VSM, que incluye familias, materiales, tiempos, recursos humanos y demás actividades presentadas en el diagnóstico. Por parte la responsabilidad de la administración se enfoca a difusión, comunicación y promoción del plan de mejoras hacia todos los involucrados en la cadena de valor, para su conocimiento, colaboración y cumplimiento en cada una de las fases de implementación de la propuesta. El esquema propuesto y aceptado por las autoridades de la empresa es el siguiente:



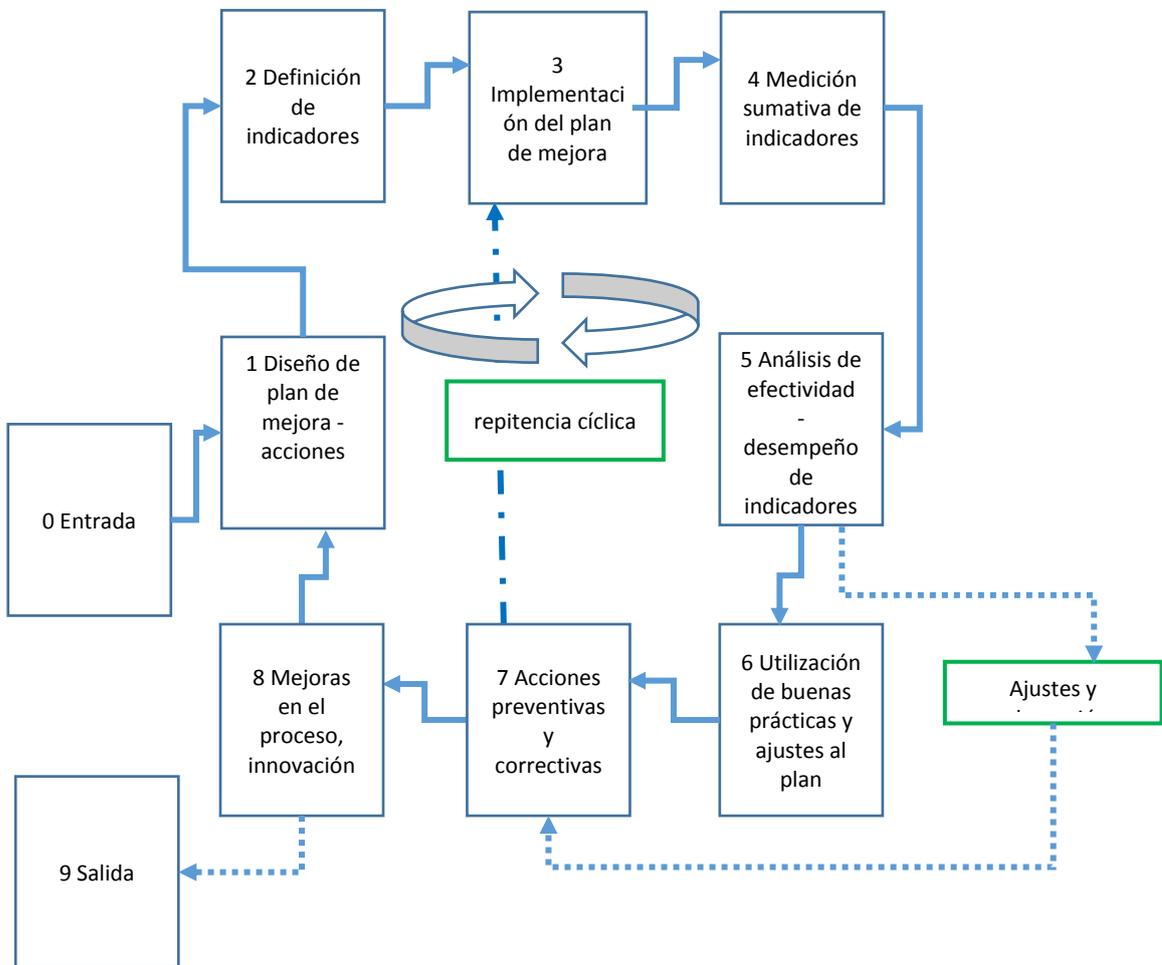
**Gráfico 7-4:** Esquema de preparación

Elaborado por: (Autores, 2021)

Para la preparación se presentará el aspirante para posterior la empresa realizar un proceso de contratación, le entregará la respectiva capacitación, dirección y entrenamiento capaz de que el nuevo funcionario se comprometa con los objetivos empresariales y productivos generando como resultado final un perfil de un funcionario eficaz y eficiente.

#### 4.4.1.2. Pilotaje

Para la aplicación del pilotaje del plan de acción o plan de mejoras se establece dos ciclos principales, el primero referente al ciclo de mejora continua (en el diagrama, proceso 7 continua hacia el 8 y retorna al proceso 1 y sigue el ciclo), y el segundo referente al ciclo de ajustes y adecuación (en el diagrama, los procesos de 3 al 7 y continua de manera cíclica).



**Gráfico 8-4:** Diagrama del pilotaje del plan de mejora  
 Elaborado por: (Autores, 2021)

#### 4.4.1.3. Expansión

En el siguiente apartado se establecen los resultados de la aplicación del pilotaje con su plan de acción correspondiente y descrito en los párrafos anteriores, a partir de éstos, se determina la necesidad de ampliar o no la cadena de valor, este proceso, se lo conoce con el nombre de expansión.

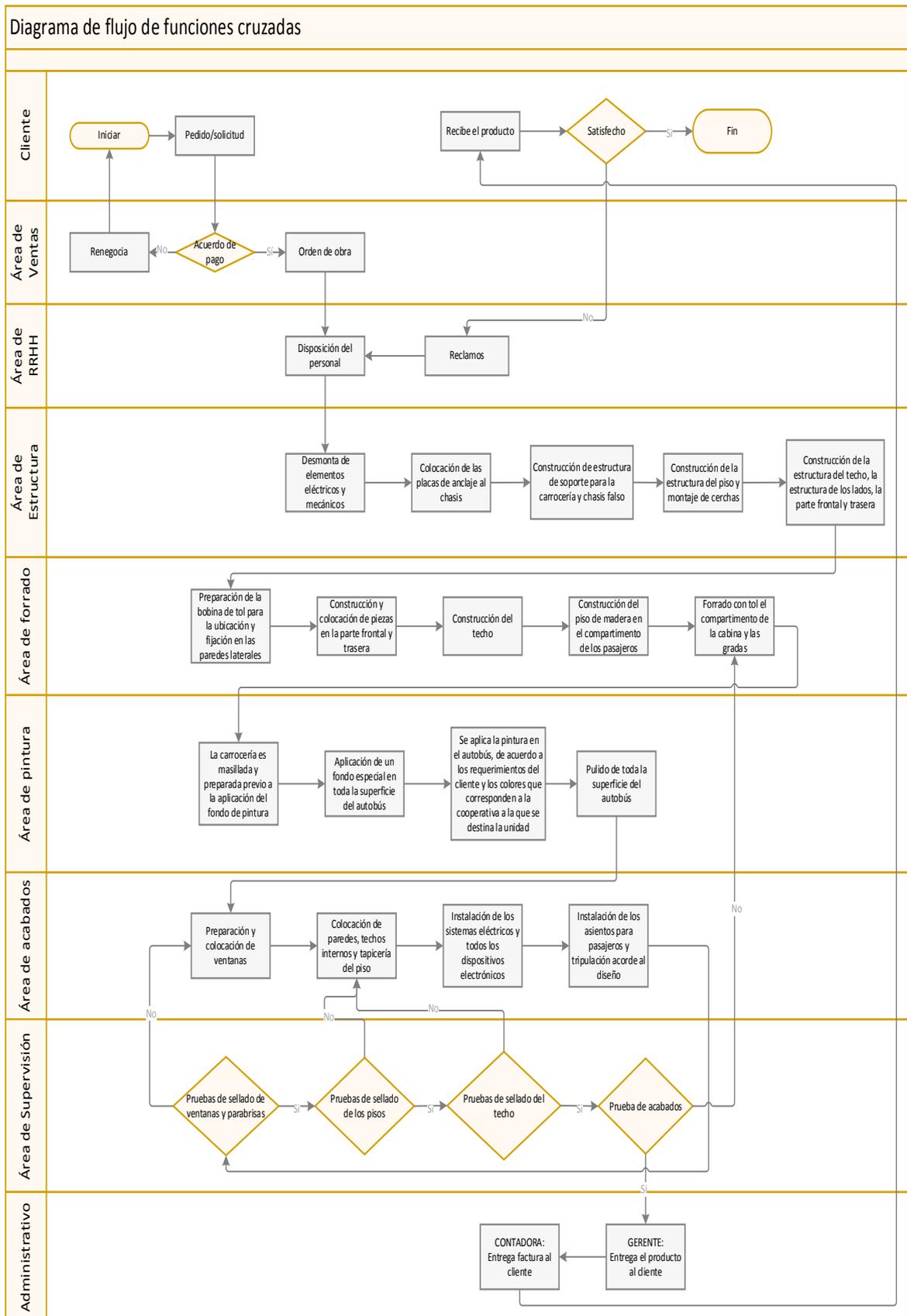
En principio, la necesidad de expansión o no de la cadena de valor de la empresa, pasa por el análisis global de todos los procesos que se derivan en las áreas analizadas y, naturalmente con los resultados y alertas que se generan de la aplicación de las herramientas lean manufacturing utilizadas en el proceso, el insumo final que da las pautas y directrices para la toma de decisiones

es la factibilidad de implementar, ampliar, expandir, y concretar acciones de mejora en el proceso de efectividad y eficiencia en la producción de una estructura carrocera que la empresa oferta a sus clientes.

En conclusión, esta fase ha establecido la necesidad de expansión en el área de preparación y pintura, bajo la directriz de no suprimir acciones innecesariamente, ni con la óptica de reducir personal, o por aún, afectar la calidad de la materia prima pues representan elementos que abaratan los costos de producción. Las herramientas aplicadas indican nuevas formas, enfocadas a la efectividad de las operaciones de producción sin afectar lo anotado anteriormente, el proceso es posible.

#### ***4.4.2. Estandarización de procesos***

#### 4.4.2.1. Estandarización de áreas por proceso



**Gráfico 9-4:** Estandarización de áreas por procesos

Elaborado por: (Autores, 2021)

El establecer los procesos de una manera estandarizada permitirá poseer una visión y control sobre las tareas a realizarse. El presente flujograma representa la secuencia que debería llevar cada proceso de acuerdo a cada área sea productiva como administrativa.

#### 4.4.2.2. Estandarización de procedimientos

**Tabla 11-4:** Estandarización de procedimientos

Dimensión	Método o Técnica	Áreas	Procesos	Registro de mejora
Sistema de control y análisis de producción	VSM (Mapa de flujo de valor) + 5S (Principios de organización)	Estructura	Estructura inicial y chasis falso	Registro diario/semanal de control de Producción
			Construcción estructural del techo, parte frontal y trasera	
		Forrado	Forrado frontal y trasero	
			Forrado interno	
		Preparación y pintura.	Preparación de superficies.	
			Fondeado y Pintura final.	
		Acabados	Forrado interno y tapizado	
			Instalación de asientos	

Elaborado por: (Autores, 2021)

Mediante las herramientas Lean VSM y 5S se podrán evaluar cada uno de los procesos productivos y su control como el direccionamiento adecuado de los mismos, los cuales podrían registrarse mediante tarjetas Kanban. Pudiendo generar la matriz antes expuesta que delimitará la estandarización de procedimientos por medio del registro de posibles soluciones mediante Lean Manufacturing.

#### 4.4.3. Implementación de la herramienta 5S

Para la implementación de esta herramienta importante del componente lean, se crea un instrumento ajustado a las necesidades, primero de las proposiciones innatas de la herramienta que son selección, orden, limpieza, estandarización y autodisciplina. A continuación, se plantea la herramienta de aplicación en la cadena de valor de la empresa.

**Tabla 12-4:** Ingreso de datos generales de la empresa en la herramienta 5S

<b>EVALUACIÓN 5s</b>										
Fecha:	DD/MM/AA	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Número de Registro	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Código	H	<input style="width: 80%;" type="text"/>	S	<input style="width: 80%;" type="text"/>	
<b>Parte I A: Aspectos Generales - Datos del Estudiante</b>										
Procesos	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Revisado por:	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Horario de observación: Jornada	Mañana	Medio día	Tarde	Noche
	Completo s		Director	Gerente	Supervisor					
Nombres del Responsable:	<input style="width: 95%;" type="text"/>					Sexo	Masculino	<input style="width: 80%;" type="text"/>	Femenino	<input style="width: 80%;" type="text"/>
<p style="font-size: small; margin: 0;">Los criterios de evaluación de las 5'S se realiza con el criterio técnico del evaluador y la calificación se realiza con la siguiente ponderación: 0= Cuando es muy deficiente, 1= cuando es deficiente, 2=cumple es regular, 3= cuando es bueno, 4=cuando es muy bueno, 5=cuando es excelente.</p>										

**Elaborado por:** (Autores, 2021)

Se recoge los datos en base a un historial de registros, que están codificados de acuerdo al área analizada, entre los datos generales que son necesarios para el posterior análisis se encuentra: el registro del proceso que se observa, el cargo, nombre y sexo del responsable de la aplicación de la herramienta, que pueden ser personal administrativo como directores y gerentes, o mandos medio como supervisores. En esta dinámica, las autoridades principales podían delegar esta responsabilidad a cualquiera de su personal a cargo, siempre que asuma la responsabilidad sobre la información que se establezca en la herramienta.

Otra de las informaciones pertinentes, es registrar el horario de la aplicación del instrumento, los momentos difieren unos de otros por el avance de las horas y en el desarrollo de las actividades. Pues, no es lo mismo levantar la herramienta a las 09h00 que hacerlo a las 17h30.

En esta opción, se hace mucha alusión a los materiales y herramientas que se encuentran en cualquier otro lugar que no sea un sitio propio y adecuado, donde todo el personal sepa su existencia y pueda optimizar el tiempo de búsqueda de la herramienta o el material que el trabajador necesitase.

**Tabla 13-4:** Antes y después de la implementación de las 5S

ANTES	DESPUÉS
<b>SEIRI</b>	
	
<b>SEITON</b>	
	
<b>SEISO</b>	
	
<b>SEIKETZU</b>	
	
<b>SHITSUKE</b>	
	

Elaborado por: (Autores, 2021)

Dentro de los resultados encontrados, producto de otras investigaciones, se manifiesta que el optimizar a una escala muy pequeña de tiempo muerto, el proceso continúa pero los resultados de esta pequeña acción se verán reflejados al final del proceso y asombra significativamente el ahorro en la inversión de recursos y tiempo.

Al implementar la herramienta 5S se pudo apreciar una clara diferencia entre un antes y un después en el orden, limpieza y seguridad del personal al momento de realizar los procesos. Además, en estos últimos se promovió la eficiencia de los mismos, pues se evitaron distractores de componentes que no son de determinada área, como otorgar rapidez en el requerimiento de materiales y materia prima necesaria para la fabricación de la carrocería.

#### 4.4.4. Mejora y estandarización de procesos

**Tabla 14-4:** Matriz para el control y análisis de la producción

MATRIZ PARA SISTEMA DE CONTROL Y ANÁLISIS DE PRODUCCIÓN										
		Estructura		Forrado		Preparación y pintura		Acabados		Registro diario de control Producción (Observaciones)
HERRAMIENTAS	<i>Los criterios de evaluación de las 5'S se realiza con el criterio técnico del evaluador y la calificación se realiza con la siguiente ponderación: 0= Cuando es muy deficiente, 1= cuando es deficiente, 2=cumple es regular, 3= cuando es bueno, 4=cuando es muy bueno, 5=cuando es excelente. CALIFIQUE Por cada proceso y fijándose en el área a la cual se está evaluando</i>	Estructura inicial y chasis falso	Construcción estructural del techo, parte frontal y trasera	Forrado frontal y trasero	Forrado interno	Preparación de superficies.	Fondeado y Pintura final.	Forrado interno y tapizado	Instalación de asientos	
SERI SELECCIONAR	¿Hay cosas inútiles que pueden molestar en el entorno de trabajo?									
	¿Hay materias primas, semielaborados o residuos no necesarios en el entorno de trabajo?									
	¿Hay algún tipo de herramienta, tornillería, pieza de repuesto, útil o similar en el entorno de trabajo?									
	¿Están los objetos, de uso frecuente, ordenados en su ubicación y correctamente identificados en el entorno laboral?									
	¿Están todos los elementos de limpieza: trapos, escobas, guantes, productos en su ubicación y correctamente identificados?									
	¿Existe maquinaria inutilizada en el entorno de trabajo?									
	¿Están los elementos innecesarios identificados como tal?									
SEITON ORGANIZAR	¿Hay materiales y/o herramientas fuera de su lugar o carecen de lugar asignado?									
	¿Son necesarias todas las herramientas disponibles y fácilmente identificables?									

**Tabla 14-4 (Continuación):** Matriz para el control y análisis de la producción

	¿Están diferenciados e identificados los materiales o semielaborados del producto final?									
	¿Hay algún tipo de obstáculo cerca del extintor de incendios más cercano?									
	¿Están las estanterías u otras áreas de almacenamiento en el lugar adecuado y debidamente identificadas?									
	¿Están indicadas las cantidades máximas y mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?									
	¿Hay líneas u otros marcadores para indicar claramente los pasillos y áreas de almacenamiento?									
SEISO LIMPIAR	¿Revise cuidadosamente el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos! ¿Puedes encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?									
	¿Hay partes de las máquinas o equipos sucios? ¿En ellos, se puede encontrar manchas de aceite, polvo o residuos?									
	¿Hay elementos de la luminaria defectuosa (total o parcialmente)?									
	¿Se mantienen las paredes, suelo y techo limpios, libres de residuos?									
	¿Se realizan periódicamente tareas de limpieza conjuntamente con el mantenimiento de la planta?									
	¿Existe una persona o equipo de personas responsable de supervisar las operaciones de limpieza?									
	¿Se barre y limpia el suelo y los equipos normalmente sin ser dicho?									
SEIKETZU ESTANDARIZAR	¿El personal conoce y realiza la operación de forma adecuada?									
	¿La ropa que usa el personal es inapropiada o está sucia?									

**Tabla 14-4 (Continuación):** Matriz para el control y análisis de la producción

	¿Hay habilitadas zonas de descanso, comida y espacios habilitados para fumar?									
	¿Se aplican las 3 primeras “S”?									
	¿Se aplica el CONTROL VISUAL?									
	¿Existen procedimientos escritos estándar y se utilizan activamente?									
SHITSUKE AUTODISCIPLINA	¿Se realiza un control de limpieza?									
	¿Se realizan los informes de auditoría correctamente y a su debido tiempo?									
	¿Se aplican las cuatro primeras “S”?									
	¿El personal conoce las 5´S, ha recibido capacitación al respecto?									
	¿Se aplica la cultura de las 5´S, se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza?									
	¿Se utiliza el uniforme reglamentario así como el material de protección diario para las actividades que se llevan a cabo?									

Elaborado por: (Autores, 2021)

La matriz anteriormente diseñada representa una propuesta específica que incluye a la herramienta 5S en comparación a todas las áreas productivas incluyendo como ejemplo a dos de sus procesos. La misma permitirá de manera cuantitativa medir cual es el desenvolvimiento de cada S dentro de áreas pudiendo detectar posibles problemas y con ello establecer acciones enfocadas a la mejora de los procesos productivos

#### 4.4.5. Implementación de la metodología Kanban

**Tabla 15-4:** Modelo Kanban

ÁREAS	PROCESOS	ESTADO HERRAMIENTA KANBAN		
		Hacer	Haciendo	Hecho
Estructura	Desarmado del chasis			
	Montaje de plaquetas			
	Estructura inicial y chasis falso			
	Tejido del piso y montaje se cerchas.			
	Construcción estructural del techo, parte frontal y trasera.			
Forrado	Forrado lateral			
	Forrado frontal y trasero			
	Forrado del techo.			
	Forrado interno			
Preparación y pintura.	Preparación de superficies.			
	Fondeado de superficies.			
	Pintura final.			
	Pulido			
Acabados	Colocación de ventanas y parabrisas.			
	Forrado interno y tapizado			
	Instalaciones Eléctricas.			
	Instalación de asientos			

Elaborado por: (Autores, 2021)

El modelo Kanban establecerá la forma de direccionar adecuadamente los procesos y verificar su desarrollo por lo cual se establecieron tarjetas de acuerdo a cada progreso, determinando por tanto para el “Hacer” la tarjeta será de color rojo urgente, el amarillo normal pertenece al “Haciendo” y el “Hecho” será de color verde realizada.

**Tabla 16-4:** Modelo tarjeta roja

<b>Tarea:</b>			
<b>Responsables:</b>			
<b>Cargo:</b>			
<b>Inicio:</b>		<b>Fin:</b>	
<b>Tiempo necesario:</b>			
<b>Demora:</b>			
<b>Observaciones:</b>			

Elaborado por: (Autores, 2021)

**Tabla 17-4:** Modelo tarjeta amarilla

<b>Tarea:</b>			
<b>Responsables:</b>			
<b>Cargo:</b>			
<b>Inicio:</b>		<b>Fin:</b>	
<b>Tiempo necesario:</b>			
<b>Demora:</b>			
<b>Observaciones:</b>			

Elaborado por: (Autores, 2021)

**Tabla 18-4:** Modelo tarjeta verde

<b>Tarea:</b>			
<b>Responsables:</b>			
<b>Cargo:</b>			
<b>Inicio:</b>		<b>Fin:</b>	
<b>Tiempo necesario:</b>			
<b>Demora:</b>			
<b>Observaciones:</b>			

Elaborado por: (Autores, 2021)

Las tarjetas establecen una particularidad que idéntica ciertos componentes necesarios para la correcta dirección y control de los procesos para la elaboración de la carrocería Hunter Jr. Sea desde los funcionarios, el tiempo y los percances que pueden surgir en el proceso productivo.

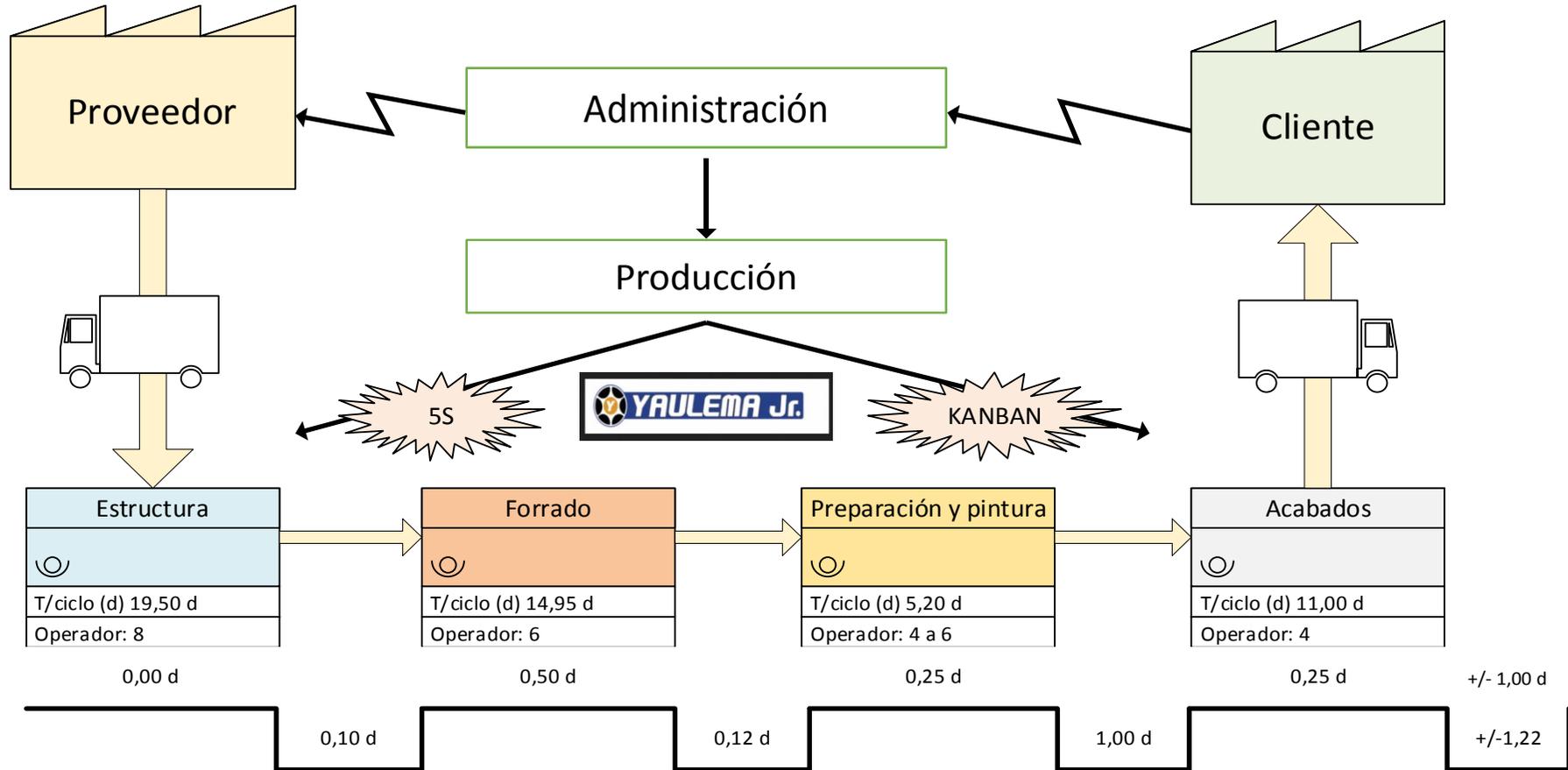
AREA	PROCESOS	HACER	HACIENDO	HECHO
ESTRUCTURA	DESARROLLO CHASIS			[Green sticky note]
	MONTAJE PLAQUETAS			[Green sticky note]
	CHASIS FALSO			[Green sticky note]
	PISO		[Yellow sticky note]	
	ESTRUCTURA RA TECHO (frontal)	[Red sticky note]		

**Figura 1-4:** Aplicación de Kanban  
 Elaborado por: Hernández S. y López J. 2021

La herramienta Kanban de acuerdo a su aplicación permitió establecer procesos de dirección adecuados de acuerdo a cada área. La construcción de las tarjetas y la ubicación de cada uno establecieron una relación con respecto al tiempo en el que se deben efectuar cada actividad, los responsables. En el caso de presentarse algún retraso o dificultad en la tarea se ubicaron comentarios en el apartado de observaciones, las cuales permitieron fomentar y mejorar debilidades que pudieron ser evidenciadas en las tarjetas. Cabe mencionar que todo este proceso fue colaborativo y requirió del personal responsable (Véase Anexo A)

#### 4.5. Medición de resultados

##### 4.5.1. Aplicación de la herramienta VSM final



**Gráfico 10-4:** Aplicación VSM  
Elaborado por: (Autores, 2021)

Para la herramienta VSM aplicada luego de la implementación del plan de acción, y respetando todas las condiciones establecidas en esta etapa, que consistía en tres fases, fundamentalmente, la preparación, el pilotaje y la expansión. Se evidencian resultados positivos, las herramientas en conjunto, han podido explotar y superar el potencial de los tiempos muertos que, en el diagnóstico de situación inicial, se pudieron identificar y que superan los 6d en el total de la cadena de valor, refiriendo actualmente 1d con el margen de realidad entre procesos, es decir, no dependen de los procesos directamente, ni de los tiempos más bien, serían otras situaciones que tendrán, muy posiblemente, que ver con el tipo de materiales, maquinaria, equipos y demás, el tiempo de 1,22d es un valor reconocido todavía como tiempos muertos que podrían reducir aún más el rendimiento del proceso, luego de valorar los procesos con instrumentos diferentes y propios para los indicados en este trabajo.

#### 4.5.2. Aplicación de la herramienta 5 S

**Tabla 19-4:** Optimización de procesos

Nº	Área analizada	Proceso analizado	Puesto analizado	tiempo necesario	tiempo óptimo	destiempo
1	Estructura	Desarmado del chasis	Mecánicos y Electricistas: Desmontar ciertos elementos eléctricos y mecánicos que interfieren en la fabricación de la carrocería	0,75	0,75	1,00
		Montaje de plaquetas	Estructuradores: Colocar las placas de anclaje al chasis, sobre las cuales ira montada la carrocería.	0,75	0,75	1,00
		Estructura inicial y chasis falso	Estructuradores: Construcción de estructura de soporte para la carrocería y chasis falso sobre la cual ira montada la parte superior de la carrocería.	2,00	2,00	2,25
		Tejido del piso y montaje de cerchas.	Estructuradores: Construcción de la estructura del piso y montaje de cerchas para dar soporte a la estructura del techo, de la parte frontal, lateral y trasera.	7,00	7,00	7,50
		Construcción estructural del techo, parte frontal y trasera.	Estructuradores: Construcción de la estructura del techo y la estructura de los lados y la parte frontal y trasera del autobús.	8,50	8,50	9,00
2	Forrado	Forrado lateral	Mecánicos: Preparación de la bobina de tol, posteriormente se ubica y se fija sobre la estructura de las paredes laterales del autobús.	1,00	1,00	1,25
		Forrado frontal y trasero	Mecánicos: Las piezas frontales y traseras son construidas en fibra, las mismas que se colocan en las partes frontales y traseras cubriendo la estructura metálica y dándole la forma del diseño de la carrocería.	8,38	8,38	9,00
		Forrado del techo.	Mecánicos: El techo es construido en fibra, el mismo que se coloca en la parte superior del bus, cubriendo la estructura y dándole la forma del diseño de la carrocería.	2,75	2,75	3,00

**Tabla 19-4 (Continuación): Optimización de procesos**

		Forado interno	Mecánicos: El piso del compartimento de pasajeros es construido en madera, de tal manera que los paneles se ubican sobre la estructura metálica cubriendo todos los espacios. El compartimento de la cabina y las gradas, es forrada con tol, acoplado a la forma del diseño.	3,50	3,50	4,25
3	Preparación y pintura.	Preparación de superficies.	Pintores: La carrocería es masillada y preparada previo a la aplicación del fondo de pintura.	3,00	3,00	3,00
		Fondeado de superficies.	Pintores: Se aplica un fondo especial en toda la superficie del autobús.	0,75	0,75	1,00
		Pintura final.	Pintores: Se aplica la pintura en el autobús, de acuerdo a los requerimientos del cliente y los colores que corresponden a la cooperativa a la que se destina la unidad.	1,00	1,00	1,25
		Pulido	Pintores: Se realiza el proceso de pulido en toda la superficie del autobús para asegurar un brillo uniforme y calidad en la pintura.	2,00	2,00	2,50
4	Acabados	Colocación de ventanas y parabrisas.	Ventaneros: Se realiza la preparación de las superficies y posteriormente se coloca las ventanas del autobús y el parabrisas.	1,25	1,25	1,50
		Forado interno y tapizado	Acabadores: Se realiza el proceso de colocación de paredes y techos internos fabricados en fibra. Y la tapicería en todo el piso del autobús.	4,50	4,50	4,75
		Instalaciones Eléctricas.	Electricistas: Se realiza la instalación de los sistemas eléctricos y todos los dispositivos electrónicos de autobús.	3,75	3,75	4,00
		Instalación de asientos	Acabadores: Se realiza la instalación de los asientos para pasajeros y tripulación acorde al diseño del autobús.	2,00	2,00	2,50
<b>TIEMPO TOTAL DE PRODUCCIÓN (Días)</b>				<b>53</b>	<b>53</b>	<b>59</b>

Elaborado por: (Autores, 2021)

Se evidencia la reducción en el tiempo de producción de 59 días en la situación inicial, a 53 días luego de la aplicación del pilotaje con el uso de solamente dos de las herramientas lean, descritas en las páginas anteriores.

#### 4.5.3. Mediciones y evaluaciones

**Tabla 20-4:** Mediciones y evaluaciones de 5S

<b>5s - I: "SERI"</b>						Use la siguiente escala:	
<b>SELECCIONAR</b>	0	1	2	3	4		5
¿Existen objetos inútiles que generan molestias en el entorno de trabajo?		1			4		
¿Se evidencian materias primas, semielaborados o residuos innecesarios en el entorno de trabajo?		1			4		
¿Existen herramienta, tornillería, elementos de repuesto, útiles o similares en el entorno de trabajo?		1			4		
¿Los objetos que se usan frecuentemente se encuentran ordenados, en su ubicación y debidamente identificados en el entorno del trabajo?			2				5
¿Se encuentran ubicados e identificados todos los elementos de limpieza sean escobas, trapos, guantes y productos?				3	4		
¿Se evidencia sin uso maquinaria en el entorno de trabajo?		1		3			
¿Todos los elementos que no son utilizados se encuentran identificados?		1			4		
<b>5s - II: "SEITON"</b>							
<b>ORDENAR</b>	0	1	2	3	4	5	
¿Existen materiales y/o herramientas que se encuentran fuera de su lugar de trabajo o no cuentan con un lugar definido?		1			4		
¿Todas las herramientas que se encuentran disponibles e identificadas son necesarias?				3	4		
¿Se encuentran los materiales o semielaborados para el producto final debidamente diferenciados o identificados?					4	5	
¿Existe algún tipo de obstáculo que limite el acceso del extintor de incendios más cercano?					4	5	
¿La ubicación de las estanterías y otras áreas de almacenamiento son adecuadas y se encuentran correctamente identificadas?	1					5	
¿Se encuentran las indicaciones de las cantidades máximas, mínimas admisibles y el formato de almacenamiento?	1				4		
¿Se evidencian líneas u otros marcadores que señalen con claridad los pasillos y áreas de almacenamiento?						5	
<b>5s - III: "SEISO"</b>							
<b>LIMPIAR</b>	0	1	2	3	4	5	
¿Se evidencian manchas de aceite, polvo o residuos en el suelo, los pasos de acceso y los alrededores de los equipos?				3	4		
¿Se puede evidenciar manchas de aceite, polvo o residuos tanto en las máquinas como en los equipos?			2		4		
¿Existen elementos dentro de la luminaria que se encuentran total o parcialmente defectuosos?					4	5	
¿Las paredes, suelos y los techos se mantienen limpios y sin residuos?			2		4		
¿Las tareas de limpieza al igual que el mantenimiento de la planta se realizan de manera constante?				3	4		
¿La supervisión de las operaciones de limpieza es responsabilidad de una o un equipo de personas?				3	4		
¿Las tareas de barrido y limpieza de suelos y los equipos son labores que se las realizan sin que sea notificada previamente?			2		4		

0 cuando es muy deficiente  
 1 cuando es deficiente  
 2 cumple es regular  
 3 cuando es bueno  
 4 cuando es muy bueno  
 5 cuando es excelente

**Tabla 20-4 (Continuación):** Mediciones y evaluaciones de 5S

5s - IV: "SEIKETZU"							Use la siguiente escala:
<b>ESTANDARIZAR</b>	0	1	2	3	4	5	
¿El personal tiene conocimiento y desarrolla de forma adecuada las operaciones requeridas?			2		4		0 cuando es muy deficiente 1 cuando es deficiente 2 cumple es regular 3 cuando es bueno 4 cuando es muy bueno 5 cuando es excelente
¿La vestimenta del personal suele ser inapropiada o presenta suciedad?			2			5	
¿Existen zonas habilitadas para el descanso, ingerir alimentos o áreas para fumadores?					4	5	
¿Son aplicadas las 3 primeras "S"?			2		4		
¿El control visual es aplicado?				3	4		
¿Los procedimientos se encuentran por medio de escritos estándar y son utilizados de manera activa?			2		4		
5s - IV: "SHITSUKE"							
<b>AUTODISCIPLINA</b>	0	1	2	3	4	5	
¿Se efectúa un control de limpieza?			2			5	
¿Se desarrollan los informes de auditoría correctamente y dentro del tiempo establecido?				3	4		
¿Son aplicadas las cuatro primeras "S"?			2	3			
¿El personal tiene conocimiento de las 5 'S, o han recibido capacitaciones sobre el tema?	2				4		
¿Se practican continuamente los principios de clasificación, orden y limpieza o se emplea la cultura de las 5'S?		1			4		
¿En las actividades laborales es utilizado el uniforme reglamentario como el material de protección diario?			2		4		

Elaborado por: (Autores, 2021)

En la gráfica se puede apreciar las diferencias significativas en cada uno de los ítems valorados con la herramienta 5Ss, todas estas circunstancias hacen posible concluir que las herramientas lean, funcionan de manera favorable en los procesos de producción, en este sentido, se tiene que dejar en evidencia que, en una fábrica o empresa se pueden transformar las materias primas en productos, y estos pueden ser analizados de dos maneras claramente diferenciadas, por una parte, se evidencia la producción en serie, que es aquella mediante la cual se consigue un elevado número de copias exactamente idénticas de un determinado producto y, por otra parte estaría la llamada producción en cadena, que se realiza mediante la generación del producto de manera rápida y a bajos costos, donde los trabajadores tienen asignados una tarea específica e individual, demás repetitiva y que sirve de complemento a la del resto de sus compañeros.

Estos procesos deben operarse en conjunto, y con la colaboración de todos los involucrados, situación de provecho para que de manera integral la empresa se establezca y posicione con su marca y su producto, es un verdadero trabajo en equipo, con resultados beneficiosos para todos quienes la conforman.



**Gráfico 11-4:** Evolución de las 5 aplicando las mejoras  
 Elaborado por: (Autores, 2021)

Análisis de VSM final, resume el éxito de la aplicación de las herramientas en conjunto.

#### 4.6. Proceso anterior vs proceso propuesto

La descripción de resultados ha permitido que se pueda observar con claridad, los procesos que han sido mejorados, unos en mayor grado que otros, pero al final el resultado global indica que sí ha sido posible mejorar el proceso de construcción de la carrocería de bus Hunter Jr. de la empresa Yaulema Jr. Debiendo aclararse que éste resultado es exclusivo de la aplicación de las herramientas Lean, a continuación un detalle de los resultados, haciendo una comparativa entre la situación inicial y final del proceso.

De acuerdo a los resultados comparativos de la aplicación de la herramienta 5s, lo podemos apreciar más gráficamente en la tabla 2-4, la cual indica de manera sustancial los cambios ocurridos en la empresa, se determina entonces, que dentro de los beneficios del uso de herramientas lean, entre otras se reconoce la mejora en la productividad puesto que, se reducen los desperdicios, el tiempo o plazos se ven disminuidos y naturalmente se produce una mejora del servicio hacia el cliente.

Para respaldar lo mencionado, se establece en la aplicación de la herramienta VSM inicial, la identificación de tiempos que pueden mejorarse en la línea de producción, las áreas que usan un tiempo excesivo e improductivo es el de preparación y pintura con un tiempo muerto de 2,25 días,

pudiendo excederse a 3,5 días, seguida del área de forrado, con un total de tiempo entre 1,50 días a 1,60 días, como tercer área se encuentra la de estructura con tiempo muertos entre 1,25 y 2,25 días. Luego del proceso de implementación estos tiempos mejoran significativamente, así, el área de preparación y pintura se encuentra en 0,25 a 1,25 días, reducción significativa que va de 2 a 2,25 días. La segunda área analizada es la de forrado con tiempos mejorados que van de 0,50 a 0,62 días de tiempo muerto, la tercera área reduce su producción entre 0 a 0,10 días, con una mejora representativa que equivale a 1,50 días. Con estas demostraciones sobre el tiempo muerto, el proceso en total se reduce en 5 días, solamente en las áreas, pero entre las mismas, también se menor a un 1 día. Es decir, el total de tiempo optimizado es de 6 días.

En cuanto a la aplicación y resultados de la herramienta 5s, se logra que, en el primer S, SERI=SELECCIONAR, el resultado mejora de un 29% inicial a un 80%, para la segunda S, SEITON=ORDENAR, el resultado mejora del 40 al 91%, SEISO=LIMPIAR, el resultado mejora del 53% al 83%, SEIKETZU=ESTANDARIZAR del 50% al 87%, y SHITSUKE=AUTODISCIPLINA mejora del 33 al 80%, demostrando así la efectividad de la implementación del plan de acción y la ayuda de las herramientas lean usadas en el proceso de implementación.

## CONCLUSIONES

- La herramienta VSM fue aplicada de manera inicial a cuatro áreas productivas específicas sean: estructural, forrado, preparación y pintura, y los acabados, las cuales permiten la transformación de la materia prima en la carrocería Hunter Jr. La misma que representa entre 59 a 63 días para ser obtenida, sin embargo se considera que estos tiempos pueden ser mejorados en un 10,17% si se eliminan desperdicios o tiempos muertos identificados y determinados por 6 días. Verificando por medio del mapa puntos claves en donde este proceso constructivo no aprovecha de manera eficiente los recursos, materiales, tiempos y el personal, de modo tal, que el proceso global de producción se pueda acortar de manera efectiva, sin perder la calidad en el proceso.
- Por otra parte, de acuerdo a la herramienta 5 S, se evidencia un alcance o valoración de entre sus componentes de 73 puntos sobre la cadena de valor analizada, lo cual refleja un porcentaje global de cumplimiento del 44,24% determinando por tanto que existe deficiencia en el cumplimiento de normas de organización, limpieza en el espacio de trabajo, autodisciplina, selección y estandarización. Evidenciando la necesidad de implementar un sistema que promueva la mejora del proceso de fabricación de carrocerías para buses de la empresa Yaulema Jr.
- La propuesta de implementación corresponde a la aplicación de las herramientas de lean manufacturing, sean VSM y 5S, estableciendo en dos tiempos el diagnóstico situacional, es decir previo y posterior a la aplicación de un plan que promueva la mejora continua. El progreso adecuado de cada una de las áreas y del cumplimiento de los procesos planteados dentro de las mismas será direccionado y controlado por la metodología Kanban.
- En la implementación del plan de acción, que consistió en tres fases. La primera referente a la preparación donde se relaciona al enfoque comunicacional de la administración para con el entorno empresarial. La segunda determinada por el pilotaje, que determinó dos ciclos sea el de mejora continua y el de ajustes. Finalmente, la expansión que hace mención a la necesidad de enriquecer una de las áreas estudiadas sin suprimir acciones ni personal. Para ello, se aplicó la metodología 5S, la misma que determinó un manejo de los recursos con orden, limpieza y seguridad laboral donde se pudo generar conciencia en el personal operativo como el administrativo de la empresa. Finalmente para el control adecuado de los tiempos de desarrollo de los procesos como del personal se utilizó la herramienta Kanban que estableció observaciones de manera periódica en las tarjetas propuestas y se pudieron mitigar dichas limitantes.

- Con todas estas particularidad se procedió a realizar la medición de cada uno de los resultados obtenidos de aplicación de las herramientas de lean manufacturing, verificando una mejora potencial en el tiempo del desarrollo productivo como de la organización, selección, limpieza, estandarización y la autodisciplina (5 S). Finalmente con los resultados obtenidos posterior a la mejora se delimita la estandarización tanto de las áreas por proceso como de los procedimientos necesarios para la generación de la actividad productiva de la empresa Yaulema Jr. con la premura de que se mantenga dicha reducción en el tiempo productivo que pasó de 59 días en la elaboración de la carrocería Hunter Jr. a 53 días con el uso del VSM, 5 S y Kanban. Que en días laborables, representa un ahorro mayor a una semana de acuerdo a la jornada, establecida por 6 días semanales de trabajo.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Yaulema Jr. Utilizar la herramienta VSM de manera anual para evaluar su situación actual y establecer aquellas actividades o procesos que generen desperdicios, pudiendo ser la propuesta su modelo guía.
- Es necesario que la herramienta 5 S sea aplicada de manera trimestral puesto que un lugar que cuenta con una organización adecuada se vuelve más eficiente, como generar en el cliente y los funcionarios un ambiente de confianza mediante un entorno limpio mostrando buenas prácticas en el cuidado tanto del espacio físico como del personal en todo momento
- La utilización de herramientas de lean manufacturing contribuirán sin lugar a dudas a la mejora de los procesos productivos, por lo cual es importante se analice la posibilidad de incluir un plan de capacitación que establezca este tipo de temas a todo el personal de la empresa.
- Se sugiere por tanto, la implementación de la presente propuesta por parte de la empresa Carrocerías Yaulema Jr. Puesto que los datos han sido levantados en la misma y se espera pueda mantenerse y contribuir a su desarrollo productivo
- La evaluación de los resultados promoverá la mejora alcanzada pero además permitirá fortalecer o mitigar aquellos problemas o deficiencias encontradas, siendo necesario una valoración apoyada en las herramientas Lean Manufacturing en la empresa Carrocerías Yaulema Jr. de manera constante.

## GLOSARIO

**Herramienta 5'S:** La 5's son una herramienta en pro de la eficacia y la eficiencia de las organizaciones; refiere a la creación y mantenimiento de áreas de trabajo más limpias, más organizadas y más seguras, es decir, se trata de imprimirle mayor "calidad de vida" al trabajo. (Pérez et al., 2017, pp. 414).

**Herramienta Kanban:** Es una técnica de gestión de producción basada en un sistema pull (halar) que se fundamentan en la autogestión de los procesos, eliminando la programación centralizada. Se produce y transporta lo que se demanda en los procesos consumidores, manteniendo en rotación sólo aquellas cantidades que garantizan la continuidad del consumo. Cuando se interrumpe el consumo se detiene la producción. Es una herramienta para conseguir la producción Justo a tiempo –JIT–". (Arango Serna et al., 2015, pp. 223-224)

**Lean Manufacturing:** Es una metodología orientada a la eliminación, o al menos, reducción de desperdicios en los procesos productivos (Gisbert, 2015, pp. 43).

**Productividad:** Es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios. Podemos definirla como una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos y denota la eficiencia con la cual los recursos humanos, capital, tierra, etc. son usados para producir bienes y servicios en el mercado. (Felsing et al., 2002)

**Seiketsu (Estandarizar):** Es la metodología que permite consolidar las metas alcanzadas aplicando las tres primeras "S", porque sistematizar lo hecho en los tres pasos anteriores es básico para asegurar unos efectos perdurables. Estandarizar supone seguir un método para aplicar un procedimiento o una tarea de manera que la organización y el orden sean factores fundamentales. (Pérez et al., 2017, pp. 415)

**Seiri (Eliminar):** significa clasificar y eliminar del área del trabajo todos los elementos innecesarios para la tarea que se realiza. Por lo tanto, consiste en separar lo que se necesita de lo que no se necesita, y controlar el flujo de cosas para evitar estorbos y elementos inútiles que originan despilfarros. (Pérez et al., 2017, pp. 414)

**Seiso (Limpiar):** La limpieza implica identificar y eliminar las fuentes de suciedad, los lugares difíciles de limpiar, los apaños y las piezas deterioradas o dañadas, para lo que se deben establecer y aplicar procedimientos de limpieza. (Pérez et al., 2017, pp. 415)

**Seiton (Organizar):** Consiste en organizar los elementos clasificados como necesarios, de manera que se puedan encontrar con facilidad. Para esto se ha de definir el lugar de ubicación de estos elementos necesarios e identificarlos para facilitar la búsqueda y el retorno a su posición. La actitud que más se opone a lo que representa seiton, es la de “ya lo ordenaré mañana”, que acostumbra a convertirse en “dejar cualquier cosa en cualquier sitio. (Pérez et al., 2017, pp. 414)

**Shitsuke (Disciplina):** Se puede traducir como disciplina o normalización, y tiene por objetivo convertir en hábito la utilización de los métodos estandarizados y aceptar la aplicación normalizada. Uno de los elementos básicos, ligados a Shitsuke, es el desarrollo de una cultura de autocontrol. (Pérez et al., 2017, pp. 415)

**Sistemas de análisis de producción:** En la industria o en el mundo empresarial existe una constante de evolución, este paulatino progreso es resultado de evaluaciones a los procesos de análisis de producción, que se derivan, a su vez, de los estudios y análisis de mercado, así como de los procesos de construcción, utilizando los mejores materiales, para cada parte, que puedan soportar las cargas o esfuerzos que garanticen un mejor rendimiento. (Chica Castro et al., 2019)

**Sistemas de control:** Un sistema de control es la unión de elementos que funcionan de manera sincronizada para proporcionar una salida o una respuesta fundamental. Los componentes básicos de un sistema de control pueden ser descritos por objetivos de control, componentes del sistema de control y por resultados o salida. (Pérez Hidalgo et al., 2007)

**Sistemas productivos:** Un sistema de producción recibe insumos en forma de materiales, personal, capital, servicios e información, y los transforma dentro de un subsistema de conversión en los productos y/o servicios deseados. Además, existen unos productos indirectos que se suelen pasar por alto. Los sistemas productivos generan impuestos, desperdicios, contaminación, empleos, sueldos, y adelantos tecnológicos; estos son algunos ejemplos de productos indirectos de un sistema. (Tejeda, 2011, pp. 278)

**Value Stream Map – VSM:** VSM significa en español Mapeado del Flujo de Valor, es una técnica gráfica que permite visualizar todo un proceso, permite detallar y entender completamente el flujo tanto de información como de materiales necesarios para que un producto o servicio llegue al cliente, con esta técnica se identifican las actividades que no agregan valor al proceso para

después iniciar las actividades necesarias para eliminarlas. VSM es una de las técnicas más utilizadas para establecer planes de mejora debido a que enfoca las mejoras en el punto del proceso del cual se obtienen los mejores resultados. (Lean Solutions, 2018)

## BIBLIOGRAFÍA

**AGUALSACA QUISHPI, R; et al.** *Aplicación de la herramienta lean VSM (VALUE STREAM MAPPING) en el sector hospitalario.* [En línea]. Universidad Estatal de Milagro 2018. Disponible en: [http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/4389/APLICACIÓN DE LA HERRAMIENTA LEAN VSM %28VALUE STREAM MAPPING%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unemi.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/4389/APLICACIÓN_DE_LA_HERRAMIENTA_LEAN_VSM_%28VALUE_STREAM_MAPPING%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

**ALFARO LEÓN, W; et al.** *Aplicación De Lean Vsm ( Value Stream Mapping ) en el sector educativo* [en línea]. 2018. Universidad Estatal de Milagro. Disponible en: [http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3893/1/APLICACION DE LEAN VSM %28VALUE STREAM MAPPING%29 EN EL SECTOR EDUCATIVO.pdf](http://repositorio.unemi.edu.ec/bitstream/123456789/3893/1/APLICACION_DE_LEAN_VSM_%28VALUE_STREAM_MAPPING%29_EN_EL_SECTOR_EDUCATIVO.pdf).

**ÁLVAREZ VELEZMORO, M; et al.** *Desarrollo e implementación de la metodología de mejora continua en una mype metalmecánica para mejorar la productividad* [en línea]. 2014. Disponible en: <http://hdl.handle.net/10757/337910>.

**ARANGO SERNA, M; et al.** Mejoramiento de procesos de manufactura utilizando Kanban. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 14, no. 27 (2015), pp. 221-233. ISSN 16923324. DOI 10.22395/rium.v14n27a13.

**BERMÚDEZ LOOR, V.** *Optimización del proceso en la línea de ensamblaje de estructura de carrocerías para buses en chasis tipo AK en la empresa carrocerías Modelo en la ciudad de Santo Domingo de los Tsáchilas* [en línea] (Trabajo d titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2018. Disponible en: <http://dspace.espech.edu.ec/bitstream/123456789/10517/1/85T00532.pdf>.

**BUSTOS FLORES, C.** La producción artesanal. *Revista Visión Gerencial* [en línea], 2009, pp. 37-52. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4655/465545880009.pdf>.

**CABEZAS MEJÍA, E; et al.** *Introducción a la metodología de la investigación científica* [en línea], 2018. Sangolquí: s.n. ISBN 978-9942-765-44-4. Disponible en: [www.repositorio.espe.edu.ec](http://www.repositorio.espe.edu.ec).

**CÁMARA NACIONAL DE FABRICANTES DE CARROCERÍAS.** Levantamiento de información para georreferenciación y diagnóstico de la gestión del Sector Carrocero a Nivel Nacional. [en línea], 2014. [Consulta: 21 junio 2020]. Disponible en: <http://www.canfacecuador.com/Informe-Final-Diagnostico-Sector-Carrocero.pdf>.

**CHICA CASTRO, L; et al.** Análisis del sistema de producción y caracterización microestructural para evaluar el comportamiento mecánico de chasis de vehículo fabricado por extrusión. *Ciencia Digital* [en línea], 2019, vol. 3, no. 1, pp. 78-97. [Consulta: 25 abril 2021]. ISSN 2602-8085. DOI 10.33262/cienciadigital.v3i1.349. Disponible en:

<https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i1.349>.

**CONCHA GUAILLA, J.** Mejoramiento de la productividad en la Empresa Inducero Cia.Ltda. en base al desarrollo e implementacion de la Metodologia 5S Y VSM, herramientas del Lean Manufacturing [en línea]. S.l.: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 2013. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/3026/1/85T00290.pdf>.

**CUESTAS ARMAS, D.** Estudio para el diseño de planta y mejoramiento de los procesos productivos en talleres macusa aplicando la metodología de las 5's ubicado en la ciudad de Ibarra. [en línea]. S.l.: Universidad Tecnológica Equinoccial. 2012. Disponible en: <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/5543>.

**ELICAL.** ¿Cómo hacer un Value Stream Mapping? *Ingeniería de Calidad* [en línea] Escuela Latinoamerica de Ingeniería de Calidad, 2018. [Consulta: 12 julio 2020]. Disponible en: <https://www.ingenieriadecalidad.com/2018/10/como-hacer-un-value-stream-mapping.html>.

**FELSINGER, E; et al.** Productividad: Un Estudio de Caso en un Departamento de Siniestros. *Universidad del CEMA* [en línea] (Trabajo de Titulación) (Maestría). 2002. pp. 29. Disponible en: [https://ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger\\_MADE.pdf](https://ucema.edu.ar/posgrado-download/tesinas2002/Felsinger_MADE.pdf).

**GISBERT, V.** Lean Manufacturing, Qué es y qué no es, errores en su aplicación e interpretación mas usuales. *3C tecnología* [en línea], 2015, vol. 4, no. 1, pp. 42-52. Disponible en: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2015/03/LEAN-MANUFACTURING.pdf>.

**GISMANO, Y; et al.** Los Principios de la Administración Científica y su impacto en el ámbito laboral. *VII Jornadas de Sociología de la Universidad Nacional de La Plata.*, no. 2250-8465 (2012).

**GOMEZ GOMEZ, L; et al.** Implementación de la metodología 5 S en el área de carpintería en La Universidad de San Buenaventura. S.l.: Universidad de San Buenaventura, Medellín 2012.

**HERNÁNDEZ, J; et al.** Lean manufacturing. *Fundación EOI*, no. 978-84-15061-40- 3 (2013),(Madrid).

**IBARRA, V; et al.** Manufactura Esbelta. *Conciencia Tecnológica*, (2017), pp. 53.

**KAROLYS VASCONEZ, C.** Estandarización de los procesos productivos en el área de estructurado de la empresa Buscars en la ciudad de Durán provincia del Guayas [en línea]. S.l.: Universidad Nacional de Chimborazo. 2019 Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/5628/1/UNACH-EC-ING-IND-2019-0009.pdf>.

**KREUTZFELD, F.** Implantación de las 5S en la industria textil, 2019. [en línea]. [Consulta: 15 julio 2020]. Disponible en: <https://www.deltamaquinastexteis.com.br/es/industria-textil/implantacion-de-las-5s-en-la-industria-textil/>.

**LEAN SOLUTIONS.** VSM, Value Stream Mapping, 2018 [en línea]. [Consulta: 5 julio 2020]. Disponible en: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/vsm-value-stream-mapping/>.

**LÓPEZ CALVAJAR, G; et al.** Optimización del plan de producción. Estudio de caso

Carpintería de Aluminio. Universidad y Sociedad. *Revista Científica de la Universidad de Cienfuegos*. [en línea], 2016, vol. 9, no. 1, pp. 178-186. ISSN 2218-3620. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus26117.pdf>.

**LUNA ALTAMIRANO, K; et al.** Plan de mejora enfocado en la seguridad industrial para la empresa Inmeplast basado en las 5S. *Ciencia Digital* [en línea], 2020, vol. 4, no. 1, pp. 111-125. ISSN 2602-8085. DOI 10.33262/cienciadigital.v4i1.1074. Disponible en: <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/view/1074>.

**MATAMOROS, C.** El diseño de sistemas para gestionar la producción de una empresa [en línea] Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona. 2012. Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/16909>.

**MÉNDEZ, A.** Implementación de las 5S en una empresa: Metodología y ejemplos? *Plan de Mejora* [en línea], 2019. [Consulta: 16 julio 2020]. Disponible en: <https://www.plandemejora.com/implementacion-de-la-metodologia-de-las-5s-en-una-empresa/>.

**MIRANDA, J; et al.** Indicadores de productividad para la industria dominicana. *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXV, no. 2 (2010), pp. 235-290.

**MONSALVE, G.** 2018. *Planificación de operaciones de manufactura y servicios*. Medellín: Fondo Editorial Instituto Tecnológico Metropolitano, 2018. ISBN 978-958-5414-54-9.

**PADILLA, L.** Lean manufacturing manufactura esbelta/ágil. *Revista Electrónica Ingeniería Primero*, vol. 2076 (2010), pp. 31-66.

**PAREDES RODRÍGUEZ, A.M; et al.** 2017. Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado* [en línea], 2017, vol. 13, no. 1, pp. 262-277. DOI 10.18041/entramado.2017v13n1.25103. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v13n1/1900-3803-entra-13-01-00262.pdf>.

**PÉREZ HIDALGO, A; et al.** Introducción a los Sistemas de Control y modelo matemático para sistemas lineales Invariantes en el Tiempo. [en línea], 2007. S.l.: [Consulta: 5 agosto 2020]. Disponible en: <http://dea.unsj.edu.ar/control1b/teoria/unidad1y2.pdf>.

**PÉREZ, V; et al.** Metodología dinámica para la implementación de 5's en el área de producción de las organizaciones. *Revista Ciencias Estratégicas* [en línea], 2017, vol. 25, no. 38, pp. 411-423. ISSN 2390-0024. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/1513/151354939009.pdf>.

**PIÑERO, E.A; et al.** Programa 5'S para el mejoramiento continuo de la calidad y la productividad en los puestos de trabajo. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*. [en línea], 2018, vol. 20, no. 6, pp. 99-110. ISSN 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=215057003009>.

**PORTILLA CHÁVEZ, M; et al.** *Investigación Cualitativa: Una Reflexión Desde La Educación Como Hecho Social* [en línea]. 2014. Disponible en: [http://revistas.udenar.edu.co/index.php/duniversitaria/article/download/2192/pdf\\_34](http://revistas.udenar.edu.co/index.php/duniversitaria/article/download/2192/pdf_34).

**RAMÍREZ, M; et al.** Sistema supervisor inteligente para procesos de producción de Petróleo.

(2014), (Maskana) pp. 71-82.

**REY, F.**, 2005. *Las 5S. Orden y limpieza en el puesto de trabajo*. Madrid: s.n. ISBN 8496169545.

**RIVERA GRIJALVA, P.G.** 2018. Análisis del Comportamiento de Compra de Vehículos Chinos en la ciudad de Guayaquil [en línea]. S.l.: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Disponible en: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/9954/1/T-UCSG-PRE-ESP-CIM-417.pdf>.

**RODRÍGUEZ AGUILERA, A; et al.** Eficacia y Eficiencia, premisas indispensables para la Competitividad. *Ciencias Holguín* [en línea], 2012, vol. 18, no. 3, pp. 1-14. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1815/181524338001.pdf>.

**SLADOGNA, M.** Productividad - definiciones y perspectivas para la negociación colectiva. [en línea]. 2017. [Consulta: 29 junio 2020]. Disponible en: <http://www.relat.org/documentos/ORGSladogna2.pdf>.

**SOCCONINI, L.** 2019. *LEAN Manufacturing Paso a Paso*. S.l.: s.n. ISBN 9789587785746.

**TAPPING, D; et al.** *Gestión de flujo de valor para la oficina ajustada*. New York: Productivity Press, 2013. ISBN 1-56327-246-6.

**TEJEDA, A.** Mejoras de Lean Manufacturing en los Sistemas Productivos. *Ciencia y Sociedad*, vol. XXXVI (2011), pp. 276-310.

**TIERRA PÉREZ, L.P.** Mejoramiento del nivel de calidad de los procesos en la sección de estructuras a través de la metodología SEIS SIGMA en la fábrica de carrocerías Corporación MEGABUSS [en línea]. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, 2017. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/6923/1/20T00864.pdf>.

**VARGAS HERNÁNDEZ, J; et al.** Lean Manufacturing ¿una herramienta de mejora de un sistema de producción? *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias* [en línea], 2016, vol. 5, no. 17. ISSN 1856-8327. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2150/215049679011.pdf>.