INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA ANTONIO JOSÉ CAMACHO
FACULTAD DE INGENIERÍA

IMPLEMENTACIÓN DE PROCESOS DE MEJORAMIENTO EN EL ÁREA DE PRODUCCIÓN DE LA EMPRESA CALIRUEDAS S.A.S A PARTIR DE LA UTILIZACION DE HERRAMIENTA LEAN MANUFACTURING

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ANGIE MAULY MUÑOZ QUIGUA
LINA MARÍA DELGADO CRUZ
CARLOS FERNANDO PEÑA PEDROZA

DIRECTOR
JUAN CARLOS FIGUEROA
MAGISTER EN ADMINISTRACION

2022

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi universidad, por haberme permitido formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron participes de este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, gracias todos ustedes, fueron los responsables de realizar su pequeño aporte, que el día de hoy se vería reflejado en la culminación de mi paso por la universidad. Gracias a mis padres, que fueron mis mayores promotores durante este proceso, gracias a Dios, que fue mi principal apoyo y motivador para cada día continuar con perseverancia y disciplina.

Angie M. Muñoz

Lina M. Delgado

Carlos F. Peña

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS *2*

LISTADO DE FIGURAS *8*

LISTADO DE TABLAS *11*

GLOSARIO *15*

ABSTRACT *17*

RESUMEN EJECUTIVO *18*

INTRODUCCIÓN *20*

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN *22*

1.1. Planteamiento del Problema 22

1.2. Formulación de problema 24

1.3. Sistematización del problema 24

CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN *25*

2.1. Justificación 25

2.2. Objetivos 26

2.2.1. Objetivo General 26

2.2.2. Objetivos Específicos 26

CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL *27*

3.1. Antecedentes 27

3.2. Marco Teórico 33

3.2.1. Lean Manufaturing 33

3.2.2. Beneficios de la producción ajustada en empresas (Lean Manufacturing)..... 34
3.2.3. Diagrama de Pareto..... 34
3.2.4. Diagrama de Causa y efecto 35
3.2.5. Diagrama de flujo de los procesos 37
3.2.6. Estudio de tiempos..... 40
3.2.7. Tiempo estándar..... 44
3.2.8. Value stream mapping 45
3.2.9. Maquina dobladora de tubos..... 46
3.2.10. Método de las 5'S..... 47
3.2.11. Indicador OTIF..... 51
3.2.12. Distribución en planta 53
3.2.13. Diagrama PERT o de red 53
3.3. Marco Conceptual 54
3.3.1. Productividad:..... 54
3.3.2. Eficiencia 55
3.3.3. Producción: 55
3.3.4. Diagrama del proceso: 55
3.3.5. Estudio de movimientos:..... 56
CAPITULO IV: MÉTODO..... 57
4.1. Tipo de investigación 57
4.2. Enfoque de la investigación 57
4.2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos. 57
4.2.2. Cronograma de actividades..... 59

CAPITULO V: RESULTADOS 60

5.1. Diagnóstico del estado actual del sistema productivo de la empresa Caliruedas S.A.S 60

5.1.1. Descripción del proceso de planeación y programación de la producción actual .. 60

5.1.2. Diagrama Sipoc (Proveedores, entradas, proceso, salidas, cliente) 62

5.1.3. Proceso de solicitud de MP 62

5.1.4. Análisis de flujo de procesos 64

5.1.5. Análisis relacional del proceso a partir del diagrama causa efecto 65

5.1.6. Análisis de comportamiento de las ventas 67

5.1.7. Método de producción 69

5.1.8. Análisis del funcionamiento del sistema productivo a utilizando herramientas Lean Manufacturing 71

5.1.9. Value Stream Mapping: 74

5.1.10. Establecer las brechas y oportunidades de mejoramiento del sistema productivo 80

5.1.11. Tamaño de la muestra 81

5.1.12. Implementación de las acciones de mejoramiento utilizando las herramientas de Lean Manufacturing 88

5.1.13. Encuesta de satisfacción 88

5.1.14. Resultados de la encuesta 90

5.1.15. Análisis de Promedio Ponderado para los resultados de la encuesta. 911

5.1.16. Resultado del Análisis de valor para mejora de la productividad del sistema 97

5.1.17. Implementación de propuestas de mejoramiento a partir de las técnicas de lean manufacturing 100
5.1.18. Propuesta de implementación Metodología 5'S 100
5.1.19. Procedimiento propuesto para la Metodología 5's 1011
5.1.20. Limpieza 10808
5.1.21. Estandarizar 109
5.1.22. Autodisciplina 110
5.1.23. Actividades de la empresa 110
5.1.24. Actividades de los operarios 110
5.1.25. Propuesta de adecuación y uso de maquina para doblar tubos 111
5.1.26. Propuesta plan de mantenimiento para maquina dobladora de tubos 115
5.1.27. Plan de mantenimiento preventivo 116
5.1.28. Propuesta de Implementación de Ventiladores en el proceso de secado de la pintura 11818
5.1.29. Propuesta de Mejora en la distribución del proceso de corte a Pre-alistamiento con el fin de reducir desplazamientos 119
5.1.30. Propuesta de implementación de indicador de entregas (OTIF) para la empresa Caliruedas S.A.S 121
5.1.31. Requerimientos 121
5.2. Resultados obtenidos a partir de la implementación de las propuestas de mejora 125
5.2.1. Reducción tiempos por 5S. 125
5.2.2. Reducción de tiempo por maquina dobladora de tubos 125

5.2.3. Reducción de tiempo por Ventiladores 125

5.2.4. Reducción de tiempo por Distribución máquina de corte a Pre-alistamiento..... 126

5.2.5. Propuesta de análisis de valor global a partir del VSM futuro 127

CAPITULO VI: CONCLUSIONES 129

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES 131

CAPITULO VIII: REFERENCIAS 132

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1. 36
Diagrama de Ishikawa o causa y efecto 36
Figura 2. 38
Diagrama de procesos. 38
Figura 3. 45
Tipo de actividades en base al criterio del cliente 45
Figura 4. 46
Diagrama Value Steam Mapping 46
Figura 5. 48
Método de las 5´S. 48
Figura 6. 59
Cronograma de actividades 59
Figura 7. 61
Diagrama de flujo (Planeación de la producción) 61
Figura 8. 62
Sipoc diagrams 62
Figura 9. 63
Proceso de solicitud MP 63
Figura 10. 66
Diagrama de causa y efecto (Espina de pescado) 666

Figura 11. 68

Diagrama de Pareto ventas 2020 hasta el primer semestre del año 2021 68

Figura 12. 71

Composición De Una Carreta De Caliruedas S.A.S 71

Figura 13. 72

Distribución Actual (Simulación en Flexsim) 72

Figura 14. 73

Diagrama de red 73

Figura 15. 75

Value Stream mapping 73

Figura 16. 79

Descripción del paso a paso del proceso 79

Figura 17. 88

Ficha técnica. Encuesta 88

Figura 18. 99

Diagrama de Valor 99

Figura 19. 101

Metodología 5s 101

Figura 20. 102

Pasos para aplicar metodología 5s 102

Figura 21. 103

Diagrama de flujo para la clasificación 103

Figura 22. 107

Estado actual 107

Figura 23. 111

Como se realiza actualmente la Operación 111

Figura 24. 113

Maquina Actual 113

Figura 25. 117

Formato para el plan de mantenimiento preventivo 117

Figura 26. 119

Ventiladores Actuales 119

Figura 27. 120

Distribución de maquina corte futura 120

Figura 28. 124

Indicador gestión de entregas empresa Caliruedas S.A.S 124

Figura 29. 127

Tiempo de secado de la pintura 127

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 41
Toma de tiempo 41
Tabla 2 41
Formula 41
Tabla 3 42
Tiempos registrados 42
Tabla 4 64
Análisis de flujo de proceso 64
Tabla 5 67
Ventas por producto empresa CALIRUEDAS SAS 2020 – 2021 67
Tabla 6 68
Frecuencia del diagrama de Pareto ventas 68
Tabla 7 70
Caracterización de proceso para la fabricación de carreta metálica 70
Tabla 8 72
Diagrama de Red 72
Tabla 9 76
Turnos laborales 76
Tabla 10 76

Lead time 76

Tabla 11 77

Takt time 77

Tabla 12 77

Capacidades de producción Actual 77

Tabla 13 81

Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra 81

Tabla 14 81

Estudios de tiempos 81

Tabla 15 82

Toma de tiempo subproceso de corte 82

Tabla 16 83

Toma de tiempo subproceso de Pre-alistamiento de Ensamblaje 83

Tabla 17 83

Toma de tiempo subproceso de ensamblaje 83

Tabla 18 84

Toma de tiempo subproceso de Pintura 84

Tabla 19 84

Toma de tiempo subproceso de Ensamblaje Final-Almacenamiento 84

Tabla 20 86

Diagrama de flujo para la fabricación de carreta - Parte I 86

Tabla 21 87

Diagrama de flujo para la fabricación de carreta - Parte II 87

Tabla 22 90

Lista de clientes encuestados 90

Tabla 23 91

Imagen Resultados encuesta Producto más vendido 91

Tabla 24 92

Definición escala de medición 92

Tabla 25 93

Resultados obtenidos en la encuesta 93

Tabla 26 95

Calculo promedio ponderado por cada criterio de la encuesta 95

Tabla 27 96

Factor, tiempo, servicio, calidad 96

Tabla 28 98

Tabla para el Análisis de Valor 98

Tabla 29 104

Lista de identificación de herramientas 104

Tabla 30 105

Resumen elementos a Donar, transferir o Vender 105

Tabla 31 108

Lista de chequeo de limpieza área de producción 108

Tabla 32 112

Ahorro anual 112

Tabla 33 114

Inversión Maquina dobladora de tubos.....114

Tabla 34 115

Ahorro en tiempo y costo.....115

Tabla 35 118

Toma de tiempos al secado de la carreta 118

Tabla 36 123

OTIF (en %): On Time x In Full.....123

Tabla 37 128

Imagen. Resultado de VSM Futuro 128

GLOSARIO

Productividad: La relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción.

Proceso: un proceso es una serie de tareas interrelacionadas que, juntas transforman las entradas en salidas.

Corte: Proceso por el cual se corta todas las piezas metalizas para fabricar una carreta.

Pre-alistamiento: Proceso por el cual se alistan todas las piezas que conforman una carreta

Ensamblaje: Permite unir varias materias primas o productos en proceso para darles salida en cantidades y aumentar el valor del costo al conformar un producto terminado.

Tiempo de ciclo: Es el tiempo en que tu equipo trabaja activamente en un pedido de un cliente.

Takt Time: Es el período máximo de tiempo que debes cumplir para satisfacer la demanda del cliente.

SIIGO: Software contable diseñado para manejar toda la parte contable de una empresa con los requerimientos necesario.

Carreta metálica: Se utiliza para transportar carga a mano. Aquí se distribuye la carga de forma equilibrada, ya que todo el peso se ubica entre el cargador y la rueda, de tal manera que la carga puede ser llevada por una persona.

Máquina para doblar tubos: Es una herramienta utilizada para realizar moldeos y curvaturas en tubos metálicos. Son unas máquinas específicas capaces de manipular metales, y de aplicar las suficientes tensiones como para no dañar una pieza y evitar su rotura.

Segueta hidráulica: Herramienta de corte cuya función es cortar o serrar, principalmente metales de tamaños relativamente pequeños.

Tronzadora: es una herramienta eléctrica que se utiliza para cortar materiales metálicos.

Cizalla: Es una herramienta que tiene una mecánica similar a la de una tijera y se utiliza para realizar determinados cortes en distintos materiales, como la madera, papel, plástico y láminas metálicas.

Prensa hidráulica: Es un mecanismo conformado por vasos comunicantes impulsados por pistones de diferentes áreas que, mediante una pequeña fuerza sobre el pistón de menor área, permite obtener una fuerza mayor en el pistón de mayor área.

Torno mecánico: Es una máquina que hace girar las piezas, mientras que otras herramientas, realizan los cortes según las condiciones requeridas.

Esmeril: Una herramienta eléctrica que corta y desbasta. Sirve para trabajar en metal, concreto, cerámica, piedra y madera, por eso dependiendo del trabajo que se quiera hacer, el disco que debes usar.

ABSTRACT

The company Caliruedas S.A.S located in the center of the city of Cali that is dedicated to the manufacture and commercialization of metal carts for heavy loads and metal wheels with vulcanized rubber. In its portfolio it has a wide variety of products such as small carts, large carts, 7” and 10” wheels, thus being a well-known brand for its experience and quality in the industry. With a history of 40 years of being constituted as a company.

As a research methodology, the principles of process improvement will be carried out, making use of tools such as process diagrams, thread diagrams, methods and times, value stream mapping, among others, performing an analysis that allows identifying what the possible problems are. That represent losses and affect the results of the company.

RESUMEN EJECUTIVO

La empresa Cali ruedas S.A.S ubicada en el centro de la ciudad de Cali se dedica a la fabricación y comercialización de carretas metálicas para carga pesada y ruedas metálicas con caucho vulcanizado. En su portafolio cuenta con gran variedad de productos tales como carreta pequeña, carreta grande, ruedas de 7” y 10”, convirtiéndose en una marca de gran reconocimiento por su experiencia y calidad en la industria metalmecánica gracias a su trayectoria de más de 40 años.

Como metodología de la investigación se utilizan los principios de mejoramiento de procesos de la herramienta de gestión de la producción Lean Manufacturing, en las que se hace uso de técnicas analíticas como diagramas de proceso, diagrama de hilos, estudio de métodos y tiempos, value stream mapping, distribución de planta, diagrama de ruta, diagrama de red (PERT), entre otras herramientas de análisis que permiten identificar problemáticas asociadas al proceso de producción las cuales repercuten en pérdidas y afectan los resultados de la empresa, para finalmente establecer posibles alternativas de solución.

La investigación se inicia con la recolección de datos insitu lo cual permite reconocer el estado actual del proceso de producción de la compañía Caliruedas S.A.S, posteriormente, se hace el análisis de los datos donde se logra determinar características de gran relevancia para el proceso como son los tiempos de operación, rutas de fabricación, cargas de los centros de trabajo y de más factores que afectan el cumplimiento y las metas de la organización. Una vez realizado este análisis se identifican las oportunidades de mejoramiento y se establecen las posibles alternativas de

solución que permitan propiciar el incremento en la productividad y el mejoramiento en el rendimiento global de la empresa.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación tiene como objetivo proponer la implementación de estrategias de mejoramiento en los procesos del área de producción de la empresa Caliruedas S.A.S a partir de la utilización de herramientas Lean Manufacturing, el cual se define como un modelo de gestión enfocado en minimizar las pérdidas y optimizar los recursos disponibles en los sistemas de manufactura al mismo tiempo que maximiza la creación de valor para el cliente final.

El análisis de la situación problemática se inicia con la identificación de las causas y efectos en el rendimiento del proceso productivo de la organización. Primeramente, se logra establecer que uno de los principales factores que afectan el desempeño de la empresa estaba asociado al no cumplimiento en la entrega de los pedidos con respecto al tiempo acordado con el cliente, lo cual repercute en clientes insatisfechos y en una baja calidad del servicio, todo esto se asocia a la falta de un adecuado sistema de planificación y programación de la producción, que permita tener el control sobre el proceso productivo y sus características de interés tales como tiempos y rutas de fabricación, estandarización, trazabilidad de producto, utilización y disponibilidad de recursos.

Según el escritor, Palacios Acero, el estudio de tiempos es el complemento necesario del estudio de métodos y movimientos. Consiste en determinar el tiempo que requiere un operario normal y calificado, con las herramientas necesarias trabajando a marcha normal y bajo condiciones ambientales para desarrollar su trabajo. (Palacios, 2016, pp. 294-343).

El sistema de producción actual se distribuye en secciones o por procesos los cuales cuentan con equipos especializados según el tipo de función, sin embargo, el flujo del proceso y su distribución no permiten obtener los beneficios de una distribución en línea, la cual se caracteriza por tener un producto bien estandarizado y permitir el flujo de una operación o estación de trabajo a la siguiente de acuerdo con una secuencia previamente establecida.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del Problema

Caliruedas S.A.S es una empresa de manufactura dedicada a la fabricación y comercialización de carretas para carga pesada y ruedas metálicas con caucho vulcanizado. En su portafolio cuenta con gran variedad de productos tales como carreta pequeña, carreta grande, ruedas de 7” y 10”, constituyéndose en una marca reconocida en la industria metalmecánica por su gran trayectoria, experiencia y calidad. La empresa está ubicada en la ciudad de Cali (zona centro), su planta física está compuesta por dos pisos, y en su gran mayoría el proceso productivo se ubica en el primero de estos. El proceso de fabricación se divide en 5 secciones corte, pre-alistamiento, ensamble, pintura y ensamblaje final.

Sin embargo, desde un tiempo atrás la empresa viene experimentando un decrecimiento en el volumen de ventas asociado principalmente a la falta de cumplimiento en la entrega de los pedidos con respecto al tiempo acordado con el cliente, repercutiendo de manera negativa en la satisfacción del cliente y en una baja calidad del servicio. De igual manera, se logra relacionar que el bajo desempeño del sistema productivo obedece a la falta de un adecuado sistema de planificación y programación de la producción, que permita tener el control sobre el proceso y sus características de interés tales como tiempos y rutas de fabricación, estandarización, trazabilidad de producto, utilización y disponibilidad de recursos.

Bajo estas condiciones se puede predecir que, si la empresa continúa teniendo estos niveles de satisfacción tan bajo, posiblemente se incremente la perdida de ventas y su rentabilidad se puede ver afectada. Dada esta situación, la empresa ha entendido que debe mejorar sus procesos.

1.2. Formulación de problema

¿Cómo mejorar el desempeño del sistema productivo actual de la empresa Caliruedas S.A.S a partir de la implementación de herramientas de Lean Manufacturing?

1.3. Sistematización del problema

¿Cuál es el estado actual del funcionamiento del sistema productivo de la empresa Caliruedas S.A.S?

¿Qué factores claves del área de producción afectan el desempeño global de la organización?

¿Cómo determinar las oportunidades de mejoramiento del sistema productivo actual?

¿Cómo implementar las estrategias de mejoramiento acorde a las necesidades del sistema productivo?

CAPITULO II: JUSTIFICACIÓN

2.1. Justificación

En esta época de cambios, de crisis económica, hace que las empresas se muevan a un ritmo rápido para poder sostener y aumentar los niveles de venta, optando o mejorando continuamente sus modelos de sistemas de producción, conjugando todos sus recursos eficazmente permitiéndoles ser más productivos y competentes, ya que los mercados son más exigentes y con menos poder adquisitivo de compra que desean bienes y servicios de calidad, buena atención, y accesibles a sus economías.

El enfoque de nuestro proyecto está basado en mejorar los procesos productivos, mejorando los tiempos que actualmente se tienen aplicando metodologías que permitan ser más eficientes en la producción.

La estandarización del proceso es de gran alcance y utilidad para frenar el declive empresarial y dar impulso al crecimiento sostenido ya que la satisfacción de los clientes crea lealtad y se convierte en un arma estratégica para las organizaciones.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Implementar estrategias de mejoramiento de proceso en el área de producción de la empresa Caliruedas S.A.S a partir de la utilización de herramientas de Lean Manufacturing.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar el estado actual del sistema productivo de la empresa Caliruedas S.A.S
- Analizar el funcionamiento del sistema productivo a partir de la aplicación de herramientas Lean Manufacturing.
- Establecer las brechas y oportunidades de mejoramiento del sistema productivo.
- Implementar las acciones de mejoramiento utilizando las herramientas Lean Manufacturing.

CAPITULO III: MARCO REFERENCIAL

3.1. Antecedentes

Como primera referencia del año 2009, un proyecto de grado entregado a la universidad autónoma de occidente, se analiza la tesis estandarización de procesos de fábrica y elaboración de indicadores de producción en la empresa ITC ingeniería de plásticos industriales, elaborada por Diego Fernando González Escobar.

La finalidad de este trabajo, se basa en la implementación de un estudio de tiempos y movimientos para estandarizar los procesos, encaminado a conocer, medir y documentar los procesos de fabricación que desarrolla la empresa mediante el desglose de las operaciones inherentes al proceso de fabricación de cada pieza específica, donde se efectúa un análisis de movimientos encaminado al mejoramiento del método de trabajo, para diagnosticar aquellas operaciones innecesarias y ordenar los movimientos útiles, obteniendo así una mayor eficiencia.

Con las mejoras propuestas en este proyecto tales como: estandarización de procesos, el estudio de tiempos y movimientos, implementación del principio de las 5s, la identificación de desperdicios entre otros, en promedio se redujo un 29.7% el tiempo de fabricación de las veinte piezas que se incluyeron en el estudio de tiempos y movimientos. (González, 2009, p.17,90,91)

Como segunda referencia del año 2017, un proyecto aplicación de la metodología 5s para la mejora de la productividad del departamento técnico de la empresa Belpac S.A.C.,

callao, 2017, entregado a la escuela profesional de ingeniería industrial, elaborada por Gianella Milagros Tello Roca.

Buscaba determinar la influencia que tiene la implementación de las 5s sobre la productividad del departamento técnico de la empresa Belpac S.A.C. Permitiendo conocer la importancia de crear cultura organizacional, contar con un adecuado ambiente laboral que permita un mejor desempeño de los trabajadores, una mayor productividad y calidad de atención en el servicio técnico, agilizando los procesos de gestión de dicho departamento, cumpliendo con los requerimientos del cliente en el tiempo establecido.

Se busca que, con la implementación de las 5S, se logre tener un mejor aprovechamiento del tiempo de trabajo, con el cual se reducirían los tiempos improductivos, obteniendo una mejora de productividad y aprovechamiento de los recursos de la empresa. (Tello, 2017, p.13)

En la siguiente referencia del año 2018, en el proyecto “Estudio de métodos y tiempos en la Comercializadora Herluz S.A.S, de la universidad libre seccional Cúcuta” elaborado por Edith Angélica Chacón Ortega.

El proyecto consiste en analizar cómo estaba el funcionamiento de la empresa para posteriormente hacer la medición de métodos y tiempos en el empacado de arroz, donde se aplicaron diferentes teorías y métodos para el desarrollo del estudio. Métodos como el de causa y efecto para identificar las mayores causas, evidenciando la improductividad del proceso, debido a que no existen manuales de proceso, planeación estratégica de producción y herramientas en el proceso; con el desarrollo del diagrama de flujo de proceso se observa

operaciones desarrolladas en un área de trabajo desordenada, que impiden el flujo continuo y empleando el diagrama de recorrido encontraron una distancia entre los procesos no recomendable ya que causa fatigas al trabajar, cuellos de botella y aumenta el tiempo de operación; para ello en la tesis se propone realizar una nueva distribución en planta, y gracias a la toma de métodos y tiempo se pudo establecer un tiempo estándar en el empaque de arroz de un fardo en 96,3 segundos por unidad. (Chacon, 2018, p.7,34)

Como última referencia del año 2020, un proyecto de grado entregado a la Universidad Agustiniana de Bogotá, D.C, se analiza la tesis de Estandarización de los procesos de la empresa Diseños Exan SAS, como estrategia de crecimiento sostenido en el entorno actual, elaborada por Esperanza Ariza Peña.

La finalidad de este documento es de realizar una Estandarización de los procesos de la empresa Diseños Exan SAS, donde lo primero que se empleo fue un Análisis del observador de tiempos y movimientos, un curso grama analítico con las actividades a estandarizar del proceso, Caracterización del proceso y Diagrama de flujo. para facilitar la identificación de falencias en los mismos.

Se logra la simplificación de los procedimientos de trabajo, la calidad de los productos manejada bajo unos estándares definidos y comunicados a todos los que intervienen en la actividad de la empresa, la optimización de los recursos permite mantener los costes bajo control, se puede determinar con facilidad las acciones que contribuyan a la mejora continua. (Ariza,2020, p.11,84)

Como última referencia del año 2021, proyecto “Implementación de centros de distribución en las ciudades de Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote y Arequipa para mejorar el proceso de despacho de lubricantes de la empresa Corporación Primax S. A”. entregado a la universidad privada del norte elaborado por Cesar Alfredo Vega Sachun.

El cual tenía como objetivo la implementación de centros de distribución en las ciudades de Piura, Chiclayo, Trujillo, Chimbote y Arequipa para mejorar el proceso de despacho de lubricantes de la empresa Corporación Primax S.A. tomando como base que la empresa buscaba mejorar sus indicadores de gestión de cara al servicio que se estaba brindando a sus principales clientes del negocio de lubricantes.

Con esto la empresa logró mejorar sus tiempos de entrega hasta en 3 días, para los lugares más cercanos y 6 días para los más alejados, llegando a obtener un Otif hasta de un 99%.

Actualmente existen un número considerable de máquinas automáticas utilizadas para el doblado de tubos, algunas más automatizadas y avanzadas que otras, pero en fin utilizadas para la misma funcionalidad. Después de haber hecho numerosas indagaciones en busca de antecedentes sobre el tema de estudio, se lograron encontrar varios trabajos elaboradores, sirviendo estos como un punto de partida para nuestra investigación. A continuación, se presentan algunos:

“Diseño y construcción de una dobladora oleo-hidráulico de tubos circulares de hasta 50mm de diámetro exterior”. Esta implementación surge la necesidad de obtener una herramienta para la realización e instalación de cerco eléctricos y tubos de escape que a su vez

permitiera abaratar los costos de producción. El fin era obtener una herramienta de fácil manejo, que permitiera controlar el ángulo de doblado con un accionamiento de válvulas manual.

Se comprobó que no existiera deformación en el doblado, que el proceso no presentara ningún inconveniente además que la estructura soportara todos los elementos que componen la máquina. Trabajo de grado tecnólogo en mecánica industrial. Cueca ecuador: Universidad del Azuay. Faculta de ciencia y tecnología, 2016. 105p. (consultado 24 septiembre).

En la investigación realizada se ha encontrado varios artículos e investigaciones acerca de Lean Manufacturing en el sector manufacturero en Colombia. Según (Posada Arrieta, Herrera, & Martínez, 2010) La importancia de este proyecto radica en que se presentan los resultados de un benchmarking entre diferentes empresas del sector de la confección con lo cual se busca evaluar el grado de aplicación de Lean Manufacturing en sus respectivos procesos productivos. Este proyecto es la primera investigación que se ha realizado de Lean aplicado en el sector de confecciones en Colombia, por lo tanto, nos dará información básica acerca de las prácticas de esta filosofía en nuestro país. Adicionalmente, en la biblioteca digital de la universidad ICESI se encontró un proyecto realizado de Lean Manufacturing en Pymes en la ciudad de Cali, llamado “Herramientas para el diagnóstico de condiciones necesarias para implementar Lean Manufacturing en las Pymes de la ciudad de Cali”. Según (Hurtado & Viscaino, 2008). En el proyecto se desarrolla una herramienta de diagnóstico para definir si una Pymes en Cali, cuenta con las condiciones para implementar Lean Manufacturing. Este proyecto nos brinda la información requerida para realizar el diagnóstico y analizar las

condiciones mínimas necesarias para implementar Lean en una empresa Pymes como con lo es el caso de Maquilar S.A.

Después de este proyecto, se realizó en el 2009 el proyecto “Metodología de mejoramiento productivos para Pymes interesadas en implementar Lean Manufacturing’’ (Franco & Rojas, 2009). El fin de este proyecto es generar el desarrollo de metodologías de mejoramiento productivo y competitivo basándose en Lean Manufacturing. Actualmente las Pymes en Colombia no tienen procesos productivos bien estructurados, haciéndolas cada vez menos competitivas en el mercado, como lo es el caso de Maquilar S.A este proyecto nos brinda la información necesaria para poder llevar a un estado mejora dicha empresa, de esta forma poder realizar el diseño de la implementación Lean Manufacturing. Según (Concha Guailla, 2013. El estudio de mejoramiento de la productividad en la empresa INDUACERO CÍA. LTDA., con base en el desarrollo e implementación de la metodología 5s y VSM, herramientas del Lean Manufacturing, 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; este proyecto nos dará la hoja de ruta a seguir para la planificación e implementación de la herramienta VSM en Maquilar SA. Cada vez son más las oportunidades en las que los estudiantes de ingeniería industrial buscaN proponer mejoras a través de la filosofía Lean.

3.2. Marco Teórico

3.2.1. Lean Manufaturing

El Lean Manufacturing o Lean Producción es una metodología de gestión de trabajo enfocado en mejorar la comunicación y el trabajo en equipo para poder entregar a los clientes un producto o servicio de valor.

El principio central del Lean Manufacturing es la reducción y eliminación del desperdicio. Y cuando hablamos de desperdicio no solo nos referimos a materiales no utilizados, también incluye procesos, actividades y trabajadores que influyan en la correcta evolución del proyecto y por ende en improductividad.

Piensa que un cliente tiene un retraso con el tiempo de espera de tu producto, aquellos factores que hayan hecho que el proceso se haya retrasado, son los que se consideran como residuos o desperdicios. La eliminación de estos deberá optimizar los servicios, reducir los costes y mejorar la experiencia del cliente.

3.2.2. Beneficios de la producción ajustada en empresas (Lean Manufacturing)

Según un estudio realizado por Aberdeen Group, las empresas que implantan el Lean Manufacturing reducen entre un 20% y un 50% los costes de compra, de producción y de calidad. Para ello, se buscan conciliar los siguientes aspectos:

- Reducción de costos: La mejora de los procesos y la gestión de materiales ayudará a evitar una sobreproducción y por ende una reducción económica del presupuesto
- Eliminar el desperdicio: La eliminación desencadena en menos costes, plazos más cortos y optimización de recursos
- Mejorar la calidad: Con productos y servicios de calidad, la empresa se mantendrá en competencia y tendrá más acogida por parte de los clientes.
- Eficiencia: Se usan los recursos de forma adecuada para ser efectivos, eliminando todo lo que no aporta valor a la experiencia del cliente.

3.2.3. Diagrama de Pareto

El diagrama de Pareto es una comparación ordenada de factores relativos a un problema. Esta comparación ayuda a identificar y enfocar los pocos factores vitales diferenciándolos de los muchos factores útiles. Esta herramienta es especialmente valiosa en la asignación de prioridades a los problemas de calidad, en el diagnóstico de causas y en la solución de estas.

Por ejemplo, 80% del valor del inventario total se encuentra en sólo 20% de los artículos en el inventario; en 20% de los trabajos ocurren 80% de los accidentes, o 20% de los trabajos representan cerca de 80% de los costos de compensación para trabajadores, su interpretación se lleva de la siguiente manera: "Existen (número de categorías) contribuyentes relacionados con (efecto). Pero estos (número de pocos vitales) corresponden al (número) % del total (efecto). Debemos procurar estas categorías poco vitales, ya que representan la mayor ganancia potencial para nuestros esfuerzos." (Walter, 2009, p.4).

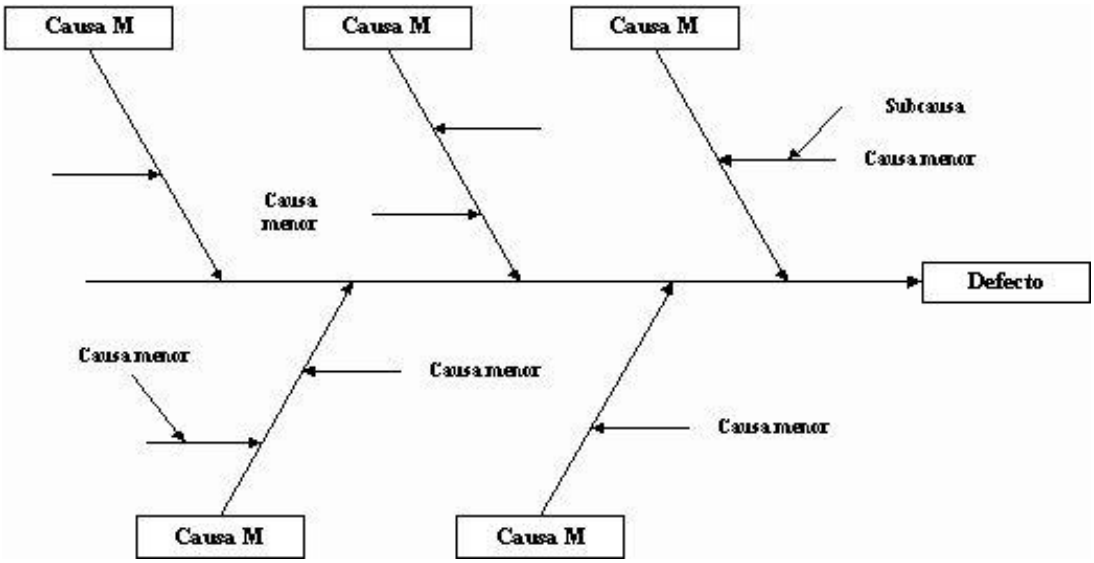
El objetivo principal de la aplicación del diagrama de Pareto fue poder identificar cuál de los productos que actualmente maneja la empresa Caliruedas S.A.S, genera más ingresos a la compañía, lo cual permitió realizar un análisis del proceso y poder enfocar en una referencia logrando así optimizar el esfuerzo y tiempo al centrarse en aspectos cuya mejora tendrá un impacto directo, también proporcionar una visión sencilla y completa de los problemas.

3.2.4. Diagrama de Causa y efecto

El diagrama de Ishikawa conocido también como causa-efecto, es una forma de organizar y representar las diferentes teorías propuestas sobre las causas de un problema. Permite, lograr un conocimiento común de un problema complejo, sin ser nunca sustitutivo de los datos. (Walter, 2009, p.5)

Figura 1.

Diagrama de Ishikawa o causa y efecto



Fuente: Sebastián Walter Stachu (Walter, 2009, p.6)

El Diagrama muestra la relación sistemática entre un resultado fijo y sus causas. Esta herramienta es útil en la identificación de las posibles causas de un problema, y representa las relaciones entre algunos efectos y sus causas. Es una labor educativa que favorece el intercambio de técnicas y experiencia, ayuda a determinar el tipo de datos a obtener con el fin de confirmar si los factores seleccionados fueron realmente las causas del problema. (Zapata, 1999, p.32)

La metodología Diagrama Causa y efecto fue aplicada en este proyecto con el fin de analizar los problemas que actualmente afectan a la empresa, es de vital importancia, ya que

permite tener un enfoque en todas las posibles causas desde el inicio del proceso hasta su final. Ishikawa en su libro introducción al control de la calidad (1994) nos dice que, para identificar y organizar las posibles causas de un problema, normalmente se utiliza:

- Mano de obra
- Maquinaria
- Método
- Ambiente
- Medición
- Material

Como temas generales para poder identificar el problema. Cita gurú del CC, Kaoru Ishikawa. (Vera, 2020, p.40 - Ishikawa 1994, p.1-2).

3.2.5. Diagrama de flujo de los procesos

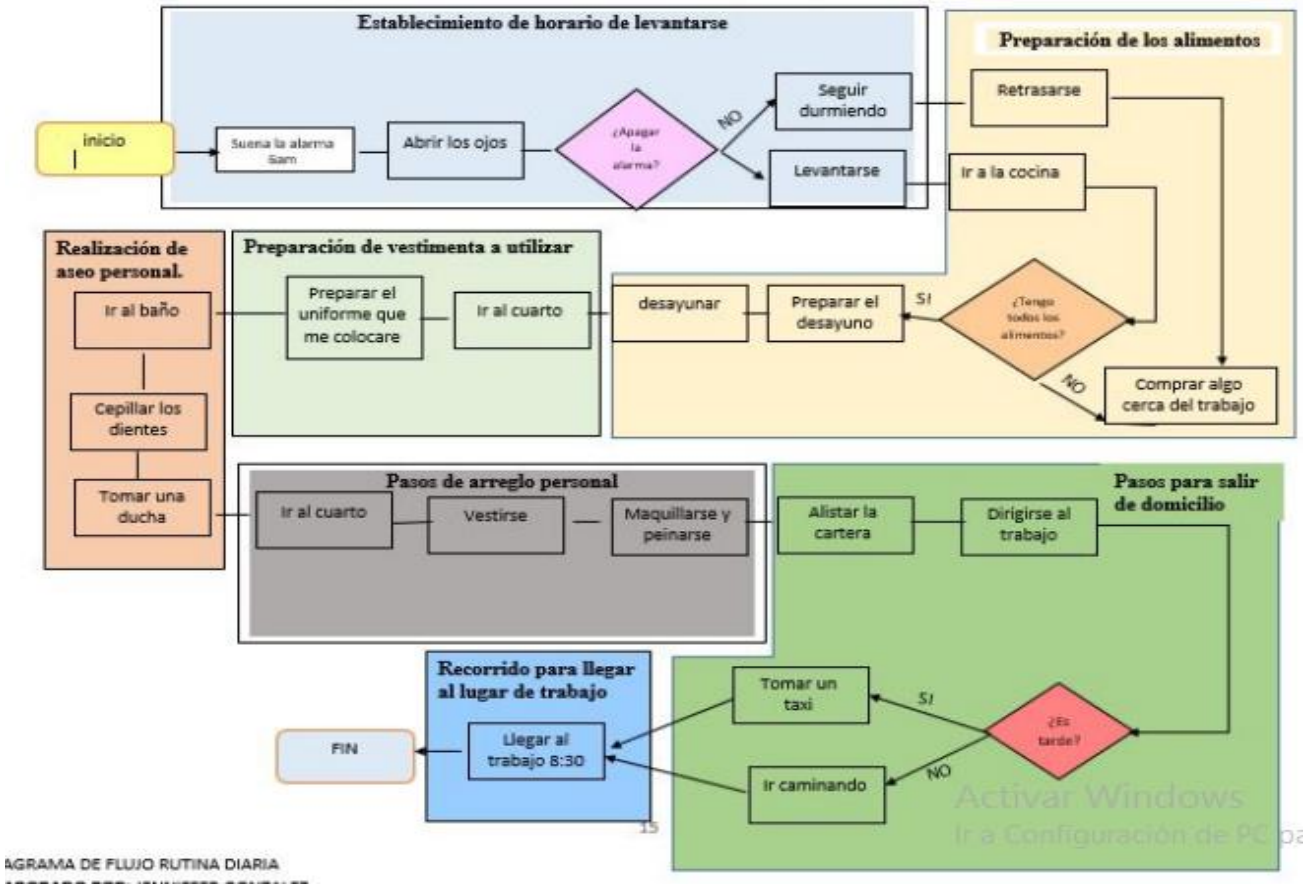
Para visualizar fácilmente los flujos de los procesos se recurre a los diagramas de flujo o flujogramas, en los que, mediante flechas que conectan unas actividades con otras, se representa la secuencia de las actividades del proceso.

Un diagrama de flujo es la representación lógica y ordenada de las tareas o actividades que se van a realizar dentro de la organización, las mismas que van relacionadas entre sí y orientadas a un fin común haciendo más eficiente el flujo de las relaciones de trabajo. El

flujograma debe ser elaborado para todos los procesos y a todos los niveles de jerarquía del proceso. (Fernández & Fernández, 2015).

Figura 2.

Diagrama de procesos.



Fuente: González Espinosa Jennifer Xiomara Ingeniera en Marketing (Machala, 2019. pg.22)

Actualmente, en las empresas se están implementando este tipo de idea, siendo de mucha importancia para ellos. Los diagramas de flujo tienen una ventaja que es la de indicar

la secuencia de dicho proceso. Como su nombre lo indica representa el flujo de la información de un procedimiento para permitirse identificar el problema y encontrarle solución (Valle, 2016, p.10)

Las ventajas de un diagrama de flujo dentro de una compañía son ayudar a los trabajadores internos a entender sus roles y sus actividades para así poderlas desarrollar de la mejor manera. Al estar el proceso detallado dentro de un diagrama de flujo ayuda a implementar mejoras para su realización.

Permite que cada persona se integre dentro de su proceso por lo que conlleva que se mejore la comunicación entre departamentos, sabiendo quien está a cargo de cada papel que se va a desempeñar" (Márquez, Valarezo, Saltos & Palacios, 2017, págs. 24-34).

La utilización de un diagrama de flujo en el proyecto permite llevar un control paso a paso de ciertas actividades que logre la correcta realización operativa de la misma. También ayuda a verificar actividades innecesarias de los departamentos y así equilibrar entre el personal las labores encomendadas.

Con el uso de los diagramas de flujo se busca mejorar los procedimientos del proceso y de su funcionamiento que maneja actualmente la empresa Caliruedas S.A.S, ya que con su empleo se llega a entender de forma correcta las diferentes fases que posee, lo cual permite comprenderlo y estudiarlo para así aplicar las mejoras necesarias. (Quintana & Hernández, 2019, p.12).

3.2.6. Estudio de tiempos

El estudio de tiempos es el procedimiento utilizado para medir el tiempo requerido por un trabajador calificado quien trabajando a un nivel normal de desempeño realiza una tarea conforme a un método especificado. En la práctica, el estudio de tiempos incluye, por lo general, el estudio de métodos. Además, sostiene que los expertos tienen que observar los métodos mientras realizan el estudio de tiempos buscando oportunidades de mejoramiento.

Según Hudson (2001), se trata de medir con cronómetro el tiempo empleado en la operación que un trabajador ejecuta durante un cierto número de repeticiones consecutivas ajustado por la calificación o ritmo de trabajo. (Palacios, 2016)

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. (Salazar López, 2019).

Tabla 1.

Toma de tiempo

	1	2	3	4	5	6	7	8
	Toma de tiempo con cronómetro							
Toma tornillo y tuerca	2.2	2.1	1.9	3.7	2.4	2.8	2.4	2.89
Roscar tornillo c/tuerca	3.6	4.9	4	3.7	4.9	4.6	4.4	4.48
	Toma de tiempo con Fancy Movie Editor							
Toma tornillo y tuerca	2.5	2.4	2.6	4.1	3.4	3.8	2.5	3.23
Roscar tornillo c/tuerca	3.5	4.5	3.5	3.1	3.9	3.5	4.1	4.27
	Toma de tiempos con MOST							
Toma tornillo y tuerca	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.24
Roscar tornillo c/tuerca	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6	3.6

Fuente: Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos

Tabla 2.

Formula

NORMBE	FORMULA
RANGO	Xmax – Xmin
PROMEDIO	$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$
COCIENTE PARA LA TABLA DE MUESTRA	$\frac{R}{\bar{X}}$

Fuente: los autores

Tabla 3.

Tiempos registrados

Cronómetro	Fancy Movies	MOST	Actividad	Tiempo	Tiempo	Tiempo
2.17	2.54	3.24	35	15	25.25	27.36
2.14	2.36	3.24	36	16	15.21	27.36
1.9	2.57	3.24	37	2	2.25	2.52
3.69	4.14	3.24	38	2	2.25	2.52
2.4	3.44	3.24	39	2	2.04	2.52
2.81	3.81	3.24	40	1	1.3	2.52
2.38	2.48	3.24	41	2	1.83	2.52
2.89	3.23	3.24	42	1	1.9	2.52
3.56	3.52	3.6	43	2	1.43	2.52
4.91	4.47	3.6	44	1	1.4	2.52
3.98	3.52	3.6	45	1	1.5	2.52
3.72	3.06	3.6	46	3	1.53	2.52
4.92	3.89	3.6	47	3	3.86	1.085
4.59	3.52	3.6	48	2	4.53	1.085
4.44	4.14	3.6	49	2	5.36	1.085
4.48	4.27	3.6	50	2	3.8	1.085
2	2.86	0.72	51	2	4.62	1.085
3	0.97	0.72	52	3	5.3	1.085
2	0.77	0.72	53	2	4.52	1.085
2	0.77	0.72	54	3	4.58	1.085
4.3	0.97	0.72	55	6	3.87	1.085
4.3	1.17	0.72	56	3	4.27	1.085
3	1.6	0.72	57	4	4.13	1.085
3	1.14	0.72	58	4	5.37	1.085
2	1.23	0.72	59	5	2.33	1.085
4	1.3	0.72	60	4	5.3	1.085
12	26.75	27.36	61	6	4.43	1.085
19	26.6	27.36	62	4	4.57	1.085

Fuente: Técnicas utilizadas para el estudio de tiempos: Análisis Comparativo

Para llevar a cabo el estudio de tiempos, los expertos disponen de un conjunto de técnicas tales como (1) registros tomados en el pasado para crear la tarea, (2) estimaciones de tiempo realizadas, (3) los tiempos predeterminados, (4) análisis de película (5) el estudio de tiempos con cronómetro que es la técnica utilizada con mayor frecuencia. (Niebel, 1990, p.11).

El estudio de tiempos con cronómetro es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, partiendo de un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecida. Un estudio de tiempos con cronómetro se lleva a cabo cuando:

a) Se va a ejecutar una nueva operación, actividad o tarea. b) Se presentan quejas de los trabajadores o de sus representantes sobre el tiempo de una operación. c) Se encuentran demoras causadas por una operación lenta, que ocasiona retrasos en las demás operaciones. d) Se pretende fijar los tiempos estándar de un sistema de incentivos. e) Se encuentran bajos rendimientos o excesivos tiempos muertos de alguna máquina o grupo de máquinas.

A este proyecto se le realizó una toma de tiempos por cada una de las secciones que hacen parte de la fabricación de una carreta grande: Corte, Pre-alistamiento, ensamble y pintura. Cada una de las secciones mencionadas está complementada por unos subprocesos los cuales detallan más a fondo los procesos realizados. A cada proceso y subproceso se le asignaron una cantidad de muestras para tener una precisión más confiable al momento de analizar los datos y que nos sirva para tener una información más específica para tomar acciones de mejora.

Los resultados que se obtienen al realizar esta toma de tiempos son importantes para lograr determinar los tiempos por cada operación y poder llegar a determinar de forma separada cuales son los tiempos de operación y los desplazamientos realizados.

El tamaño de la muestra o cálculo de número de observaciones es un proceso vital en la etapa de cronometraje, dado que de este depende en gran medida el nivel de confianza del estudio de tiempos. Este proceso tiene como objetivo determinar el valor del promedio representativo para cada elemento. (Palacios, 2019)

3.2.7. Tiempo estándar

El tiempo estándar para una operación dada es el tiempo requerido para que un operario de tipo medio, plenamente calificado, adiestrado y trabajando a un ritmo normal lleve a cabo la operación. Es una herramienta que ayuda a establecer estándares de producción precisos y justos, además de indicar lo que puede producirse en un día normal de trabajo, ayuda a mejorar los estándares de calidad. Para hallar el tiempo estándar se debe tener en cuenta el tiempo promedio de las observaciones preliminares o el tiempo básico y el tiempo de los suplementos que son los tiempos perdidos o tiempos que utilizan para realizar otro tipo de acciones y actividades que no están incluidas directamente con el proceso productivo, tales como:

- Persónales. Tiempo para necesidades ir al baño, comida etc.
- Por fatiga. Tiempos para descansar por desgaste físico.
- Retrasos involuntarios. Falta de herramientas, filo de piezas, cortes de energía, entre otras. (Baca Urbina, 2015).

3.2.8. Value stream mapping

Es una herramienta que sirve para ver y entender un proceso e identificar sus desperdicios, permitiendo detectar fuentes de ventaja competitiva, ayuda a establecer un lenguaje común entre todos los usuarios del mismo y comunica ideas de mejora enfocado al uso de un plan priorizando los esfuerzos de mejoramiento.

Un flujo de valor muestra la secuencia y el movimiento de lo que el cliente valora, incluye los materiales, información y procesos que contribuyen a obtener lo que el cliente le interesa le interesa y compra. Es la técnica de dibujar un mapa o diagrama de flujo, mostrando como los materiales e información fluyen. (Rafael c. Cabrera calva, pág. 4 a pago 38)

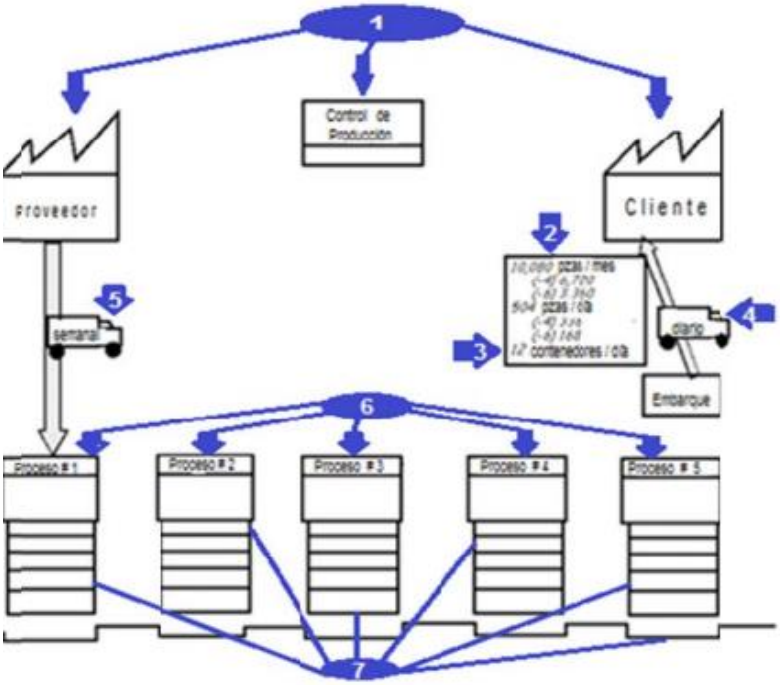
Figura 3.

Tipo de actividades en base al criterio del cliente

Fuente: Rafael c. Cabrera calva, pag5

Figura 4.

Diagrama Value Steam Mapping



Fuente: Fuente: Rafael c. Cabrera calva, pag12

3.2.9. Maquina dobladora de tubos

El doblado de tubos es un proceso que requiere experiencia, precisión y calidad, puesto que un cálculo erróneo o exceso de fuerza puede arruinar el material tanto mecánicamente como en estética. Las maquinas dobladoras de tubos, a diferencia de las dobladoras manuales, son un buen aliado para una empresa que realiza estos procesos, debido a que ofrecen un

rendimiento mayor en la producción, mejor calidad de las piezas dobladas, mayor precisión y mejores acabados.

Los procesos automatizados cobran especial importancia en actividades industriales que demandan altos estándares de precisión. A fin de minimizar errores en el procesamiento y elaboración de piezas con características específicas. La automatización de estos procesos brinda oportunidad a las industrias de abaratar costos y reducir la cantidad de material desperdiciado por errores humanos, mejorando así la producción. (Contla Valenzuela Jonathan Propuesta de puesta en marcha del sistema hidráulico de una maquina dobladora Pg. 1 2016)

3.2.10. Método de las 5'S

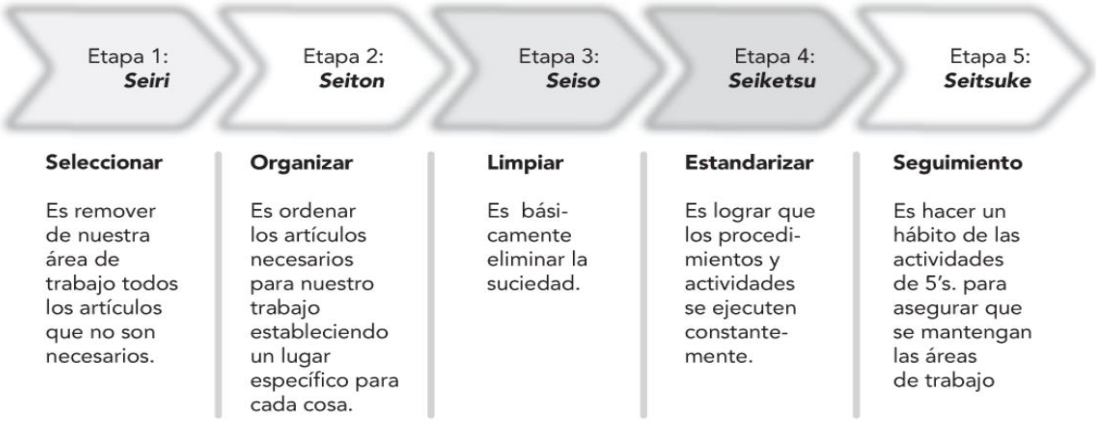
Las herramientas Lean constituyen un gran avance para la implementación de las mejoras en los procesos que generan valor en una empresa. Sin embargo, uno de los elementos de gran importancia para esto tiene que ver con la cultura y los hábitos desarrollados a lo largo del tiempo. Por ello, al hablar aquí de orden y limpieza, consideramos no solo la aplicación de una herramienta básica sino el desarrollo de buenos hábitos de orden y limpieza que establezcan bases más consistentes y apreciables para la educación y aplicación de muchas de las herramientas que se verán más adelante. El método de las 5 S fue desarrollado por Hiroyuki Hirano y representa una de las piedras que enmarcan el inicio de cualquier herramienta o sistema de mejora. (en japonés) de la metodología empieza con la letra «s». (Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019) page=131).

Definición

Las 5 S constituyen una disciplina para lograr mejoras en la productividad del lugar de trabajo mediante la estandarización de hábitos de orden y limpieza. Esto se logra implementando cambios en los procesos en cinco etapas, cada una de las cuales servirá de fundamento a la siguiente, para así mantener sus beneficios a largo plazo. Se dice que si en una empresa no ha funcionado la implementación de las 5 S cualquier otro sistema de mejora de los procesos está destinado a fracasar. Esto se debe a que no se requiere tecnología ni conocimientos especiales para implementarlas, solo disciplina y autocontrol por parte de cada uno de los miembros de la organización. Este autocontrol organizacional adquirido en estas cinco etapas será el cimiento de sistemas más complejos, de mayor tecnología e inversión. Un programa de 5 S se construye mediante el desarrollo de las siguientes etapas:

Figura 5.

Método de las 5´S.



Fuente: Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019) page=132.

¿Para qué se implementan las 5 S?

Un programa de 5 S ayuda a mejorar la limpieza, la organización y el uso de nuestras áreas de trabajo. Con esto conseguimos:

- Aprovechar mejor nuestros recursos, en especial nuestro tiempo.
- Hacer visibles y evidentes anomalías y problemas.
- Gozar de un ambiente de trabajo más seguro y agradable.
- Incrementar nuestra capacidad de producir más artículos de mejor calidad.
- Tener un lugar presentable ante nuestros clientes.

¿Cuándo se utilizan las 5 S?

Cuando se necesita reducir los tiempos de ciclo aprovechando al máximo el tiempo disponible para producir y reduciendo el tiempo para cambiar herramientas. También resultan útiles cuando se desea implementar nuevos sistemas en la administración de la cadena de valor (como ISO 9000, control estadístico de procesos, Six Sigma o, como ya habrá deducido, Lean Manufacturing), ya que todos estos dependen en gran medida de la calidad (disciplina) de las personas que participan en ellos. Esta herramienta es muy poderosa y se puede aplicar en áreas corno:

- Almacenes.
- Áreas de producción.
- Áreas de uso común.

- Oficinas.
- Talleres.
- Vehículos.
- Portafolios.
- En el propio hogar.

¿Cuánto tiempo se tarda en implementar las 5 S?

La implementación inicial, con las tres primeras etapas a un nivel aceptable, tarda de uno a seis meses. Hay que tener en cuenta que la cuarta y quinta etapas consisten en la estandarización y el seguimiento, por lo que este proceso tiene un inicio, pero nunca un final.

Cuando hablamos de tiempo de implementación, es recomendable seguir esta secuencia:

- Etapa 0. Planificación y preparación: 1 mes.
- Etapa 1. Selección: 1 mes, «el mes de la selección» para todos.
- Etapa 2. Orden: 1 mes.
- Etapa 3. Limpieza: 1 mes.
- Etapa 4. Estandarizar: 1 mes.
- Etapa5. Seguimiento: no se acaba nunca.

Fuente: (Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019 page=133,. page=134.)

3.2.11. Indicador OTIF

El indicador de gestión logística OTIF, como sus siglas lo indican significa On Time - In Full, entregado a tiempo y completo. Este concepto, está enfocado en lo que menciona la empresa Quick, es una plataforma digital logística acerca de lo que significa el OTIF y porque es tan importante en el proceso de la cadena de suministro. Según Quick, el OTIF es:

OTIF significa “on-time” (pedidos a tiempo) e “in-full” (pedidos completos). Es un concepto que exige que se cumplan ambas cosas al mismo tiempo ¡CUIDADO! no por separado. “El OTIF es un indicador de desempeño de la industria logística que refleja el porcentaje de despachos que llegan a tiempo (On Time), con el producto y cantidad solicitados, y al lugar indicado por el cliente (In Full).” (Tomado de: Negocios Globales – Los despachos y entregas OTIF (On Time, In Full)).

Vale la pena resaltar que, al trabajar bajo este tipo de indicadores, se puede segmentar el origen del problema. La empresa es capaz de identificar si su debilidad radica en la entrega o en la producción/preparación de pedidos, y así, actuar de forma más objetiva, rápida y eficiente.

Si se analiza a detalle, el OTIF te da la posibilidad de tener un panorama más amplio de lo que es la satisfacción del cliente, es decir, si la empresa ha cumplido a cabalidad con las exigencias del mismo. Tanto On Time como In Full, deberán cumplirse en su totalidad, pero en caso de presentar algún problema con el producto o retraso en su entrega, el cliente asumirá una postura de insatisfacción y al mismo tiempo, se elevará el número de solicitudes en botones

como “sugerencias”. Por esta razón, el OTIF reúne estos dos tipos de evaluación, concluyendo, en la mejora continua de procesos.

¿Cómo se calcula el OTIF?

Para ello, es necesario tener en cuenta que:

El indicador OTIF está basado en el cumplimiento de los pedidos, más no en el volumen de los mismos. Si se desea hacer algún tipo de seguimiento, se deberá realizar una evaluación por cada producto a despachar, es decir, On Time x In Full. Bajo este lineamiento, el cálculo puede resultar fácil.

Supongamos que una empresa hizo 1.000 entregas en el mes, de las cuales 900 fueron entregadas a tiempo y 800 estuvieron dentro de las especificaciones del cliente:

- On Time (en %): número de entregas realizadas a tiempo / número total de entregas (por ejemplo: 0,9 o 90%)
- In Full (en %): número de entregas que estaban dentro de las especificaciones / número total de entregas (por ejemplo: 0,8 o 80%).
- OTIF (en %): On Time x In Full (en el ejemplo: 0,9 x 0,8= 0,72, o sea, 72%).

Para que el OTIF alcance su 100% de efectividad, es necesario cumplir de principio a fin con las especificaciones del cliente. Se calcula, que este indicador debe estar por encima del 90% para las compañías.

¿Cuáles son los beneficios o ventajas del OTIF?

Sin lugar a duda, el poder evaluar constantemente cada proceso por separado, es uno de los mayores pilares del OTIF, sin embargo, no termina ahí:

- Reducción de gastos operacionales.
- Mayor control de calidad.
- Mejor control del inventario.
- Óptima utilización del almacén.
- Mejora el rendimiento de la entrega.
- Aumenta, exponencialmente, la satisfacción del cliente.

3.2.12. Distribución en planta

Es un método sistemático que se emplea en la configuración de plantas industriales, también, se le conoce como planeación sistemática de distribuciones (SLP). El objetivo es el de conectar de manera eficiente las áreas en un proceso productivo, reduciendo los tiempos de distribución entre los departamentos para aumentar de manera considerable la productividad. (Alcedo, L. H. (2021). Distribución de Planta Richard Muther).

3.2.13. Diagrama PERT o de red

El Program Evaluation and Review Technique (PERT) es una técnica para la evaluación y control de actividades llevadas a cabo en un proyecto o proceso productivo, está orientado a

la evaluación del progreso de un proyecto hacia el cumplimiento de objetivos. Este se concentra en detección de problemas reales o potenciales del proyecto proporcionando informes precisos del estado de este. (Perissé, M. C. (2021). Manual del PERT: una metodología simplificada.)

3.3. Marco Conceptual

A continuación, proceso se entiende como una serie de acciones orientadas a la transformación física, química y mecánica de materias primas naturales o sintéticas empleando tecnologías, esto con el fin de producir artículos que satisfagan necesidades de un público e industria.

3.3.1. Productividad:

Henry Ford (1938), manifiesta que proceso productivo en serie es el método para fabricar en grandes cantidades un producto estandarizado, sin embargo, no es simplemente producir a gran escala, también es la aplicación de potencia, precisión, economía, continuidad y velocidad en la fabricación. (Quiroz, 2010, p.78-79)

Felsinger y Runza (2002) citando a Marx (1980), define la productividad del trabajo como un incremento de la producción a partir del desarrollo de la capacidad productiva sin variar el uso de la fuerza, en tanto que la intensidad del trabajo es un aumento de la producción a partir de incrementar el tiempo efectivo de su labor, (disminuyendo los tiempos ociosos y/o aumentando la jornada laboral). P.5

3.3.2. Eficiencia

Taiichi Ohno (1954) define eficiencia como método que ayude a eliminar todos los desperdicios y operaciones que no agreguen valor a un producto o proceso, esto hace que las operaciones se realicen en el menor tiempo posible garantizando un alto nivel de calidad. (Colon, 2012, p.3)

Según Chiavenato, eficiencia “significa utilización correcta de los recursos (medios de producción) disponibles. Puede definirse mediante la ecuación E=P/R, donde P son los productos resultantes y R los recursos utilizados". (Chiavenato, 2004, p.52)

3.3.3. Producción:

El proceso productivo es el conjunto de todas las actividades que se precisan para transformar un conjunto de entradas (recursos humanos, materiales brutos, energía, etc.) en salidas más valiosas tales como productos acabados y/o servicios. La emisión de un pasaporte, el tratamiento de un paciente en un hospital, la fabricación de un dispositivo, o la reparación de un automóvil son ejemplos representativos del proceso productivo." (Companys Pascual, Ramón; Corominas Subias, Albert, 1998, p. 19)

3.3.4. Diagrama del proceso:

Representación gráfica de todas las operaciones de un proceso de manufactura. (Palacios acero)

3.3.5. Estudio de movimientos:

Analizar y estudiar los movimientos de la operación para eliminar los innecesarios.

- **Kaizen:** sistema de actividades de mejora continua. (Palacios acero)
- **Muestra**: observación de un operador por una vez. (Palacios acero)
- **Muestreo**: estudio estadístico de las características de una población representativa para establecer estándares y mejorar los métodos. (Palacios acero)

CAPITULO IV: MÉTODO

4.1. Tipo de investigación

La investigación que se desarrollará es un estudio de ingeniería de carácter descriptivo, que permite dimensionar con precisión características y posibles mejoras en el proceso de fabricación de carretas en la planta de producción.

4.2. Enfoque de la investigación

El enfoque que se aplica en la investigación es mixto, es decir tanto cuantitativo y cualitativo, partiendo de los datos (cifras, estadísticas, indicadores, tiempos) que tiene la empresa Caliruedas S.A.S, los cuales se obtienen a través de visitas a la planta que está ubicada en el centro de la ciudad de Cali, para después de obtener los datos necesarios, iniciar con la metodología del Lean Manufacturing que será la que conlleva a una propuesta de mejoras en el proceso de fabricación.

4.2.1. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En este punto se recolecta toda la información necesaria para el análisis de la planta de Caliruedas S.A.S en todo lo relacionado con indicadores, distribución del proceso, productos que se fabrican, tiempos en cada actividad, causas y problemas en la entrega de productos.

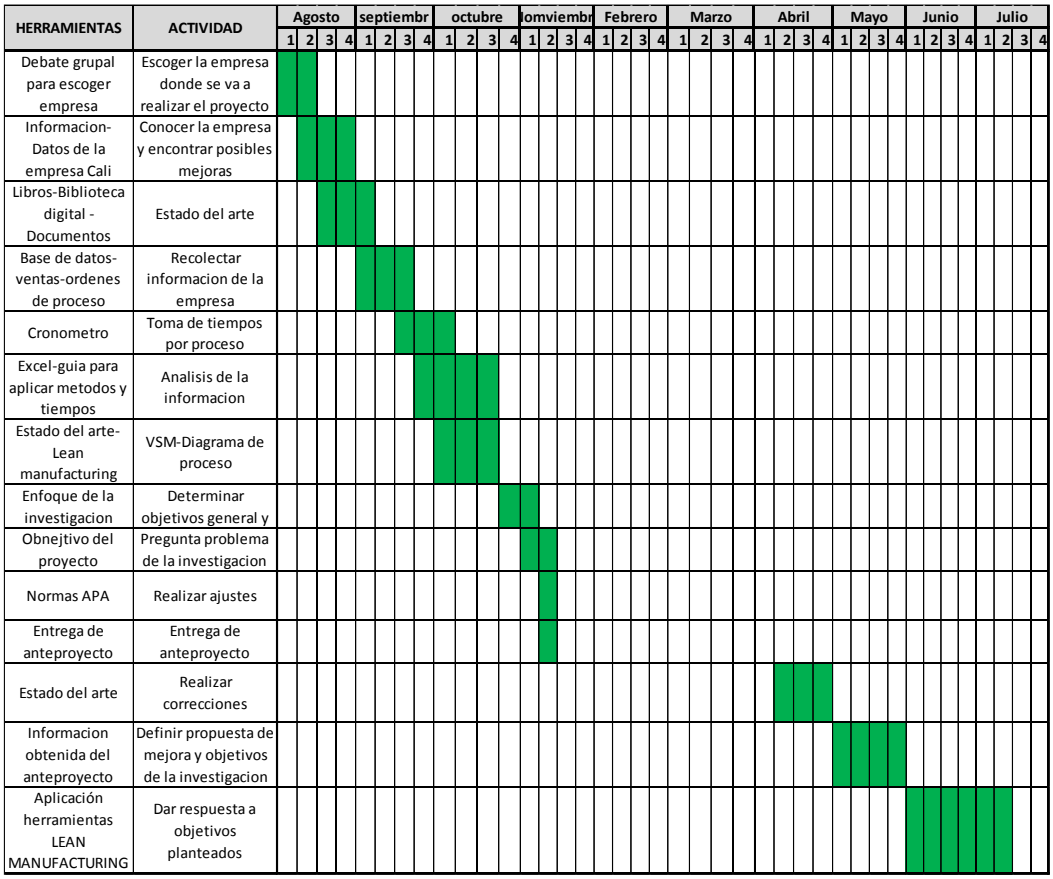
Por otra parte, los datos secundarios se recolectan de diferentes investigaciones como tesis y/o libros de las diferentes bibliotecas (estado del arte).

- Diagrama de flujo.
- Diagrama de proceso.
- Value Stream Mapping.
- Diagrama de causa y efecto.
- Diagrama de Pareto.

4.2.2. Cronograma de actividades

Figura 6.

Cronograma de actividades



Fuente. Los autores

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. Diagnóstico del estado actual del sistema productivo de la empresa Caliruedas S.A.S

5.1.1. Descripción del proceso de planeación y programación de la producción actual

La empresa actualmente trabaja sobre pedido, los clientes montan sus requisiciones de manera mensual. El proceso inicia con el ingreso de la orden de compra al sistema SIIGO, diariamente se validan las OC que han ingresado y se van tratando en orden de llegada. Se procede a revisar el requerimiento de materias primas necesarias para la elaboración del producto, posterior a eso, se realiza la solicitud al proveedor de los materiales debido a que actualmente no se cuenta con un stock de materias primas. De acuerdo con la solicitud de los clientes así mismo se realiza la compra de materiales.

Una vez se cuente con toda la disponibilidad de materias primas se da inicio al proceso de producción, cabe mencionar que el sistema SIIGO se utiliza únicamente para tratar el proceso de facturación, cotizaciones, remisiones. Actualmente la empresa no cuenta con un ERP que integre toda la información de la empresa, Por ende, todos los procesos e información se manejan de forma manual.

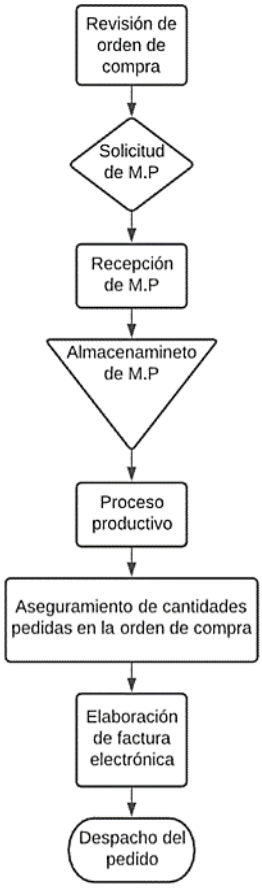
La empresa cuenta con una persona en el área administrativa encargada de:

- Recepción de pedidos, ya sea por medio telefónico o correo electrónico.
- Solicitud de Compra de materiales con proveedores.

- Negociaciones con clientes y proveedores.
- Pasar requerimiento a producción.
- Facturación electrónica o manual.
- Contabilidad de la empresa.

Figura 7.

Diagrama de flujo (Planeación de la producción)



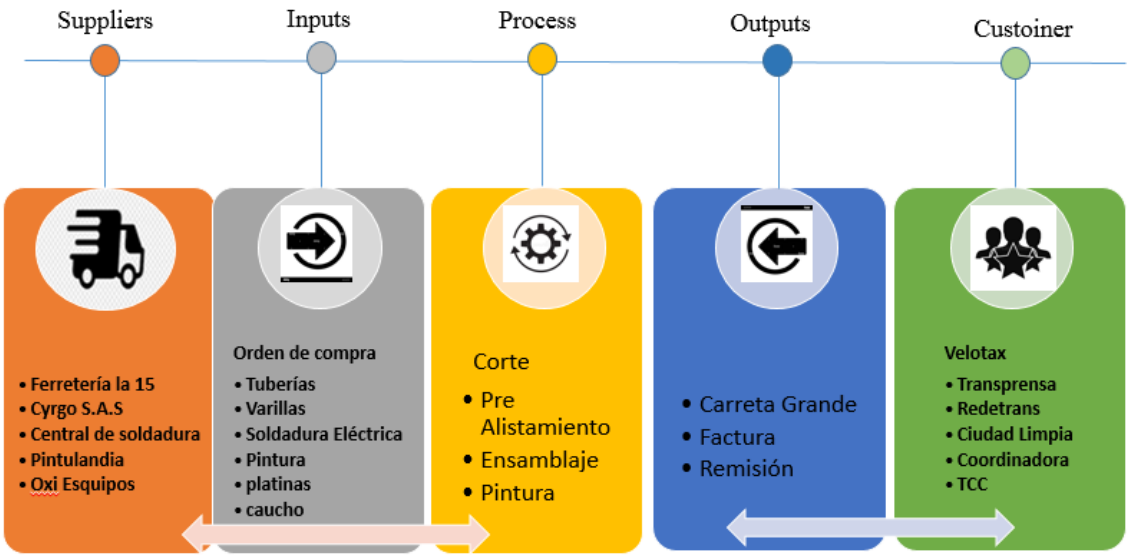
Fuente. Los autores

5.1.2. Diagrama Sipoc (Proveedores, entradas, proceso, salidas, cliente)

El diagrama SIPOC, es la herramienta que utilizamos para caracterizar el proceso, a partir de la identificación de elementos claves en los dominios de: Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas y Clientes, nos proporciona el enfoque en los insumos y variables que puedan afectar el resultado del proceso.

Figura 8.

Sipoc diagrams



Fuente. Los autores

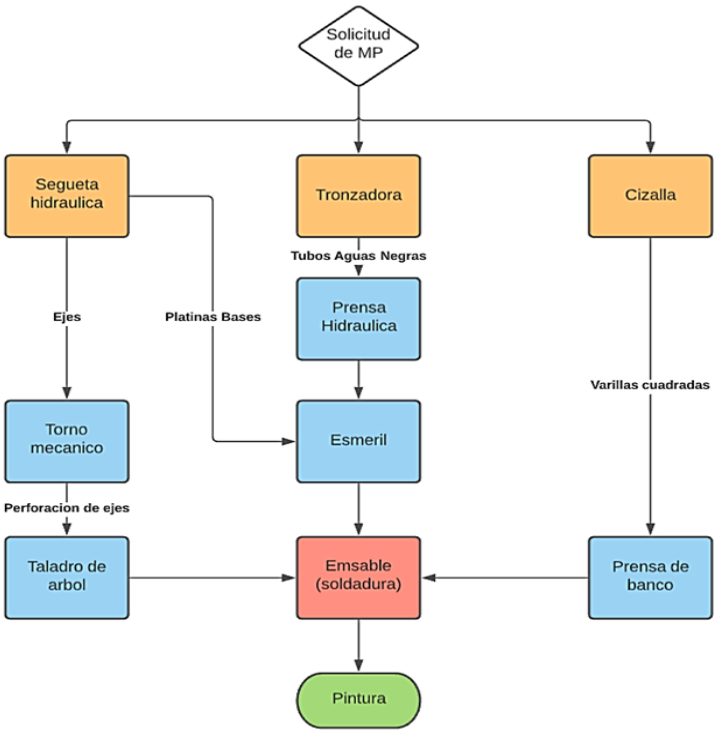
5.1.3. Proceso de solicitud de MP

En este diagrama se puede detallar cada proceso dividido por las máquinas que hacen parte de la fabricación de carretas, los rectángulos que están de color naranja hacen referencia

al proceso de corte que es la segueta hidráulica, tronzadora y las distintas cizallas para corte de varillas. Por otro lado, los rectángulos de color azul indican el proceso de pre-alistamiento de la materia prima anteriormente cortada, está compuesto por la prensa hidráulica, esmeril, torno mecánico, taladro de árbol y prensas de banco. Por último, el rectángulo de color rosado evidencia el proceso de ensamblaje y en el verde menciona la pintura.

Figura 9.

Proceso de solicitud MP



Fuente. Los autores

5.1.4. Análisis de flujo de procesos

En el siguiente diagrama se muestra cada una de las actividades que se realizan al momento de la fabricación de una carreta, detalla cada movimiento, transporte, almacenamiento y espera que se presentan durante la operación.

Tabla 4

Análisis de flujo de proceso

CORTE	○	▭	⇨	D	▽	
Desplazamiento por MP			●			
Corte en Tronzadora Tubos de Aguas negras	●					
Corte en segueta hidraulica platinas y varillas redoda lisas	●					
Corte en cizalla Platina	●					
Corte en cizalla varilla cuadrada	●					
Desplazamiento de la empresa hasta el taller del proveedor quien realiza las curvas del tubo Aguas Negras			●			
Retorno a planta de Producción			●			
Transporte a pre alistamientos			●			
PRE ALISTAMIENTO						
Desplazamiento para pulir tubos de Aguas Negras en Esmeril			●			
Aplastamiento de extremos de tubos de aguas negras en prensa hidraulica	●					
Desplazamiento Esmeril			●			
Desbastamientos de filos en esmeril	●					
Mecanizado de ejes	●					
Pliegues de varillas cuadradas en matriz	●					
Desplazamiento zona de almacenaje			●			
Almacenamiento					●	
Desplazamiento por MP			●			
Desplazamiento Segueta Hidraulica			●			
ENSAMBLAJE						
Desplazamiento por matriz para ensamblar base de carreta			●			
Soldadura de base	●					
Almacenar base de carreta a un lado del banco de soldadura	●					
Desplazamiento por matriz para ensamblar cuerpo de carreta			●			
Soladadura de cuerpo	●					
El cuerpo de la carreta se deja a un lado del banco de soldadura						●
Ensamblaje de carreta	●					
Desplazamiento hacia zona de pintura			●			
PINTURA						
Preparacion de pintura	●					
Filtrado de pintura	●					
Acado de carreta	●					
Espera para Secado de la pintura						●
Desplazamiento a zona de producto terminado			●			

Fuente. Los autores

5.1.5. Análisis relacional del proceso a partir del diagrama causa efecto

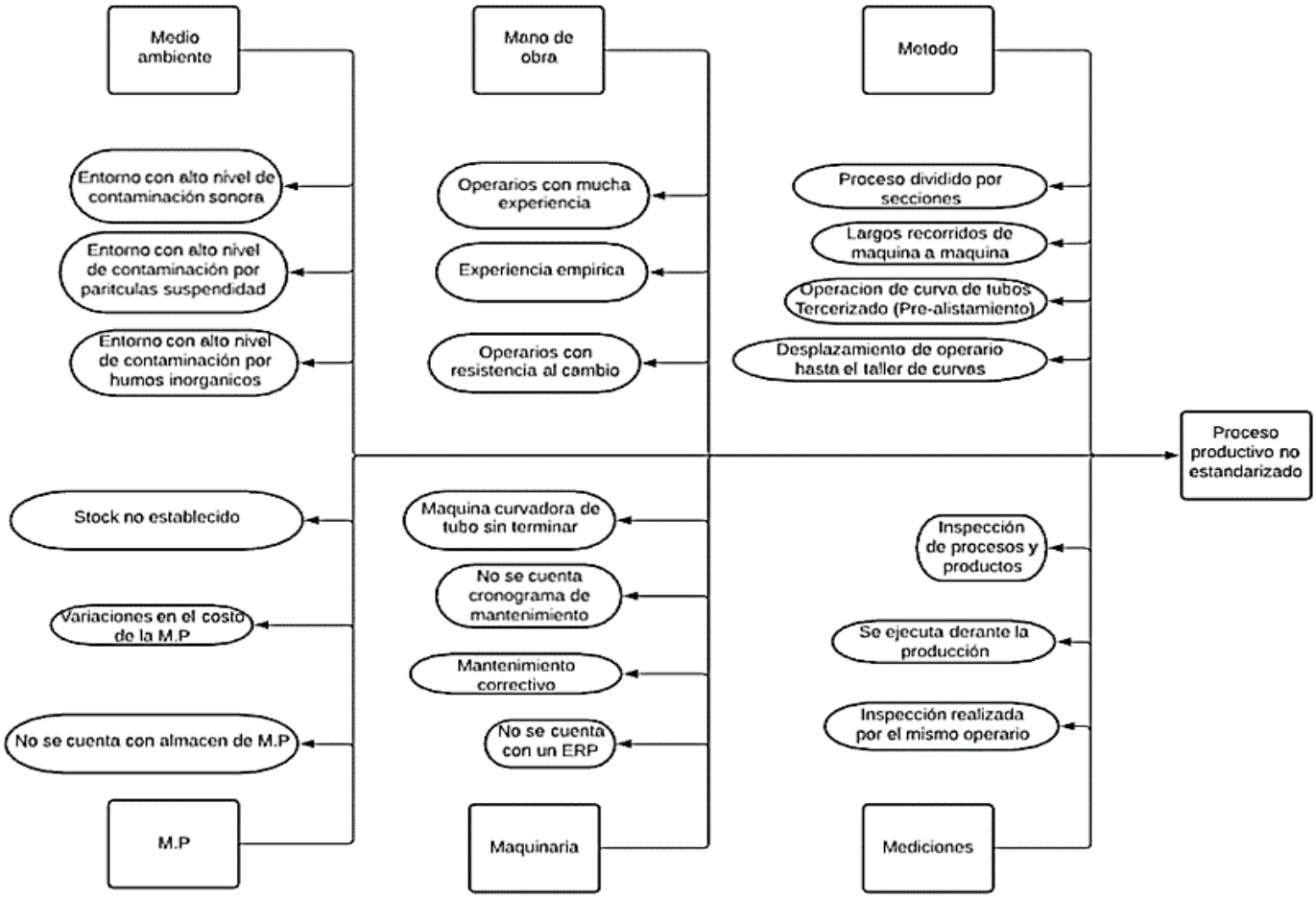
En Caliruedas S.A.S se identifica como problemática central la falta de estandarización de los procesos productivos, esto da como resultado que la empresa no cuenta con una forma de trabajo establecida para la fabricación de sus productos, se lograron identificar oportunidades de mejora dentro de la operación, lo cual implementando una metodología de trabajo bien estructura y estandarizada se conseguirán grandes resultados. Entre los hallazgos encontrados están la relación de las máquinas, no es la adecuada y exige que los trabajadores realicen largos recorridos de un lugar a otro dentro de la empresa. Actualmente, se cuenta con una máquina para curvar tubos principales de aguas negras, sin embargo, al encontrarse está incompleta, se debe acudir a un tercero que realice el proceso. De acuerdo con lo anterior, los operarios deben desplazarse desde el sitio de trabajo hasta el taller que proporciona el servicio, donde se percibe un desaprovechamiento de tiempo, debido a que el transporte se realiza a pie en una carreta y el trayecto es extenso.

En cuanto a la mano de obra, los operarios cuentan con gran experiencia empírica y en diferentes oportunidades han demostrado resistencia a los cambios en los métodos de producción. Por otro lado, la empresa no cuenta con un programa o cronograma de mantenimiento preventivo y en una situación de avería con la maquinaria se realiza un mantenimiento correctivo, es por ello, que se debe suspender el proceso en diferentes ocasiones. Además, el ambiente cuenta con niveles altos de contaminación sonora, por partículas suspendidas como hollín producto de la producción de láminas de caucho, corte y

pulido de materiales metálicos, gases y humos inorgánicos. Estos últimos son emitidos por las soldaduras, vulcanizado de ruedas, quema de caucho y pintura con compresor.

Figura 10.

Diagrama de causa y efecto (Espina de pescado)



Nota. Diagrama de causa y efecto utilizado con el fin de identificar las falencias en la distribución en planta de la empresa Caliruedas S.A.S

Fuente. Los autores

5.1.6. Análisis de comportamiento de las ventas

Con este análisis, se logra establecer el comportamiento de la demanda a partir del registro extendido de ventas desde el año 2020 hasta el primer semestre del año 2021, esto con el fin de identificar los productos y referencias con mayor rotación o participación en las ventas. Se toma de la base de datos del sistema de facturación SIIGO que actualmente maneja la empresa, un informe de ventas del periodo anteriormente mencionado del cual se selecciona los registros de ventas para producto terminado y se procede a generar análisis mediante el método de Pareto.

Cabe resaltar, que la empresa cuenta con referencias de producto terminado de baja rotación, las cuales no se tomaron en cuenta para este análisis, con el fin de no presentar grandes variaciones en la medición al igual que con los servicios de reparación y mantenimiento.

Para este análisis se tuvo en cuenta las ventas en valor y no en cantidad vendida, considerando así los productos que generan mayor rentabilidad a la empresa.

Tabla 5.

Ventas por producto empresa CALIRUEDAS SAS 2020 – 2021

VENTAS POR PRODUCTO CALIRUEDAS 2020 - 2021									
AÑO	CODIGO	PRODUCTO	REFERENCIA	Cantidad vendida	Valor unitario	Valor bruto	Subtotal	Impuesto cargo	Total
2020	C-001	CARRETA GRANDE	REF:C-001	269,00	393.312,29	105.801.004,86	104.227.755,71	20.102.190,92	124.329.946,64
2020	C-002	CARRETA PEQUEÑA	REF:C-002	235,00	254.072,27	59.706.983,99	57.420.333,54	11.344.326,96	68.764.660,50
2020	R-001	RUEDA DE 7"	REF:R-001	306,00	37.741,52	11.548.903,77	11.548.903,77	2.194.291,72	13.743.195,48
2020	R-002	RUEDA DE 10" ANCHA	REF:R-002	25,00	68.930,07	1.723.251,67	1.723.251,67	327.417,82	2.050.669,48
2021	C-001	CARRETA GRANDE	REF:C-001	189,00	422.279,12	79.810.753,85	74.321.125,27	15.164.043,23	89.485.168,51
2021	C-002	CARRETA PEQUEÑA	REF:C-002	167,00	283.801,32	47.394.819,74	43.421.601,32	9.005.015,75	52.426.617,07
2021	R-001	RUEDA DE 7"	REF:R-001	309,00	39.303,71	12.144.847,58	12.144.847,58	2.307.521,04	14.452.368,63
2021	R-002	RUEDA DE 10" ANCHA	REF:R-002	40,00	73.791,07	2.951.642,67	2.951.642,67	560.812,11	3.512.454,77

Fuente. Los autores

En la anterior tabla muestra el consolidado de ventas del segundo semestre del 2020 y primer semestre del 2021, mostrando la cantidad vendida en unidades y valor.

Tabla 6.

Frecuencia del diagrama de Pareto ventas

PRODUCTO	VALOR (MM)	P. VALOR BRUTO	F. ACUMULADA	P. ACUMULADA
CARRETA GRANDE	$ 213,8	58%	$ 214	58%
CARRETA PEQUEÑA	$ 121,2	33%	$ 335	91%
RUEDA DE 7"	$ 28,2	8%	$ 363	98%
RUEDA DE 10" ANCHA	$ 5,6	2%	$ 369	100%
TOTAL	$ 368,8	100%		

Fuente. Los autores

La tabla de frecuencia del diagrama de Pareto muestra la información del consolidado de ventas 2020-2021 en pesos.

Figura 11.

Diagrama de Pareto ventas 2020 hasta el primer semestre del año 2021

Fuente. Los autores

De acuerdo con los resultados obtenidos del diagrama de Pareto se puede determinar que el 90% de las ventas de la empresa representados en un 58% por la carreta grande y un 32% por la carreta pequeña, corresponden al 50% de los productos fabricados y vendidos por la empresa lo que los constituye en los dos productos de referencia y análisis del actual estudio por su grado de representatividad en las ventas de la compañía.

5.1.7. Método de producción

En la empresa Caliruedas S.A.S, para la producción de carretas se cuenta actualmente con un método de producción por células, la fabricación del chasis donde involucra todas las partes que componen la carreta (base, cuerpo, eje) y la fabricación de la rueda vulcanizada. Ambos procesos manejan diferentes actividades y se realizan simultáneamente.

A continuación, se muestra la caracterización del proceso que se realiza actualmente en el área de producción de la empresa Caliruedas S.A.S, detalla cada una de las secciones en las que divide el proceso indicando así las actividades que hacen por cada operación.

Tabla 7.

Caracterización de proceso para la fabricación de carreta metálica

PROCESO	NOMBRE DEL PROCESO	DESCRIPCION	TIEMPO TOTAL MINUTOS	IMAGEN
1	CORTE	El primer proceso de fabricacion de carretas metalicas es el corte, donde se encarga de cortar las tuberias de aguas negras, varillas redondas, cuadradas y platinas, se realiza con estandares de medidas establecidos en la empresa. Para este proceso un operario se encarga de realizar el corte de tuberia de aguas negras en una tronzadora y de manera simultanea se realiza el corte de platinas y varillas redodas lisas en una segueta hidraulica. Posteriormente se realiza el corte de platinas y varillas cuadradas en cizallas especializadas para este tipo de corte. Una vez cortado el material se desplaza a la zona de pre alistamiento.	37,8	
2	PRE ALISTAMIENTO	En este proceso se realiza la preparacion del material anteriormente cortado, con el fin de que se ejecute de manera eficiente el ensamblaje de la carreta, teniendo todas las partes que forman la carreta se comienza el proceso de unir sus piezas.	14,48	
3	ENSAMBLAJE	En este proceso se lleva a cabo la soldadura de todos los elementos anteriormente cortados y pre alistados, esta actividad se ejecuta con soldadura mig. Este tipo de soldadura permite una buena estetica de los cordones y es mas eficiente a la hora de realiza el proceso, luego se traslada el chasis a la zona de pintura	38,98	
4	PINTURA	En el proceso de pintura se hacen los acabados de las carretas, esta operación se realiza con un compresor pequeño tiene conectado un aerógrafo, El tiempo de secado es de 1 hora, para que la carreta haga su abracion a la pintura.	96,38	
	ENSAMBLAJE FINAL	En este proceso se encuentra la limpieza del eje, el ensamblaje de la rueda, la placca el acabado de la carreta y su respectivo almacenamiento	2,85	
		TIEMPO TOTAL	190,49	

Fuente. Los autores

Figura 12.

Composición De Una Carreta De Caliruedas S.A.S

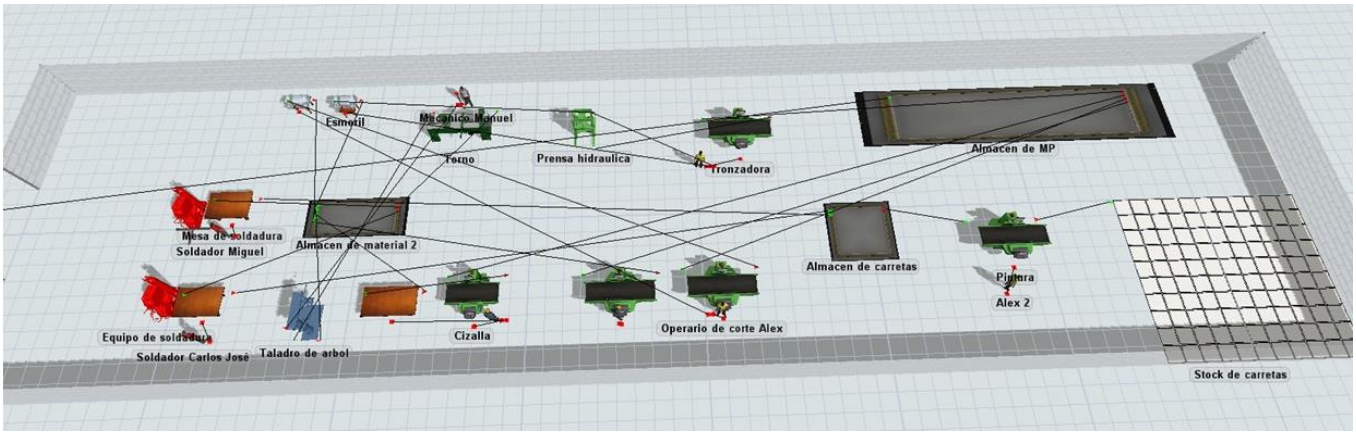
Fuente. Los autores

5.1.8. Análisis del funcionamiento del sistema productivo a utilizando herramientas Lean Manufacturing.

Para conocer el estado actual de la planta se realiza la simulación en el programa Flexsim, donde se muestra el panorama actual.

Figura 13.

Distribución Actual (Simulación en Flexsim)



Fuente. Los autores

Diagrama de Red

Tabla 8.

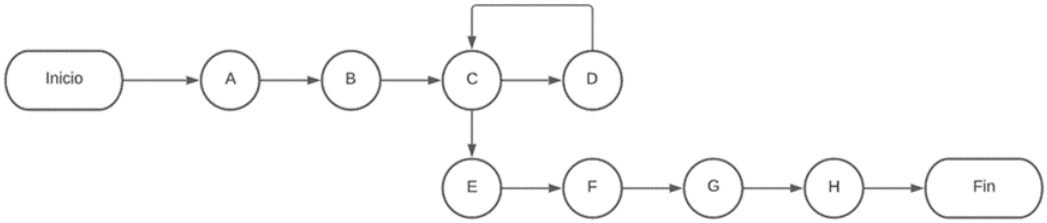
Diagrama de Red

Centro de trabajo	Item	Predecesor(es) inmediato(s)
Recepcion de orden de compra	A	-
Orden y recepcion de MP	B	A
Corte	C	B,D
Proceso tercerizado de pre-alistamiento	D	C
Pre-alistamiento	E	C
Ensamble	F	E
Pintura	G	F
Almacenaje	H	G

Fuente. Los autores

Figura 14.

Diagrama de red



Fuente. Los autores

En las anteriores figuras definimos la ruta de fabricación con la que la empresa funciona actualmente y sus centros de trabajo, el proceso inicia con la recepción de la orden de compra, a continuación, el área comercial realiza pedido de MP y su respectiva recepción, después de esto se efectúa el corte del material, sin embargo para que el proceso pase a Pre-alistamiento debe de ir a otro centro de trabajo que es externo a la empresa, este es un pliegue que se le hace a los tubos de aguas negras, la empresa cuenta con la máquina para realizar esto, sin embargo, no está terminada. De manera que después de volver del proveedor del servicio procedemos a realizar un último corte para pasar al centro de Pre-alistamiento y después de dejar todo este material preparado se conduce al centro de ensamblaje, ya por último se conduce la carreta al centro de pintura y a su respectivo almacenamiento

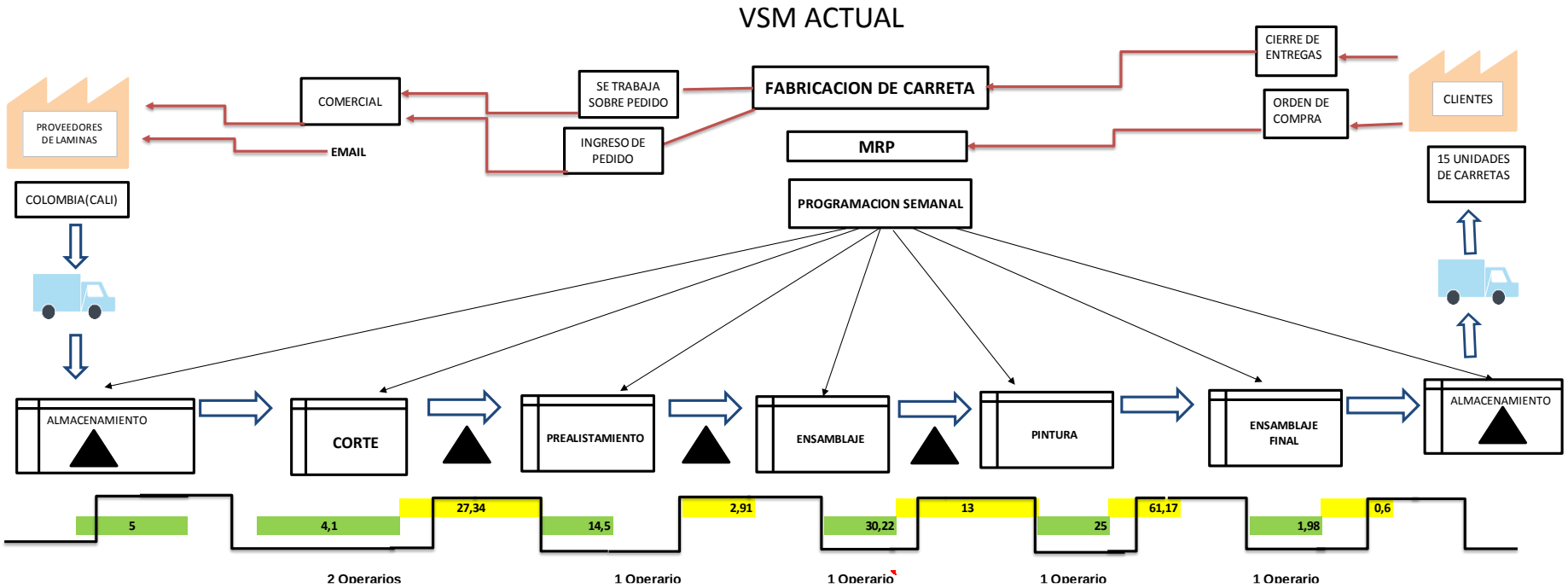
5.1.9. Value Stream Mapping:

Para conocer el estado actual del proceso de fabricación desde donde inicia hasta donde termina se hizo uso de una herramienta de lean conocida como VSM, con esta herramienta se determina si cada paso del proceso productivo añade valor o no desde el punto de vista del cliente.

Este diagrama se instaura desde el inicio del proceso hasta la entrega del producto, eliminando tareas innecesarias. La razón: el cliente no piensa en el esfuerzo o en los recursos invertidos para su creación, sino en el cumplimiento de todos los requisitos de calidad ofrecidos. Además, permite a las organizaciones reducir su inventario, minimizar el tiempo de entrega y optimizar el tiempo de producción.

Figura 15.

Value stream mapping



Fuente. Los autores

Análisis de Resultados Del VSM Actual

Tabla 9.

Turnos laborales

HORARIOS		
LUNES A SABADO	MINUTOS	HORAS
TURNOS (8:00 AM a 5:00 PM):	540	9
ALMUERZO:	60	1
REFRIGERIO (MAÑANA-TARDE)	30	0,5
TIEMPO DISPONIBLE:	450	7,5

Tabla 10.

Lead time

	MIN	HORAS
TIEMPO DE PROCESO:	80,80	1,35
TIEMPOS DE NO VALOR:	105,02	1,75
LEAD TIME:	185,82	3,10

Tabla 11.

Takt Time

TAKT TIME:	150,00	MINUTOS POR UNIDAD
DEMANDA	3	UNIDADES

Tabla 12.

Capacidades de producción Actual

PERSONAL DE TURNO	
OPERARIOS	6

CAPACIDAD EMPRESA CALIDAD RUEDAS S.A	
UNIDADES POR CD 3 HORAS	1,00
UNIDADES POR TURNO 7.5 HRS	2,40
UNIDADES POR SEMANA (6 DIAS)	14.5

Fuente. Los autores

Con el análisis realizado se encuentra que el tiempo por turno de producción diario es de 7,5 horas, actualmente se tiene 1,75 hora de tiempos por no valor agregado, con un lead time por unidad de 3,10 horas. La capacidad actual es de 2,4 carretas diarias para un total de 15 carretas semanales lo que equivale en el mes a 60 carretas.

Analizando la demanda actual mensualmente se requiere una producción de 72 carretas lo que equivale a una producción semanal de 18 carretas. Para cumplir con esa demanda es necesario fabricar una carreta más por turno.

Según el TAKT TIME tiempo de producción de una carreta es de 2,5 horas lo que equivale a producir 3 unidades por turno. Esto quiere decir que es necesario reducir 0.6 horas el tiempo de fabricación para cumplir con la demanda actual. Se debe analizar cada uno de los procesos y encontrar las actividades que no están agregando valor en la operación.

Figura 16.

Descripción del paso a paso del proceso

Fuente. Los autores

5.1.10. Establecer las brechas y oportunidades de mejoramiento del sistema productivo

Para la fabricación de una carreta consta de 5 procesos principales, como lo muestra la imagen anterior, cada uno de esos procesos cuenta con unos subprocesos donde se puede detallar el paso a paso de fabricación, con el análisis y toma de tiempos se pudieron evaluar por medio de 20 tomas reales.

El enfoque de esta investigación es lograr identificar el estado actual de la planta, analizando los cuellos de botella en las diferentes operaciones y así minimizar los tiempos de los procesos dentro del área de producción. De esta manera, se pueden determinar las posibles oportunidades de mejora que existen dentro del proceso y cómo va a mejorar la eficiencia, el cumplimiento de la entrega de pedidos de acuerdo con la necesidad de los clientes.

Se busca disminuir los tiempos de producción y optimizar los espacios disponibles dentro de la planta que permitan reducir recorridos y distancias, que ayuden a mitigar los cuellos de botella.

Al momento de realizar el estudio de métodos y tiempos se deben conocer teorías para el muestreo de datos y el cálculo de ellos, dentro de estas teorías se realizó el cálculo estadístico de muestreo que permite una efectividad de confiabilidad de los datos obtenidos, logrando obtener los tiempos reales, que permitan saber en qué estado se encuentra los procesos de la empresa Caliruedas S.A.S, también se determinarán los tiempos de los desplazamientos.

5.1.11. Tamaño de la muestra

Para determinar el tamaño de la muestra se toma la siguientes formula ya que nos permite encontrar el número necesario para la respectiva toma de tiempos.

Tabla 13.

Fórmula para el cálculo del tamaño de la muestra

PROCESO DE CORTE

NORMBE	FORMULA
RANGO	Xmax – Xmin
PROMEDIO	$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$
COCIENTE PARA LA TABLA DE MUESTRA	$\frac{R}{\bar{X}}$

Tabla 14.

Estudio de tiempos

n	Valores (x)
1	29,3
2	29,1
3	29,6
4	29,3
5	29,1
6	29,3
7	29,5
8	29,1
9	29,2
10	30,0
Total	294

Rango	0,9
∑X=	542
X	29,4
n	10

D. Mayor	30
D.Menor	29

Fuente. Los autores

En este proyecto se realizó la toma de tiempos por cada proceso que implica la fabricación de una carreta, se determinan los procesos que hacen parte de la operación y cuales no para poder ser medibles, a cada proceso se le determinan una cantidad de muestras necesarias para hacer una precisión más elevada al momento de analizar los datos y que pueden llevar a una información muy detallada para empezar a tomar las acciones correspondientes de mejora o corrección en el proceso, los resultados que se obtienen al realizar esta toma de tiempos son importantes para lograr determinar los tiempos por cada operación y poder llegar a determinar de forma separada cuales son los tiempos de transporte y los tiempos de operación; para analizar en qué parte de la operación se genera excesos de transporte o errores en la operación.

Para el estado actual de la planta donde se realiza la investigación, se llevó a cabo la respectiva toma de tiempos de cada uno de los subprocesos obteniendo como resultado la siguiente información.

Tabla 15.

Toma de tiempo subproceso de corte

ELEMENTO	TIEMPOS CORTE			
	Tiempo Total Segundo	Tiempo Total Minutos	Promedio Segundos	Promedio Minutos
RECEPCION DE LOS MAERIALES	14410	240,17	300,21	5,00
Desplazamiento por MP	72988,06	1216,47	1520,6	25,34
Corte en Tronzadora Tubos de Aguas negras	1556,56	25,94	32,43	0,54
Corte en segueta hidraulica platinas y varillas redoda lisas	4453,21	74,22	92,78	1,55
Transporte a pre alistamientos	5766,06	96,10	120,13	2,00
Corte en cizalla Platina	442,6	7,38	9,22	0,15
Corte en cizalla varilla cuadrada	269,65	4,49	5,62	0,09
Tiempo total de proceso (seg)	**99886,14**	**1664,77**	**2080,96**	**34,68**

Fuente. Los autores

Tabla 16.

Toma de tiempo subproceso de pre-alistamiento de ensamblaje

ELEMENTO	TIEMPOS PRE ALISTAMIENTO			
	Tiempo Total Segundo	Tiempo Total Minutos	Promedio Segundos	Promedio Minutos
Desplazamiento para pulir tubos de Aguas Negras en Esmeril	6918,02	115,3003333	144,13	2,40
Aplastamiento de extremos de tubos de aguas negras en prensa hidraulica	856,62	14,28	17,85	0,30
Desplazamiento Esmeril	724,93	12,08	15,10	0,25
Desbastamientos de filos en esmeril	676,15	11,27	14,09	0,23
Mecanizado de ejes	26873,09	447,88	559,86	9,33
Pliegues de varillas cuadradas en matriz	1251,72	20,86	26,08	0,43
Desplazamiento zona de almacenaje	250,36	4,17	5,22	0,09
Almacenamiento	0	0	0,00	0
Desplazamiento por MP	734,8	12,25	15,31	0,26
Desplazamiento Segueta Hidraulica	484,48	8,074666667	10,09	0,17
	38770,17	646,1695	**807,71**	**13,46**
Tiempo total de proceso (seg)	38770,17	**646,1695**	**807,71**	**13,46**

Fuente. Los autores

Tabla 17.

Toma de tiempo subproceso de ensamblaje

ELEMENTO	TIEMPOS ENSAMBLAJE			
	Tiempo Total Segundo	Tiempo Total Minutos	Promedio Segundos	Promedio Minutos
Desplazamiento por matriz para ensamblar base de carreta	311,6	5,19	15,58	0,26
Deplazamiento varillas de ejes,cerchas y torres	1799,8	30,00	89,99	1,50
Tiempo de espera por busqueda de herramienta para trabajo	1605	26,75	80,25	1,3
Desplazamiento por matriz para ensamblar base de carreta	269	4,48	14,94	0,25
Soldadura de base	6201,28	103,35	310,06	5,17
Almacenar base de carreta a un lado del banco de soldadura	0	0,00	0,00	0,00
Desplazamiento por matriz para ensamblar cuerpo de carreta	610,46	10,17	30,52	0,51
Soladadura de cuerpo	5883,5	98,06	294,18	4,90
El cuerpo de la carreta se deja a un lado del banco de soldadura	0	0,00	0,00	0,00
Ensamblaje de carreta	17155,2	285,92	857,76	14,30
Desplazamiento hacia zona de pintura	1200,06	20,00	60,00	1,00
	35035,9	583,93	**1753,29**	**29,22**

Fuente. Los autores

Tabla 18.

Toma de tiempo subproceso de Pintura

	TIEMPOS PINTURA			
ELEMENTO	**Tiempo Total Segundo**	**Tiempo Total Minutos**	**Promedio Segundos**	**Promedio Minutos**
Preparacion de pintura	3767,95	62,80	188,40	3,14
Filtrado de pintura	255,63	4,26	12,78	0,21
Acado de carreta	13313	221,88	665,65	11,09
Espera para Secado de la pintura	72964	1216,066667	3648,20	60,80
Acoplamiento de rueda a carreta	1614,55	26,91	80,73	1,35
Perforacion y remachado de placca de indentificacion	2049,66	34,16	102,48	1,71
Desplazamiento a zona de producto terminado	616,04	10,27	30,80	0,51
	94580,83	1576,35	**4729,04**	**78,82**

Fuente. Los autores

Tabla 19.

Toma de tiempo subproceso de Ensamblaje Final-Almacenamiento

	TIEMPO ENSAMBLAJE FINAL - ALMACENAMIENTO			
ELEMENTO	**Tiempo Total Segundo**	**Tiempo Total Minutos**	**Promedio Segundos**	**Promedio Minutos**
Limpiar pista mecanizada del eje	720,47	12,01	36,02	0,60
emsamblaje de rueda	649,82	10,83	32,49	0,54
emsamblaje de placa	799,93	13,33	40,00	0,67
Desplazamiento a zona de almacenamiento	955,52	15,93	47,78	0,80
Almacenamiento	0	0,00	0,00	0,00
	3125,74	52,10	**156,29**	**2,60**

Fuente. Los autores

Para analizar el estado actual de la planta donde se realiza la investigación del proyecto se llevó a cabo la respectiva toma de datos utilizando como herramienta el cronometro e implementando el método ya mencionado para hallar los tiempos normales de cada uno de los procesos, obteniendo como resultados la siguiente información de corte-pre-alistamiento, ensamblaje, pintura y ensamblaje final. Para este estudio de tiempos se consideraron las

siguientes variables: tiempos repetibles, ritmo de trabajo y tiempo normal, lo que nos dio como resultado el tiempo estándar de cada uno de los procesos que se realizan en la operación.

Tabla 20.

Diagrama de flujo para la fabricación de carreta - Parte I

ESTUDIO TIEMPOS

DESCRIPCIÓN DE LA OPERACIÓN		TOLERANCIAS (%)	HOM.	HOJA
		NECESIDADES PERSONALES:	5%	1 DE 1
AREA:	Produccion	FATIGA:	4%	FECHA
NOMBRE DEL PRODUTO:	Carreta	TRABAJO DE PIE:	2%	
TURNO (HR):	7,5	MONOTONIA:	1%	Elaborò
No.HERRAMIENTAS:		ESFUERZO FISICO:	3%	
No. MAQUINAS:			0	Revisò
		TOTAL:	15,0%	

Elem.	Descripciòn de las operaciones	Tiempos Cronometrados (Seg.)																			
	CORTE	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Tiempo repetible	Ritmo (%)	Tiempo Normal	Tol. (%)	Tiempo Estandar
1	Recepcion de Materiales	300,00	301,00	300,00	300,00	301,00	300,00	300,00	302,00	300,00	300,00	300,00	300,00	300,00	301,00	300,00	300,3	95%	285,3	15%	328,11
2	Desplazamiento por MP	1500,05	1489,00	1500,29	1501,59	1499,98	1502,98	1500,89	1498,50	1503,50	1500,69	1550,00	1501,28	1600,25	1600,39	1499,00	1516,6	95%	1440,7	15%	1656,84
3	Corte en Tronzadora Tubos de Aguas negras	35,48	34,40	38,13	27,55	29,02	38,87	23,44	25,79	23,87	25,63	35,48	34,40	38,13	27,55	29,02	31,1	95%	29,6	15%	34,00
4	Corte en segueta hidraulica platinas y varillas redoda lisas	88,88	91,10	104,73	92,83	88,42	84,71	115,10	90,22	89,67	85,65	88,88	91,10	104,73	92,83	88,42	93,2	95%	88,5	15%	101,77
5	Transporte a pre alistamientos	120,00	120,50	120,00	120,00	120,00	120,00	120,33	120,00	120,35	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,00	120,1	95%	114,1	15%	131,19
6	Corte en cizalla Platina	8,50	9,02	8,68	10,01	8,65	8,74	9,48	9,30	10,60	11,05	8,52	8,00	8,17	9,50	10,60	9,3	95%	8,8	15%	10,11
7	Corte en cizalla varilla cuadrada	5,45	6,02	5,35	5,43	5,29	5,60	5,75	5,95	5,87	5,92	5,97	5,02	5,36	5,39	5,29	5,6	95%	5,3	15%	6,09
																					2268,11
	PRE ALISTAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Tiempo repetible	Ritmo (%)	Tiempo Normal	Tol. (%)	Tiempo Estandar
1	Desplazamiento para pulir tubos de Aguas Negras en Esmeril	140,00	142,89	139,88	145,02	147,05	139,88										142,5	95%	135,3	15%	155,63
2	Aplastamiento de extremos de tubos de aguas negras en prensa hidraulica	17,60	18,02	17,76	17,93	18,05	18,93										18,0	95%	17,1	15%	19,72
3	Desplazamiento Esmeril	15,00	14,88	15,22	15,30	14,75	15,05										15,0	95%	14,3	15%	16,42
4	Desbastamientos de filos en esmeril	13,50	13,20	13,05	14,50	14,32	13,92										13,7	95%	13,1	15%	15,02
5	Mecanizado de ejes	618,01	520,72	480,92	490,38	594,58	592,02										549,4	95%	522,0	15%	600,26
6	Pliegues de varillas cuadradas en matriz	26,15	26,16	25,95	25,99	26,02	26,01										26,0	95%	24,7	15%	28,46
7	Desplazamiento zona de almacenaje	5,00	5,99	4,85	5,05	5,29	4,96										5,2	95%	4,9	15%	5,67
8	Almacenamiento	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00										0,0	95%	0,0	15%	0,00
9	Desplazamiento por MP	15,00	15,22	15,39	16,01	14,88	14,85										15,2	95%	14,5	15%	16,63
10	Desplazamiento Segueta Hidraulica	10,00	10,00	10,01	10,00	10,05	9,98										10,0	95%	9,5	15%	10,93
																					868,75

Fuente. Los autores

Tabla 21.

Diagrama de flujo para la fabricación de carreta - Parte II

	EN SAMBLAJE INICIAL	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Tiempo repetible	Ritmo (%)	Tiempo Normal	Tol. (%)	Tiempo Estandar
1	Desplazamiento por matriz para ensamblar base de carreta	15															15,0	95%	14,3	15%	16,39
2	Deplazamiento varillas de ejes,cerchas y torres	90															90,0	195%	175,5	15%	201,83
3	Tiempo de espera por busqueda de herramienta para trabajo	80															80,0	295%	236,0	15%	271,40
4	Desplazamiento por matriz para ensamblar base de carreta	15															15,0	395%	59,3	15%	68,14
5	Soldadura de base	301															300,5	95%	285,5	15%	328,30
6	Almacenar base de carreta a un lado del banco de soldadura	0															0,0	95%	0,0	15%	0,00
7	Desplazamiento por matriz para ensamblar cuerpo de carreta	30															30,0	95%	28,5	15%	32,78
8	Soladadura de cuerpo	276															276,0	95%	262,2	15%	301,48
9	El cuerpo de la carreta se deja a un lado del banco de soldadura	0															0,0	95%	0,0	15%	0,00
10	Ensamblaje de carreta	845															845,4	95%	803,2	15%	1044,11
11	Desplazamiento hacia zona de pintura	60															60,0	95%	57,0	15%	74,10
																					2338,50
	PINTURA	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Tiempo repetible	Ritmo (%)	Tiempo Normal	Tol. (%)	Tiempo Estandar
1	Preparacion de pintura	180	190														185,1	95%	175,9	15%	228,63
2	Filtrado de pintura	11	11														11,0	95%	10,4	15%	13,55
3	Acado de carreta	600	651														625,3	95%	594,0	15%	772,21
4	Espera para Secado de la pintura	3600	3700														3650,0	95%	3467,5	15%	4507,75
5	Acoplamiento de rueda a carreta	80	80														80,1	95%	76,1	15%	98,98
6	Perforacion y remachado de placca de indentificacion	100	102														101,2	95%	96,1	15%	124,92
7	Desplazamiento a zona de producto terminado	30	30														29,9	95%	28,4	15%	36,98
																					5783,02
	EN SAMBLAJE FINAL - ALMACENAMIENTO	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15	Tiempo repetible	Ritmo (%)	Tiempo Normal	Tol. (%)	Tiempo Estandar
1	Limpiar pista mecanizada del eje	36	37	36	36	36	36	36	36	36	36						36,0	95%	34,2	15%	39,38
2	emsamblaje de rueda	29	26	45	36	31	33	38	28	46	32						34,4	95%	32,7	15%	37,55
3	emsamblaje de placa	33	60	34	31	51	35	39	38	46	35						40,2	95%	38,2	15%	43,94
4	Desplazamiento a zona de almacenamiento	40	43	50	50	43	48	46	44	51	46						46,2	95%	43,9	15%	50,52
5	Almacenamiento	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						0,0	95%	0,0	15%	0,00
																					171,39
																	TEMPO TOTAL (SEG)				11429,77
																	TEMPO TOTAL (min)				190,5
																	TEMPO TOTAL (Horas)				3,2

Fuente. Los autores

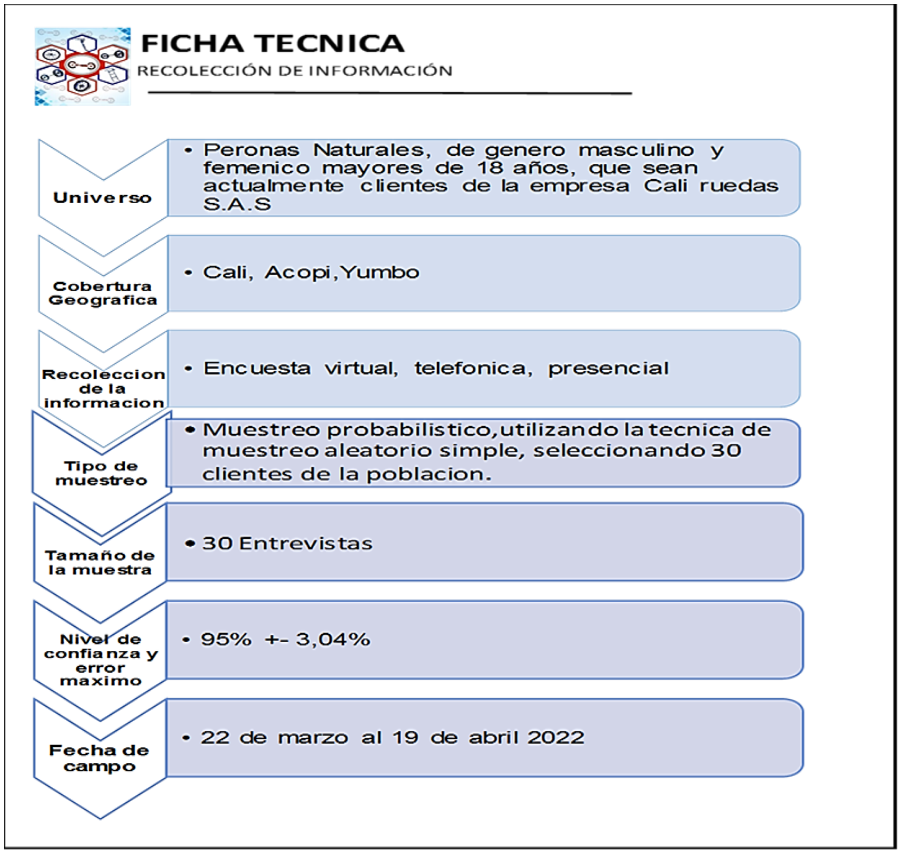
5.1.12. Implementación de las acciones de mejoramiento utilizando las herramientas de Lean Manufacturing

5.1.13. Encuesta de satisfacción

Se planteó y se realizó la siguiente encuesta que permitiera medir el nivel de satisfacción de los clientes frente al nivel de servicio en cuanto a tiempo, calidad y precio.

Figura 17.

Ficha técnica. Encuesta



Fuente. Los autores

Para medir la experiencia de los clientes al adquirir un producto y/o servicio de Caliruedas SAS, se realizó una encuesta de satisfacción que tiene como objetivo evaluar los diferentes puntos de vistas en cuanto a todos los servicios que está ofreciendo la empresa, esto permitirá realizar un análisis detallado para determinar las mejoras en las que se debe poner un plan de acción para seguir creciendo y posicionándose en el mercado. Para ello se consideraron las siguientes variables.

- Tiempo de entrega (Permitirá medir los tiempos reales con los cuales trabaja la empresa y si está siendo la requerida por los clientes).
- Variedad de productos (Los resultados permitirán tener una visión si los productos que se ofrecen actualmente son del agrado de los clientes).
- Calidad (Saber que se está ofreciendo y entregando productos de calidad permitirá seguir conservando los clientes y atraer nuevos).
- Precio (Debemos garantizar que el costo del producto este acorde al mercado)
- Servicios (Medir la percepción de los clientes sobre los servicios que ofrece Caliruedas)

También se establecieron 4 escalas de medición a las preguntas realizadas.

- Nunca
- Casi nunca
- A veces
- Casi siempre
- Siempre
- Si
- No
- Nada satisfecho
- Poco satisfecho
- Normal

- Satisfecho
- Muy satisfecho
- Malo
- Regular
- Bueno
- Muy bueno
- Excelente

5.1.14. Resultados de la encuesta

En relación con lo anterior, se presentan las gráficas y resultados obtenidos de 30 Clientes encuestados.

Tabla 22.

Lista de clientes encuestados

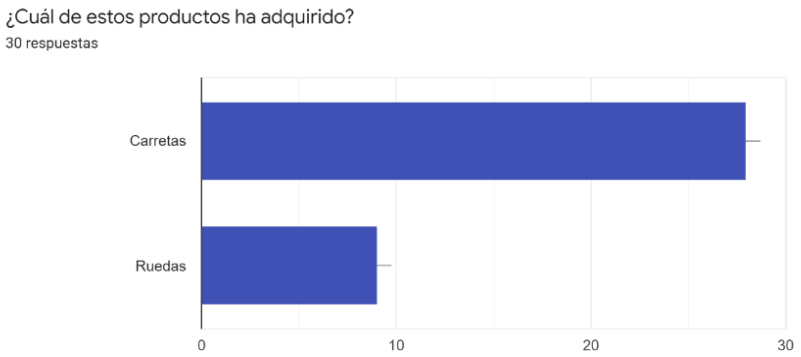
CODIGO	CLIENTE
Cliente 1	Productos Adecivos Sas
Cliente 2	Alsides Montes Rrios
Cliente 3	Inverceramicas
Cliente 4	Quality Logística
Cliente 5	Transprensa
Cliente 6	Aseo Y Mantenimiento El Trébol
Cliente 7	Distribuidores Y Ferreterías Jg
Cliente 8	Distribuidora Mercantil S.A
Cliente 9	Transprensa
Cliente 10	Postobón S.A
Cliente 11	Rodiclar S.A.S
Cliente 12	Trifit S.A
Cliente 13	Geovani Mosquera
Cliente 14	Jl Y Rb S.A.S
Cliente 15	Cuality Logistica S.A.S
Cliente 16	Grupo Empresa Arial Yo Soy S.A.S
Cliente 17	Dropi S.A.S
Cliente 18	Fundación Ciclo
Cliente 19	Misión Ambiental S.A.S
Cliente 20	Grupo Senagro S.A.
Cliente 21	Inverceramicas Sas
Cliente 22	Masicassa Sas
Cliente 23	Servirntrega Sa
Cliente 24	Tcc
Cliente 25	Cooperativa De Transportes Velotax
Cliente 26	Envia
Cliente 27	Deprisa
Cliente 28	Herpo
Cliente 29	Ciudad Limpia
Cliente 30	Cerámica Italia

Fuente. Los autores

La encuesta nos permite evidenciar que la carreta es el producto del portafolio que tiene mayor aceptación para los clientes.

Tabla 23.

Imagen Resultados encuesta Producto más vendido



Fuente. Los autores

La imagen anterior muestra los resultados obtenidos en la encuesta a la pregunta sobre cuál de los productos que ofrece la empresa era el más adquirido por el cliente.

5.1.15. Análisis de Promedio Ponderado para los resultados de la encuesta.

Para realizar el análisis de los resultados obtenidos fue necesario definir unas escalas de medición numérica a las escalas cualitativas mencionadas anteriormente. Esto con el fin de analizar mejor la información.

Tabla 24.

Definición escala de medición

ESCALA MEDICION					
Descripción	**Nunca**	**Casi nunca**	**A veces**	**Casi siempre**	**Siempre / Si**
Numérica	1	2	3	4	5
Descripción	Nada satisfecho(a)	Poco satisfecho(a)	Normal	Satisfecho(a)	Muy satisfecho(a)
Numérica	1	2	3	4	5
Descripción	Mala	Regular	Buena	Muy buena	Excelente
Numérica	1	2	3	4	5
Descripción	No	Si			
Numérica	0	5			

A continuación, se muestran los resultados obtenidos de la encuesta con la reclasificación realizada.

Tabla 25.

Resultados obtenidos en la encuesta

ENCUESTAS	Cliente 1	Cliente 2	Cliente 3	Cliente 4	Cliente 5	Cliente 6	Cliente 7	Cliente 8	Cliente 9	Cliente 10	Cliente 11	Cliente 12	Cliente 13	Cliente 14	Cliente 15	Cliente 16	Cliente 17	Cliente 18	Cliente 19	Cliente 20	Cliente 21	Cliente 22	Cliente 23	Cliente 24	Cliente 25	Cliente 26	Cliente 27	Cliente 28	Cliente 29	Cliente 30
¿Usted afirmaría que cuando hace algún pedido llega justo en el tiempo esperado?	5	5	4	5	3	1	1	2	2	3	2	1	3	3	3	3	2	3	2	3	2	3	2	4	3	4	3	5	4	4
¿Actualmente sus pedidos son entregados en el lugar acordado por el cliente y la empresa?	5	5	5	5	3	4	5	4	5	4	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	3
¿El tiempo de entrega del producto ha cubierto sus expectativas?	5	5	5	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	5	0	5	0	5	0	0	0	0	0	5	0	5	0	5	5	0
¿Se siente satisfecho(a con los productos adquiridos?	5	5	2	5	3	3	4	4	5	5	4	4	4	3	2	4	5	4	4	4	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4
¿Los productos cumplen con las características referidas por la empresa?	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
¿El cliente puede solicitar modificaciones en los productos deseados?	5	5	0	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
¿Recomendarías los productos de Caliruedas SAS?	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
¿El precio de los productos va de acuerdo con sus características?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
¿El precio de los productos es acorde a otros del mercado?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	5	0	5	5	5
¿Qué tan satisfecho(a esta con los servicios de mantenimiento de los productos: vulcanizado, soldadura y pintura?	5	4	4	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	1	4	4	3	4	4	4	4	4	4	3	4	2	4	5	3	4
¿Recibe el cliente un trato cordial y respetuoso por el personal de Caliruedas SAS?	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	0	0	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
A nivel general ¿Cómo calificas el servicio integra que ofrece Caliruedas SAS?	5	5	2	5	3	3	3	3	4	4	3	3	3	2	2	3	4	4	5	4	4	4	3	3	3	3	3	5	4	3

Fuente. Los autores

Una vez realizada la reclasificación se procede a identificar la ponderación seleccionada por cada cliente para cada una de las preguntas. Y después realizar los cálculos para el respectivo análisis de la información, calculando así el promedio ponderado como paso siguiente identificar la brecha que genera el promedio obtenido vs nuestra ponderación meta que para el caso de estudio fue definido en 5 puntos y por último el porcentaje de variación que es la cantidad porcentual en la cual se encuentra por debajo de la meta.

Tabla 26.

Calculo promedio ponderado por cada criterio de la encuesta

FACTOR	ENCUESTAS	Clientes	Escala	SUMA PRO	PROMEDIO P	BRECHA	% VARIACION	COMENTARIO
Tiempo	¿Usted afirmaría que cuando hace algún pedido llega justo en el tiempo esperado?	4	5	90	3,00	2,00	-40%	El promedio de esta caracteristica fue de 3 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 2 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 40%.
		5	4					
		11	3					
		7	2					
		3	1					
Servicio	¿Actualmente sus pedidos son entregados en el lugar acordado por el cliente y la empresa?	23	5	141	4,70	0,30	-6%	El promedio de esta caracteristica fue de 4,70 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 0,30 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 6%.
		5	4					
		2	3					
Tiempo	¿El tiempo de entrega del producto ha cubierto sus expectativas?	12	5	60	2,00	3,00	-60%	El promedio de esta caracteristica fue de 2 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 3 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 60%.
		18	0					
Calidad	¿Se siente satisfecho(a con los productos adquiridos?	8	5	121	4,03	0,97	-19%	El promedio de esta caracteristica fue de 4,03 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 0,97 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 19%.
		17	4					
		3	3					
		2	2					
Calidad	¿Los productos cumplen con las características referidas por la empresa?	28	5	140	4,67	0,33	-7%	El promedio de esta caracteristica fue de 4,67 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 0,33 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 7%.
		2	0					
Servicio	¿El cliente puede solicitar modificaciones en los productos deseados?	28	5	140	4,67	0,33	-7%	El promedio de esta caracteristica fue de 3 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 2 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un -40%.
		2	0					
Calidad	¿Recomendarías los productos de Caliruedas SAS?	28	5	140	4,67	0,33	-7%	El promedio de esta caracteristica fue de 3 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 2 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un -40%.
		2	0					
Precio	¿El precio de los productos va de acuerdo con sus características?	29	5	145	4,83	0,17	-3%	El promedio de esta caracteristica fue de 4,83 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 0,17 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 3%.
		1	0					
Precio	¿El precio de los productos es acorde a otros del mercado?	27	5	135	4,50	0,50	-10%	El promedio de esta caracteristica fue de 4,50 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 0,5 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 10%.
		3	0					
Servicio	¿Qué tan satisfecho(a esta con los servicios de mantenimiento de los productos: vulcanizado, soldadura y pintura?	2	5	111	3,70	1,30	-26%	El promedio de esta caracteristica fue de 3,70 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 1,30 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 26%.
		20	4					
		6	3					
		1	2					
		1	1					
Servicio	¿Recibe el cliente un trato cordial y respetuoso por el personal de Caliruedas SAS?	28	5	140	4,67	0,33	-7%	El promedio de esta caracteristica fue de 4,67 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 0,33 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 7%.
		2	0					
Servicio	A nivel general ¿Cómo calificas el servicio integra que ofrece Caliruedas SAS?	5	5	105	3,50	1,50	-30%	El promedio de esta caracteristica fue de 3,50 puntos al compararlo con nuestro valor meta (5 puntos) obtenemos una brecha de 1,50 puntos, lo cual indica que estamos por debajo de nuestra meta un 30%.
		8	4					
		14	3					
		3	2					

Fuente. Los autores

Cada una de las preguntas del cuestionario se agruparon en unos factores más gruesos definidos con el fin de analizar la percepción del cliente con respecto a la calidad, tiempo, precio y servicio que brinda la empresa.

La tabla anterior nos muestra el porcentaje por debajo de la meta definida 5 puntos

Tabla 27.

Factor, tiempo, servicio, calidad

FACTOR	CRITERIO	PROMEDIO	PROMEDIO FACTOR	COMPARACION	COMENTARIO
Tiempo	Criterio 1	3	2,50	-50%	Estamos por debajo de la meta que para el caso se ha definido en 5 puntos un promedio del 50%
	Criterio 2	2			
Servicio	Criterio 1	4,7	4,25	-15%	Estamos por debajo de la meta que para el caso se ha definido en 5 puntos un promedio del 15%
	Criterio 2	4,67			
	Criterio 3	3,7			
	Criterio 4	4,67			
	Criterio 5	3,5			
Precio	Criterio 1	4,83	4,67	-7%	Estamos por debajo de la meta que para el caso se ha definido en 5 puntos un promedio del 7%
	Criterio 2	4,5			
Calidad	Criterio 1	4,03	4,46	-11%	Estamos por debajo de la meta que para el caso se ha definido en 5 puntos un promedio del 11%
	Criterio 2	4,67			
	Criterio 3	4,67			

Fuente. Los autores

Para el caso del estudio en el cual se encuentra cada factor establecido, se tomaron los promedios de cada criterio asignado a los diferentes factores calculando así el promedio del promedio de cada factor comparando este resultado con la meta, estableciendo así el porcentaje en el que se encuentra cada factor con respecto a la meta.

5.1.16. Resultado del Análisis de valor para mejora de la productividad del sistema

Considerando la información plasmada en el VSM actual se identifican las actividades que son necesarias, pero no agregan valor al proceso, la cuales se muestran en la siguiente tabla. Teniendo en cuenta que las necesidades de los clientes se van modificando, es necesario saber si los procesos y servicios están aportando el valor por el que en un principio se les diseñó y si están evolucionando a la par con los que i se demanda. No solo se quiere averiguar si se está haciendo lo necesario sino saber si se está haciendo con lo necesario.

Tabla 28.

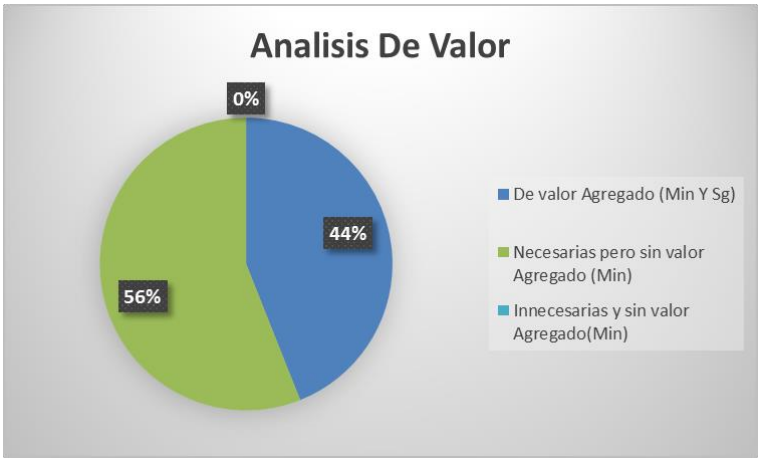
Tabla para el Análisis de Valor

ACTIVIDAD	ACTIVIDADES			
	De valor Agregado (Min Y Sg)	Necesarias pero sin valor Agregado (Min)	Innecesarias y sin valor Agregado(Min)	Tipo de Desperdicio
Desplazamiento hacia proveedor de curvas		25		TRANSPORTE
Corte en Tronzadora Tubos de Aguas negras	0,5			
Corte en segueta hidraulica platinas y varillas redoda lisas	4			
Transporte a pre alistamientos		2		MOVIMIENTO
Corte en cizalla Platina	0,15			
Corte en cizalla varilla cuadrada	0,09			
Desplazamiento para pulir tubos de Aguas Negras en Esmeril		2,4		MOVIMIENTO
Aplastamiento de extremos de tubos de aguas negras en prensa hidraulica	0,3			
Desplazamiento Esmeril		0,25		MOVIMIENTO
Desbastamientos de filos en esmeril	0,23			
Mecanizado de ejes	15			
Pliegues de varillas cuadradas en matriz	0,43			
Desplazamiento zona de almacenaje	0,09			
Almacenamiento				
Desplazamiento por MP	0			
Desplazamiento Segueta Hidraulica		0,26		MOVIMIENTO
Desplazamiento por elemento pre alistado tubos aguas negras		0,5		MOVIMIENTO
Deplazamiento barillas de ejes,cerchas y torres		1,5		MOVIMIENTO
Tiempo de espera por busqueda de herramienta para trabajo		10		
Desplazamiento por matriz para ensamblar base de carreta	0,25			
Soldadura de base	5,19			
Almacenar base de carreta a un lado del banco de soldadura	0			
Desplazamiento por matriz para ensamblar cuerpo de carreta	0,51			
Soladadura de cuerpo	5			
El cuerpo de la carreta se deja a un lado del banco de soldadura	0			
Ensamblaje de carreta	30			
Desplazamiento hacia zona de pintura		1		MOVIMIENTO
Preparacion de pintura	3,4			
Filtrado de pintura		0,22		ESPERA
Acado de carreta	11,48			
Espera para Secado de la pintura		60,95		ESPERA
Acoplamiento de rueda a carreta	1,35			
Perforacion y remachado de placa de indentificacion	1,7			
Desplazamiento a zona de producto terminado	0,51			
Limpiar pista mecanizada del eje		0,6		ESPERA
emsamblaje de rueda	0,51			
emsamblaje de placa	0,66			
Desplazamiento a zona de almacenamiento	0,81			
Almacenamiento	0,00			
totales	82,15753	104,68		186,84

Fuente. Los autores

Figura 18.

Diagrama de Valor



Fuente. Los autores

Con este análisis de valor, se logra identificar las actividades que hacen parte directamente del proceso, que son necesarias para la fabricación de una carreta y que tienen un valor agregado para el producto final.

También se encontraron actividades que actualmente hacen parte de la operación, se deben realizar, pero no tienen valor agregado en el proceso final, este valor equivale a un 56% del tiempo total. Si bien se puede observar es necesario analizar en qué actividades se pueden minimizar tiempos para mejorar la eficiencia en los procesos.

5.1.17. Implementación de propuestas de mejoramiento a partir de las técnicas de Lean Manufacturing

Se propone la implementación de algunas técnicas y herramientas de Lean Manufacturing que servirán para encontrar posibles soluciones a los cuellos de botella identificados en el análisis de valor actual, entre esas técnicas se encuentran: Metodología 5s, distribución en planta indicador de medición, acondicionamiento de maquina dobladora de tubos. Estas herramientas permitirán minimizar las actividades que no agregan valor al proceso de fabricación, con el objetivo de reducir 0.6 horas el tiempo de fabricación de las carretas y así cumplir con la producción de la demanda actual.

5.1.18. Propuesta de implementación Metodología 5'S

Con la realización del VSM actual del proceso de fabricación, se encontró una oportunidad de mejora en cuanto a él orden y aseo de las herramientas que se utilizan constantemente para la producción de una carreta metálica, no se cuenta con un lugar específico donde se deben ubicar, por ello se pierde 1,3 minutos haciendo dicha labor.

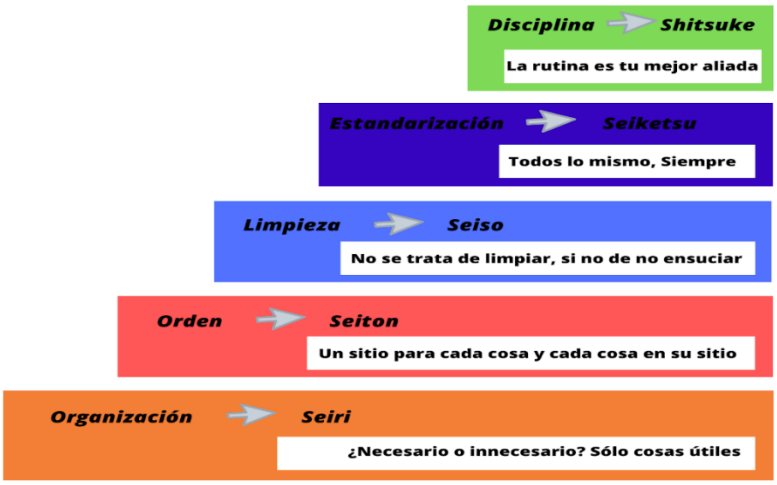
Se propone implementar la herramienta 5's con el fin de organizar y determinar la cantidad de herramientas e insumos necesarios para el desarrollo efectivo de las actividades del proceso.

5.1.19. Procedimiento propuesto para la Metodología 5's

La metodología de las 5's basada en el orden y la limpieza de las áreas de trabajo, creando una disciplina que en largo plazo se convierte en cultura y práctica común, la cual se interpreta de la siguiente manera:

Figura 19.

Metodología 5s



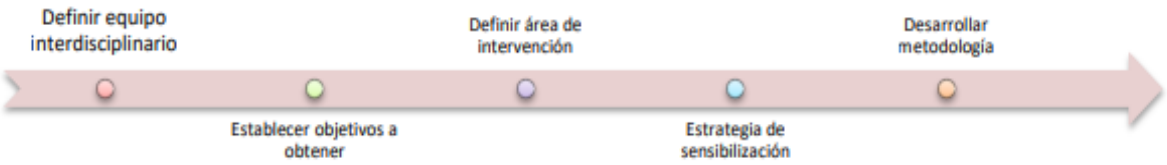
Fuente. Los autores

Definición acrónimo 5's Seiri-Seleccionar, Seiton-Simplificar, Seiso-Limpieza, Seiketsu-Estandarizar, Shitsuke-Autodisciplina, en la actualidad en la empresa Caliruedas S.A.S, no se ha implementado la metodología, por lo tanto, es importante introducirla en áreas críticas del proceso, con el objetivo de mejorar el ritmo de trabajo y la productividad,

involucrando de manera activa el área gerencial y de producción, para ello se sugiere los siguientes pasos:

Figura 20.

Pasos para aplicar metodología 5s



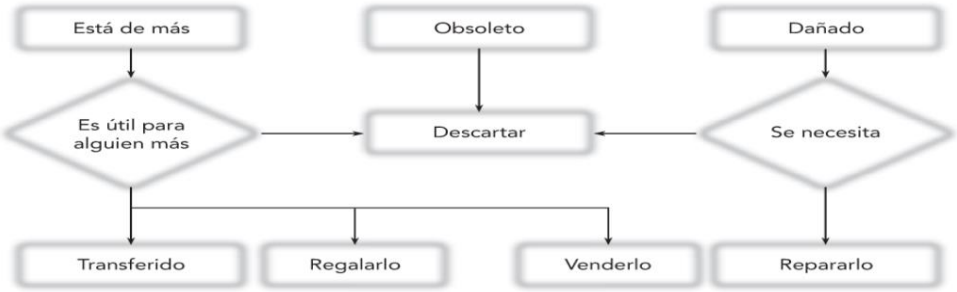
Fuente. Los autores

De acuerdo con la imagen anterior, para introducir la metodología en la planta y tener éxito en la implantación de la herramienta lean en la empresa será necesario contar con un equipo de trabajo motivado, de ese modo los resultados serán visibles en un menor espacio de tiempo y, por lo tanto, el personal tendrá un estímulo mucho mayor.

Seleccionar Seiri o clasificar significa eliminar del área de trabajo todos los elementos innecesarios que no se requieren para realizar el trabajo, para seleccionar los elementos necesarios se sigue el siguiente diagrama:

Figura 21.

Diagrama de flujo para la clasificación



Fuente: Socconini Pérez Gómez, L. V. (2019). page=137.

Para ello se propone realizar un listado de verificación de todas las herramientas e insumos que se tengan en el área de trabajo en el cual se puedan identificar si tiene lo necesario para ejecutar las actividades sin ninguna interrupción, además identificar cuáles son las herramientas innecesarias para tomar las medidas correctivas.

Esta lista es completada por cada uno de los operarios en cada sección del área de producción, encargado o supervisor durante el tiempo en que se ha decidido realizar la campaña Seiri, se recomienda posteriormente a la identificación el uso de tarjetas de color para tener una gestión visual de lo identificado en la lista, especialmente para las herramientas que tiene una baja necesidad y son almacenadas.

Tabla 29.

Lista de identificación de herramientas

Lista de Identificación Área De Producción		
Proceso De Corte (Tronzadora-Segueta Hidráulica-Cizalla-Esmeril)		
Herramienta o insumo	**Necesario**	**No Necesario**
Gafas de soldadura		
Metro		
Tiza o marcador		
Llave de seguridad (hombre solo)		
Llave de boca fija		
Gafas de seguridad		
Guantes de seguridad		
Camisa manga larga		
Proceso De Pre-Alistamiento		
Grifas para hacer pliegues de Varillas cuadradas		
Alicate		
Martillo de bola		
Matriz para hacer pliegues de varilla cuadrada		
Metro		
Llave de seguridad (hombre solo)		
Proceso De Ensamblaje Inicial (Soldadura)		
Corta frio		
Alicate		
Martillo pequeño		
Gel lubricante de toberas mig		
Máscara de soldadura		
Guantes para soldar		
Camisa gruesa para soldar		
Proceso De Pintura		
thiner		
pintura		
pistola para pintar		
Proceso De Ensamblaje Final (Torno)		
Lubricante		
Refrigerante		
Calibrador (pie de rey)		
Gafas de protección		

Fuente. Los autores

Paso seguido de haber identificado y seleccionado las piezas, de acuerdo la tabla es posible identificar las herramientas e insumos necesarias para la ejecución de la actividad sin ningún tipo de interrupción, para lo cual se debe decidir si se donan, se venden o se transfieren a otra área de la empresa, con el objetivo de tener solamente lo necesario, de lo contrario se deben descartar este tipo de herramientas de la empresa.

Por lo tanto, se propone el diseño de la siguiente tabla con el objetivo de identificar si las herramientas o insumos no útiles para el área de producción tienen un nuevo destino

Tabla 30.

Resumen elementos a Donar, transferir o Vender

Elementos innecesarios de producción		
Para Donar	Para transferir	Para Descartar

Fuente. Los autores

De acuerdo al resumen de la tabla anterior, es posible identificar si las herramientas, se donan, se venden o se transfieren a otra área de la empresa, teniendo en cuenta que solo debe permanecer lo necesarios para la ejecución de la actividad.

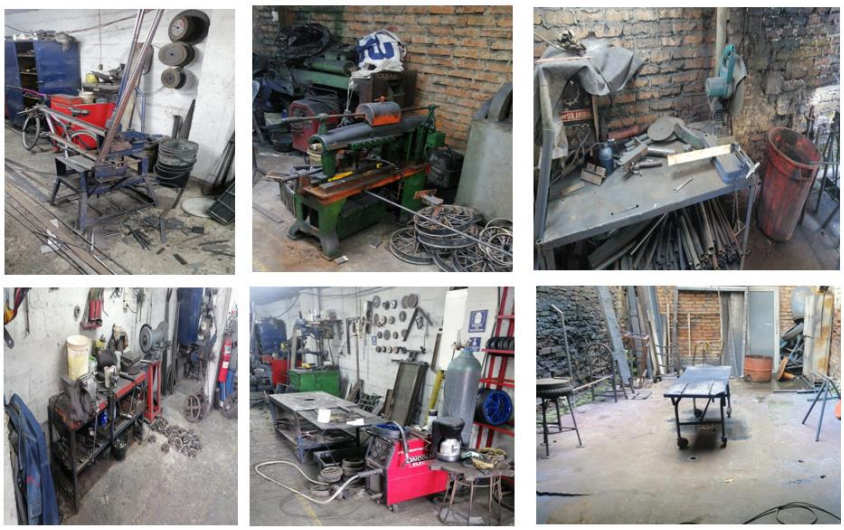
Luego de tener identificado cada una de las piezas que realmente aportan a la resolución de la actividad se procede a realizar la siguiente fase de la metodología 5's que es simplificar y ordenar cada una de las herramientas y asignarles un lugar específico.

Simplificar y ordenar Seiton consiste en organizar los elementos que se han clasificado como necesarios de modo que se puedan encontrar con facilidad, una vez se han eliminado los elementos innecesarios, se define el lugar donde se deben ubicar aquellos que se utilizan con frecuencia, identificándose para eliminar el tiempo de búsqueda y facilitar su retorno al sitio una vez utilizados (es el caso de la herramienta en el área de Producción).

En primer lugar, debemos establecer la mejor ubicación de las zonas de todos los artículos necesarios, el cual se puedan encontrar en menos de 30 segundos, para ello es importante ubicar y demarcar cada una de las herramientas siguiendo el principio de "Un lugar para cada cosa y cada cosa en su lugar"

Figura 22.

Estado actual



Fuente. Los autores

Por lo tanto, es importante establecer estrategias para eliminar los desperdicios y las actividades que no generan valor, con esta estrategia se busca agudizar el sentido de orden a través de la marcación, estas ayudas sirven para estandarizar acciones y evitar despilfarros de tiempo, dinero, materiales y lo más importante, eliminar riesgos potenciales de accidentes del personal en el área producción.

Después de obtener todo el puesto de trabajo organizado y clasificado con cada una de las herramientas e insumos necesarios se debe implementar un plan de limpieza continua, con el objetivo de tener el puesto de trabajo limpio, sino la planta de producción.

5.1.20. Limpieza

Seiso significa eliminar el polvo y suciedad de todos los elementos de una fábrica. La limpieza se relaciona estrechamente con el buen funcionamiento de los equipos y la habilidad para producir artículos de calidad. La limpieza implica no únicamente mantener los equipos dentro de una estética agradable permanentemente sino todo lo contrario de crear el hábito de mantener el sitio de trabajo en correctas condiciones.

El proceso de implementación se debe apoyar en un fuerte programa de entrenamiento y suministro de los elementos necesarios para su realización, como también del tiempo requerido para su ejecución.

Debido a que el área de producción representa un gran espacio dentro de la empresa, se propone que cada operario realice la limpieza y organización de su puesto de trabajo, para ello se propone una lista de chequeo personal de la limpieza.

Tabla 31.

Lista de chequeo de limpieza área de producción

Lista de chequeo limpieza	
Área de limpieza	Fecha de limpieza
Sección de trabajo	Hecho

Fuente. Los autores

Posteriormente, se propone implementar un sistema de motivación a los trabajadores y sean conscientes de que la limpieza hace parte del trabajo diario, se recomienda para esta propuesta hacer una serie de incentivos individuales y grupales en el área de producción, que den un reconocimiento ante toda la empresa para los puestos de trabajo más limpios, generando motivación en los operarios para asumir un rol autónomo de mantenimiento de las máquinas y estaciones de trabajo.

Después de generar esta conciencia en los operarios del área se puede proceder a la siguiente fase de estandarización de las anteriores etapas, donde se busca volver más duraderos los logros obtenidos.

5.1.21. Estandarizar

Seiketsu es la metodología que permite mantener los logros alcanzados con la aplicación de las tres primeras "S". Si no existe un proceso para conservar los logros, es posible que el lugar de trabajo nuevamente llegue a tener elementos innecesarios y se pierda la limpieza alcanzada con las acciones.

De manera activa se debe evaluar constantemente el trabajo realizado en el área de trabajo, para ello podemos utilizar:

- Estándares para la limpieza.
- Guías de ubicación de las herramientas.
- Codificación de los espacios.
- Etiquetas, entre otros.

5.1.22. Autodisciplina

La implementación de las “5S” se basa en el trabajo en equipo. Permite involucrar a los trabajadores en el proceso de mejora desde su conocimiento del puesto de trabajo. Los trabajadores se comprometen. Se valoran sus aportaciones y conocimientos. La mejora continua se hace una tarea de todos, todo esto buscando que en área se den grandes beneficios.

5.1.23. Actividades de la empresa

Realizar constantemente diferentes campañas de promoción de la metodología en la cual se resalte los avances obtenidos en el lapso de tiempo. Promocionar capacitación continua de los diferentes actores involucrados en el proceso

Difundir en la planta la importancia de la metodología e incentivar a todos a llevarla a cabo.

5.1.24. Actividades de los operarios

Cumplir con los acuerdos consensados con los responsables. Seguir las normas de organización y limpieza de acuerdo a los planes. Compromiso para mantener y mejorar el nivel de la organización.

En conclusión, la propuesta de implementación de la metodología de las 5S's en el área de producción tiene grandes beneficios al proceso, debido a que cualquier operario involucrado en el proceso se encontrará en la capacidad de poder identificar ágilmente el estado de su puesto de trabajo, proponiendo mejoras al orden, limpieza y organización del espacio determinando o puesto de trabajo óptimo.

5.1.25. Propuesta De Adecuación y uso de Maquina para doblar tubos

Otra de las actividades identificadas en el VSM que no agregan valor al proceso de Pre-alistamiento es la de tercerizar la operación de la máquina para doblar los bordes de los tubos, debido a que actualmente la máquina que se tiene no se encuentra en funcionamiento.

Figura 23.

Como se realiza actualmente la Operación

Fuente. Los autores

La empresa inicialmente compra los materiales que va a utilizar para los pedidos, en esos materiales incluye la compra de los tubos que utiliza la carreta metálica, luego, la recepción de los tubos y los almacena, una vez ingresa el pedido, se inicia la producción la cual

continua con el proceso de corte, pasa a pre-alistamiento donde se procede a contactarse con el proveedor que realizar la operación de doblado de los tubos para saber su disponibilidad de tiempo. El proveedor le cobra a la empresa un valor de $2000 pesos por unidad, adicional se deben desplazar los tubos que se va a doblar por medio de una carreta hasta llegar al taller del proveedor y esperar a que le haga el proceso a cada tubo, terminando el proceso de dobles de deben desplazar nuevamente a la empresa para continuar el proceso de fabricación de la carreta, en toda esta operación se toma un tiempo de 25 minutos.

Si bien, esta es una de las actividades que más demanda tiempo, es una actividad necesaria pero no agrega valor, poder minimizar ese tiempo aportaría positivamente a la eficiencia de Caliruedas S.A.S, al igual que generaría un impacto económico positivo.

A continuación, se muestra el impacto económico que se tendría una vez se ponga en funcionamiento la máquina, para esto se tomaron las ventas anuales en unidades, con el fin de identificar el ahorro anual al no tener el proceso tercerizado.

Tabla. 32.

Ahorro anual

VENTAS EN EL AÑO EN CARRETA	860
CANT DE TUBOS POR CARRETA	2
COSTO POR UNIDAD EN CURVA	2000
COSTO MENSUAL	$ 286.666,67
TOTAL POR AÑO	$ 3.440.000,00

TIEMPO DESPLAZAMIENTO A PROVEEDOR DE CURVAS	25 MTOS
NUMERO DE PERSONAS QUE REALIZAN ESA LABOR	1 OPERARIO

Fuente. Los autores

Las Maquinas dobladora de tubos son herramientas diseñadas para manipular metales, especialmente para moldearlos y curvar tubos, son máquinas específicas que aplican la suficiente energía para doblar una pieza y evitar tensiones o que la pieza se doble excesivamente. El doblado de tubos es un proceso en frío que produce una curva de acuerdo con la forma de una matriz, al tiempo que conserva la forma de la sección transversal del tubo.

Figura 24.

Maquina Actual

Fuente. Los autores

La empresa cuenta con la máquina para doblar tubos aproximadamente hace 3 años, pero no se había planteado la opción de acondicionarla para ponerla en funcionamiento hasta la actualidad. Se propone la adecuación de la maquina dobladora de tubos y por ello se

programa una valoración con un proveedor para determinar en qué estado se encuentra el equipo y el costo que requiere para ponerla en funcionamiento.

Tabla 33.

Inversión Maquina dobladora de tubos

Piezas para terminar de armar la maquina curvadora de tubos

		INVERSION	
		Costo	
1	Armar gato que hace contra fuerza	esta operacion lo realiza el mismo taller	
2	Regleta para el acople del macho	$	130.000,00
3	2 Pares de dados	$	450.000,00
4	Macho empuja	$	400.000,00
4	Mano de obra y pintura	$	100.000,00
	Inversion total	$	1.080.000,00
		MESES	
	Tiempo en que se recupera la inversion	4	

Fuente. Los autores

La siguiente imagen muestra el análisis realizado considerando el impacto del ahorro en tiempo que se obtendría con la adecuación de la máquina, el cual sería de aproximadamente 20 minutos.

Tabla 34.

Ahorro en tiempo y costo

AHORRO EN COSTO

		Minutos
Tiempo de dobles de tubo en maquina		5
Tiempo de desplazamiento		20
total		25
Costo de Carreta Metalica	$	393.312,00
tiempo de fabricacion de carreta		185,82
costo por minuto	$	2.116,63
Costo total por los 20 minutos	$	42.332,58
Costo x mes	$	1.142.979,66

AHORRO EN TIEMPO

Tiempo de desplazamiento	20
Dias del mes	27
Total en minutos	540
Total en hras	9

Fuente. Los autores

Para esta actividad no sería necesario aumento de personal en la empresa ya que la persona que actualmente debe trasladarse hacia el proveedor de la máquina sería la misma persona que realiza la operación.

Actualmente se cuenta con el personal capacitado en operar este tipo de maquias ya que son colaboradores con más de 10 años de experiencia en este campo.

5.1.26. Propuesta plan de mantenimiento para maquina dobladora de tubos

Con el fin de darle un buen uso a la maquina dobladora de tubos, se debe tener un plan de mantenimiento preventivo que permitirá tener el equipo en óptimas condiciones y así prevenir los mantenimientos correctivos que ocasionarían frenar la producción.

5.1.27. Plan de mantenimiento preventivo

Se propone establecer un mantenimiento preventivo, que permitirá el funcionamiento óptimo del equipo, revisando de manera mensual cada una de las partes que lo componen, para ello se crea un formato con todas las actividades que se debe realizar como las lubricaciones, cambio de aceite, inspección de rodamientos, desgaste de piezas.

Con el mantenimiento preventivo se evitan los fallos antes de que ocurran. De esta manera, se termina la idea de parar toda una producción porque una máquina se ha averiado, con la consecuente pérdida de tiempo del empleado y de productividad de la máquina. Con un sistema de mantenimiento preventivo evitamos ese daño, esa pérdida de tiempo en la reparación, ya que la revisión o reparaciones oportunas se han realizado antes de que ocurran. Algunas acciones del mantenimiento preventivo son: ajustes, limpieza, análisis, lubricación, calibración, reparación, cambios de piezas, entre otros.

El mantenimiento preventivo se efectúa periódicamente. De igual manera, el mantenimiento preventivo tiene como objetivo detectar fallas que puedan llevar al mal funcionamiento del objeto en mantenimiento y, de esta manera se evita los altos costos de reparación y se disminuye la probabilidad de paros imprevistos.

Figura 25.

Formato para el plan de mantenimiento preventivo

ORDEN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO		PROCESO DE GESTION DE MANTENIMIENTO
FECHA DE EMISION	FECHA DE REVISION	VERSION 5

MECANICO ☐ **ELECTRICO** ☐ **OTRO** ☐

DESCRIPCION MAQUINA CURVADORA DE TUBOS
AREA CALI RUEDAS S.A.S MES JULIO

ACTIVIDADES	ESTADO ACTIVIDAD
FUGAS CILINDROS-MANGUERAS (VERIFICAR EL NIVEL DE ACEITE)	
LUBRICACION	
REVISION DE ACEITE HIDRAULICO *CAMBIO CADA 2000 HRS DE TRABAJO	
FUNCIONAMIENTO DE LA BOMBA HIDRAULICA	
FUNCIONAMIENTO DE MANGUERAS	
INSPECCION DE RODAMIENTOS	
VERIFICAR DESGASTE DE PIEZAS QUE TIENEN FRICCION	
VALVULAS DIRECCIONALES HIDRAULICAS	
RAYADURAS EN EL EJE DEL CILINDRO	
LIMPIZA MAQUINA	
ACOMPLES HIDRAULICOS	

OBERVACIONES

	INICIO	FINAL
FECHA		
HORA		

	NOMBRE
ELABORADOR POR	
REVISADO POR	
FECHA ENTREGA EQUIPO	
RECIBIDO POR	

TRABAJO PROGRAMADO ☐ TRABAJO REALIZADO ☐

Fuente. Los autores

5.1.28. Propuesta de Implementación de Ventiladores en el proceso de secado de la pintura

Una de las actividades para la fabricación de una carreta metálica que más tiempo genera es el secado de la pintura ya que una vez aplicada se toma un tiempo aproximado de 60 minutos para que tenga mayor adherencia, esta actividad se realiza a temperatura ambiente en un espacio amplio y despejado.

Revisando las posibilidades de poder reducir este tiempo, se planteó en hacer uso de dos ventiladores que se encontraban almacenados en el segundo piso del taller, no se le estaban dando utilidad actualmente. Se realizó 5 tomas de tiempos con diferentes carretas que ya se encontraba lista para el secado, se aplicó las dos capaz de pintura y se colocaron en el área de secado con los ventiladores. Se tomó el tiempo con cronometro y se logró tener una reducción en tiempo de 10 minutos.

Tabla 35.

Toma de tiempos al secado de la carreta

ACTIVIDAD	T1	T2	T3	T4	T5	T.Promedio
Secado de carreta con 2 ventiladores	50,95	50,95	50,94	50,95	50,95	50,95

Fuente. Los autores

Figura 26.

Ventiladores Actuales

Imagen. Ventilador actual

Fuente. Los autores

5.1.29. Propuesta de Mejora en la distribución del proceso de corte a Pre-alistamiento con el fin de reducir desplazamientos

Esta propuesta de mejora está enfocada en reducir los desplazamientos que se realizan actualmente entre el proceso de corte a Pre-alistamiento, lo plantea hacer es reubicar la máquina de corte simultáneamente a la sección de Pre-alistamiento para así poder eliminar los movimientos que no están generando valor al proceso de fabricación.

Los desplazamientos que se logran son:

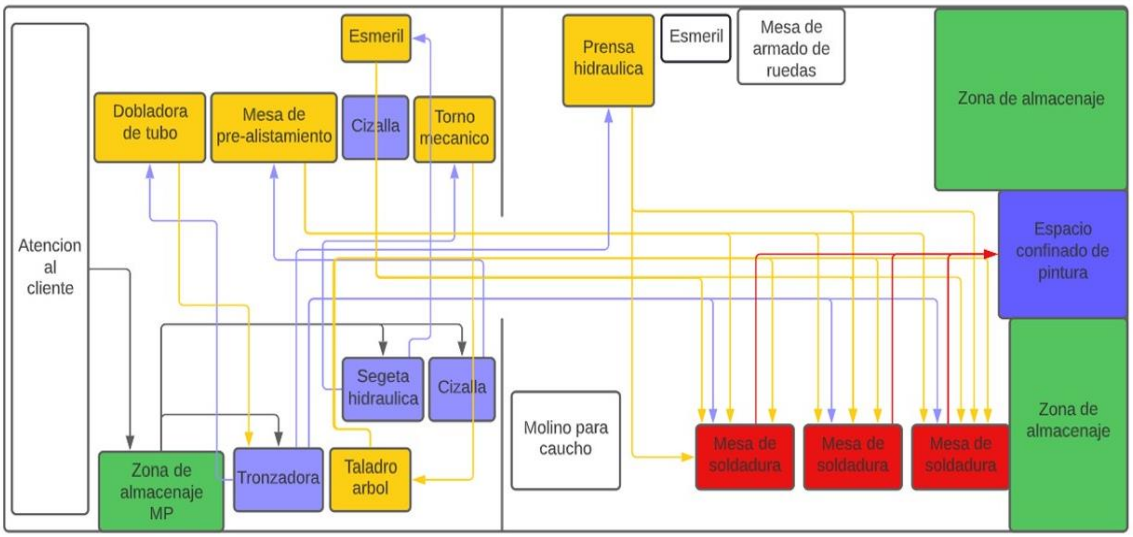
- Desplazamiento para pulir tubos de aguas negras en esmeril.

- Desplazamiento esmeril.
- Desplazamiento por materia prima.

Realizando esta mejora se logra reducir 2,91 minutos entre procesos, logrando así minimizar tiempos en la producción de carretas.

Figura 27.

Distribución de maquina corte futura



Fuente. Los autores

5.1.30. Propuesta de implementación de indicador de entregas (OTIF) para la empresa Caliruedas S.A.S

Se propone el siguiente diseño para implementar el indicador de entregas OTIF que significa On Time, que indica si se entregó el producto a tiempo y en el lugar acordado e In Full, que mide, si los productos o servicios están dentro de las especificaciones acordadas con el cliente tanto en calidad, dimensiones, cantidad, condición física perfecta, precio, entre otros atributos, para la empresa Caliruedas S.A.S, para esto se toma los pedidos y facturación del primer semestre del año 2022 como base para desarrollar la propuesta. Considerando que la promesa de servicio en cuanto al tiempo de respuesta una vez se recibe la orden de compra del cliente es de 7 días.

5.1.31. Requerimientos

- Registro del ingreso de la OC o pedido en forma digital (Excel) para la tabulación del indicador.
- Registro de la facturación del pedido en forma digital (Excel) para la tabulación del indicador.
- Capacitar al personal sobre la actualización del indicador.
- Definir la periodicidad con la cual se actualizará los registros mencionados del indicador.

Inicialmente para calcular el indicador OTIF en cuanto a on time se toma la fecha en la que ingresa el pedido y se compara con la fecha en la que se facturo, para la medición de la in full se toma la cantidad del pedido y se compara con la cantidad facturada. Realizando el cálculo de la siguiente manera:

On Time (en %): número de entregas realizadas a tiempo / número total de entregas

In Full (en %): número de entregas que estaban dentro de las especificaciones / número total de entregas.

Tabla 36.

OTIF (en %): On Time x In Full

Tabla base registro información indicador OTIF

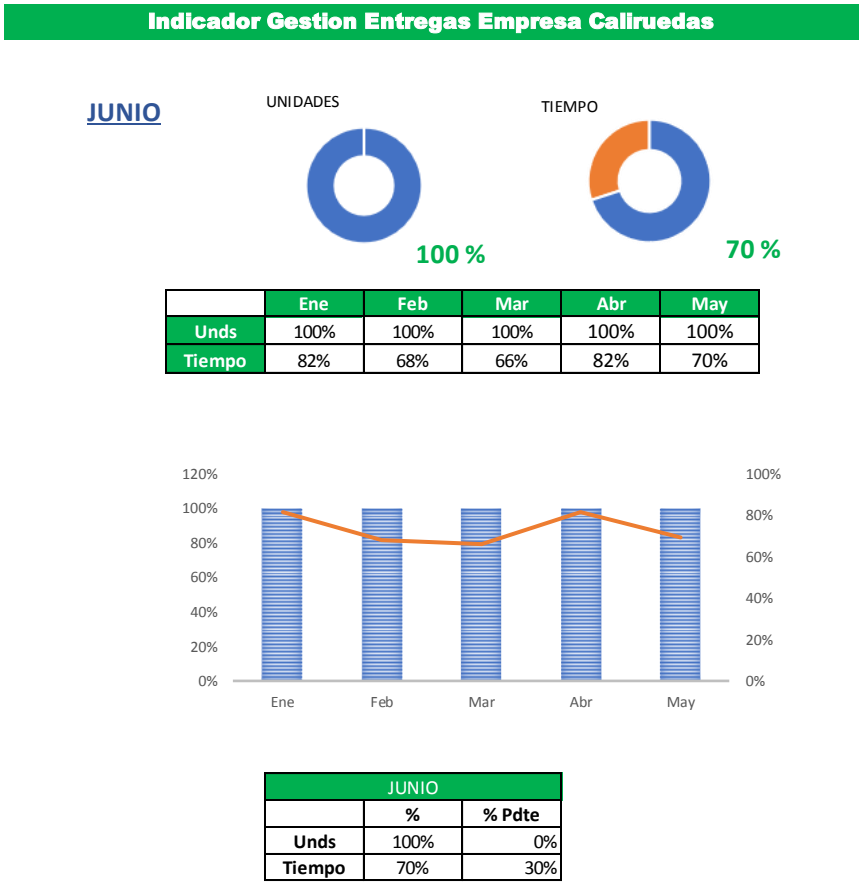
PEDIDO						FACTURA		INDICADORES				100%	100%	
Mes	fecha pedido	Código	Nombre producto	Grupo	Cantidad pedid	cantidad	fecha entrega	tiempo atencion	META TOTAL	% CUMPLI TIEMPO	% CUMPLI UNDS	Tiempo	Unds	OTIF
Enero	3/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	20	20	13/01/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Enero	5/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	3	3	15/01/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Enero	7/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	2	2	16/01/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Enero	11/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	10	10	20/01/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Enero	11/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	21/01/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Enero	13/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	2	2	24/01/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Enero	15/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	24/01/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Enero	17/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	3	3	25/01/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Enero	18/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	26/01/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Enero	20/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	1	1	27/01/2022	7,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Enero	21/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	27/01/2022	6,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Enero	24/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	28/01/2022	4,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Enero	24/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	29/01/2022	5,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Enero	25/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	31/01/2022	6,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Enero	25/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	31/01/2022	6,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Enero	26/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	3/02/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Enero	27/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	18	18	7/02/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Enero	29/01/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	9/02/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Enero	31/01/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	12	12	12/02/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Febrero	2/02/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	15	15	17/02/2022	15,0	7	47%	100%	0,5	1,0	47%
Febrero	12/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	9	9	19/02/2022	7,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Febrero	14/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	3	3	22/02/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Febrero	16/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	2	2	25/02/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Febrero	18/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	4	4	28/02/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Febrero	20/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	2/03/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Febrero	22/02/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	10	10	7/03/2022	13,0	7	54%	100%	0,5	1,0	54%
Febrero	24/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	3	3	8/03/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Febrero	26/02/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	16	16	12/03/2022	14,0	7	50%	100%	0,5	1,0	50%
Marzo	4/03/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	16/03/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Marzo	8/03/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	9	9	19/03/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Marzo	12/03/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	13	13	23/03/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Marzo	14/03/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	24/03/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Marzo	18/03/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	28/03/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Marzo	24/03/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	18	18	2/04/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Marzo	28/03/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	9/04/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Abril	4/04/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	14	14	12/04/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Abril	7/04/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	6	6	18/04/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Abril	9/04/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	3	3	19/04/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Abril	11/04/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	20/04/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Abril	13/04/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	14	14	25/04/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Abril	18/04/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	10	10	27/04/2022	9,0	7	78%	100%	0,8	1,0	78%
Abril	21/04/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	28/04/2022	7,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Abril	23/04/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	12	12	30/04/2022	7,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Abril	25/04/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	11	11	3/05/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Abril	27/04/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	5/05/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Abril	29/04/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	3	3	7/05/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Mayo	2/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	18	18	13/05/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Mayo	5/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	20	20	18/05/2022	13,0	7	54%	100%	0,5	1,0	54%
Mayo	7/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	20/05/2022	13,0	7	54%	100%	0,5	1,0	54%
Mayo	10/05/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	2	2	23/05/2022	13,0	7	54%	100%	0,5	1,0	54%
Mayo	13/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	1	1	23/05/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Mayo	11/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	23/05/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Mayo	16/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	1	1	24/05/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Mayo	19/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	25/05/2022	6,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Mayo	21/05/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	2	2	28/05/2022	7,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Mayo	23/05/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	3	3	30/05/2022	7,0	7	100%	100%	1,0	1,0	100%
Mayo	25/05/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	16	16	4/06/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Mayo	27/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	1	1	6/06/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Mayo	27/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	5	5	8/06/2022	12,0	7	58%	100%	0,6	1,0	58%
Mayo	28/05/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	1	1	10/06/2022	13,0	7	54%	100%	0,5	1,0	54%
Mayo	31/05/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	20	20	14/06/2022	14,0	7	50%	100%	0,5	1,0	50%
Junio	7/06/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	8	8	17/06/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Junio	10/06/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	23	23	21/06/2022	11,0	7	64%	100%	0,6	1,0	64%
Junio	11/06/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	28/06/2022	17,0	7	41%	100%	0,4	1,0	41%
Junio	18/06/2022	C-001	CARRETA GRANDE	Productos	1	1	28/06/2022	10,0	7	70%	100%	0,7	1,0	70%
Junio	21/06/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	2	2	29/06/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%
Junio	22/06/2022	C-002	CARRETA PEQUEÑA	Productos	4	4	30/06/2022	8,0	7	88%	100%	0,9	1,0	88%

Fuente. Los autores

Una vez realizado los cálculos en la base se genera una tabla dinámica con la información más relevante que permita analizar la información registrada y de este modo realizar un seguimiento del rendimiento de los procesos, adicional evaluar la calidad del servicio al cliente.

Figura 28.

Indicador gestión de entregas empresa Caliruedas S.A.S



	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Unds	100%	100%	100%	100%	100%
Tiempo	82%	68%	66%	82%	70%

JUNIO		
	%	% Pdte
Unds	100%	0%
Tiempo	70%	30%

Fuente. Los autores

La imagen anterior muestra el comportamiento acumulado del indicador en el primer semestre del año 2022, resaltando el comportamiento registrado en el último mes del semestre en el cual se tiene un cumplimiento en la entrega en unidades (In Full) del 100% y un cumplimiento de las entregas en tiempo (On time) del 70% para un OTIF del 70%.

5.2. Resultados obtenidos a partir de la implementación de las propuestas de mejora

5.2.1. Reducción tiempos por 5S.

Con la implementación de las 5s, se logran reducir 1,3 minutos en el proceso de ensamblaje ya que se elimina la pérdida de tiempo por la búsqueda de herramientas que no se encuentran en su lugar.

5.2.2. Reducción de tiempo por maquina dobladora de tubos

Con esta mejora se logran reducir 20 minutos al proceso ya que se eliminaría el desplazamiento hacia el proveedor que realiza esta actividad.

5.2.3. Reducción de tiempo por Ventiladores

Con el uso de dos ventiladores en el proceso de secado de pintura se logra reducir 10 minutos en este proceso.

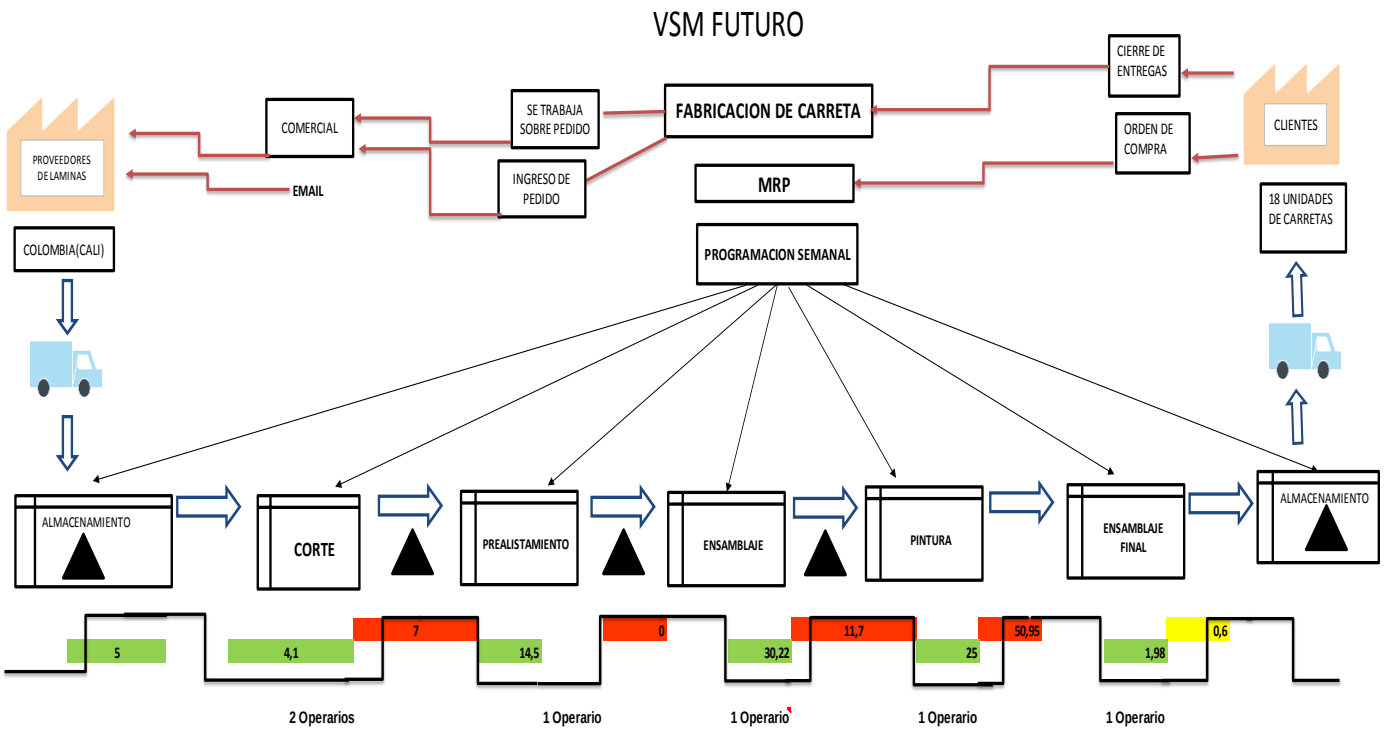
5.2.4. Reducción de tiempo por Distribución máquina de corte a Pre-alistamiento

Con esta modificación en el área, se logra reducir 2,91 minutos generados por desplazamientos que no agregan valor en el proceso de pre-alistamiento.

5.2.5. Propuesta de análisis de valor global a partir del VSM futuro

Figura 29.

Tiempo de secado de la pintura



Fuente. Los autores

Tabla 37.

Imagen. Resultado de VSM Futuro

HORARIOS		
LUNES A SABADO	MINUTOS	HORAS
TURNOS (8:00 AM a 5:00 PM):	540	9
ALMUERZO:	60	1
REFRIGERIO (MAÑANA-TARDE)	30	0,5
TIEMPO DISPONIBLE:	450	7,5

	MIN	HORAS
TIEMPO DE PROCESO:	80,80	1,35
TIEMPOS DE NO VALOR:	70,25	1,17
LEAD TIME:	151,05	2,52

TAKT TIME:	150,00	MINUTOS POR UNIDAD
DEMANDA	3	UNIDADES

PERSONAL DE TURNO	
OPERARIOS	6

CAPACIDAD EMPRESA CALIDAD RUEDAS S.A	
UNIDADES POR CD 2,5 HORAS	1,00
UNIDADES POR TURNO 7.5 HRS	3,00
UNIDADES POR SEMANA (6 DIAS)	18,0

Fuente. Los autores

CAPITULO VI: CONCLUSIONES

- Por medio de la caracterización del proceso se logra conocer e identificar las entradas y salidas del proceso actual de la empresa Caliruedas S.A.S

- La estandarización en los tiempos de fabricación propuesta permitirá reducir los tiempos actuales y mejorar los tiempos de entrega.

- Con la implementación de la metodología 5 S, permitirá obtener un ahorro en tiempo ya que se podrá establecer un orden especifico de los materiales necesario en el proceso, también le permitirá a la empresa Caliruedas S.A.S tener una mejor imagen en sus instalaciones.

- La inversión requerida para el acondicionamiento de la maquina dobladora es de $1.080.000 considerando el ahorro obtenido al no tercerizar esta actividad se recuperará en 4 meses teniendo en cuenta que el ahorro mensual es de $286,666.

- Con el arreglo de la maquina dobladora de tubos se obtuvo un ahorro en tiempo de aproximadamente 9 horas mensuales, lo que equivale a un ahorro mensual de $1.142.979.

- A partir de la distribución de planta que se propone en la sección de corte y Pre-alistamiento, se lograra eliminar movimientos que no generan valor en el proceso fabricación.

- Con la implementación del indicador (OTIF) se podrá medir el cumplimiento en el tiempo de entrega.

- Con las mejoraras propuestas se lograría cumplir con la demanda actual de la producción, puesto que se pasaría a fabricar de 15 a 18 carretas semanales mejorando así la eficiencia en la fabricación de carretas.

CAPITULO VII: RECOMENDACIONES

- Se recomienda a la empresa Caliruedas S.A.S analizar la viabilidad en la implementación de las propuestas de mejoras expuestas en este proyecto con el fin de obtener buenos resultados.

- Con el diagnostico obtenido se evidencia que hay varias oportunidades de mejora, es importante identificarlas y establecer planes de acción para hacer su proceso mucho más eficiente y competitivo.

CAPITULO VIII: REFERENCIAS

González Escobar, D. F. (2009). *Estandarización de procesos de fábrica y elaboración de indicadores de productividad en la empresa ITC ingeniería de plásticos industriales*. Universidad Autónoma de Occidente.

Chacón Ortega, E. A. (2018). *Estudio de métodos y tiempos en la comercializadora herluz s.a.s en la ciudad de San José de Cúcuta*. https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/11759

Ariza-Peña, E. (2020). *Estandarización de los procesos de la empresa Diseños Exan S.A.S*.

Walter Stachú, S. (2009). Identificación de la problemática mediante Pareto e Ishikawa. El Cid Editor | apuntes. https://elibro.net/es/lc/uniajc/titulos/31400

Vera Chang, J. (2020). Principios generales de sistemas de gestión de la calidad Primera edición: marzo 2020.

Colecciones Digitales UDLAP. (s. f.). *Capítulo III Obtención y análisis de la información*. Colecciones Digitales UDLAP - CAPÍTULO III Obtención y Análisis de la Información. Recuperado 2 de noviembre de 2021, de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/duran_c_i/capitulo3.pdf

Revista y contenido educativo. Equipo de redacción profesional. (2018, 02). ¿Para qué sirve un diagrama de flujo? Redactores Profesionales. Obtenido en fecha 11, 2021, desde el

sitio web: https://www.diagramasdeflujo.com/flujograma/para-que-sirve-un-diagrama-de-flujo/.
Via: https://www.diagramasdeflujo.com/flujograma/para-que-sirve-un-diagrama-de-flujo/

La Vida Cotidiana, D. D. E. F. Y. S. U. R. C. (n.d.). *FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES CARRERA DE INGENIERÍA EN MARKETING*. Edu.Ec. Retrieved November 15, 2021, from http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14847/1/E-4389_GONZALEZ%20ESPINOSA%20JENNIFFER%20XIOMARA.pdf

Palacios, L. (2016). Ingeniería de métodos: movimientos y tiempos (2a. ed.). Ecoe Ediciones. https://elibro.net/es/lc/uniajc/titulos/114350

Vista de Núm. 38: A 100 años de la administración científica Julio-diciembre 2010. (n.d.). Uam.Mx. Retrieved November 15, 2021, from http://gestionyestrategia.azc.uam.mx/index.php/rge/issue/view/29/12

de Tesina: Marcos Gallacher Autores: Erica Felsinger-Pablo Manuel Runza, D. (n.d.). *Productividad: Un Estudio de Caso en un*. Edu.Ar. Retrieved November 15, 2021, from https://ucema.edu.ar/posgrado download/tesinas2002/Felsinger_MADE.pdf

Lorenzo, E. P. (2018). *La Productividad Laboral y Competencia Laboral de los servidores públicos de la Dirección General de Formación Profesional y Capacitación Laboral del MTPE – Lima, 2017*. repositorio.ucv.edu.pe. Recuperado 3 de noviembre de 2021, de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/23150/LORENZO_GEP.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Callejo, D., López, F., Pérez, J., & Vidal, J. M. V. (n.d.). *e-REdING. Biblioteca de la Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla*. Bibing.Us.Es. Retrieved November 15, 2021, from http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/5052/

Spuner. (2011, June 13). Introducción a la teoría general de la administración, 7ma Edición – Idalberto Chiavenato. Freelibros.me. https://www.freelibros.me/administracion/introduccion-a-la-teoria-general-de-la-administracion-7ma-edicion-idalberto-chiavenato

Companys Pascual, R., & Corominas Subias, A. (n.d.). *Organización de la producción I : diseños de sistemas productivos 1*. Retrieved November 15, 2021, from https://www.virtualpro.co/biblioteca/organizacion-de-la-produccion-i-disenos-de-sistemas-productivos-1

EdgarAlexanderwilcheshttps://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/20798/u246018.pdf?sequence=1 2003

Analisis del mapeo de valor: Rafael C. Cabrera Calva 2021 file:///C:/Users/Juan/Downloads/paso%20a%20paso%20del%20VSM%20(1).pdf

Lean Manufacturing: paso a paso. Barcelona, Marge Books. ¿Recuperado de https://elibro.net/es/ereader/uniajc/117567?

Indicador OTIF https://blog.quick.com.co/que-es-el-otif/

Value Stream mapping

https://repository.unicatolica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12237/1113/PROPUESTA_DISMINUCI%C3%93N_REPROCESOS_F%C3%81BRICA_TEXTIL_MAQUILAR%20SA_UTILIZANDO_HERRAMIENTA_VALUE_STREAM_MAPPING%20(VSM)_EMPOWERMENT.pdf?sequence=1

Imagen http://jramos.com/las-5s-al-desnudo/