

Propuesta de mejora del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 mediante la filosofía Lean Manufacturing en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C SAS

Kevin Stiven Alfonso García

Hervin Duvan Torres Suarez

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2019

Propuesta de mejora del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 mediante la filosofía
Lean Manufacturing en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C SAS

Kevin Stiven Alfonso García

Hervin Duvan Torres Suarez

Asesor del Trabajo de grado

Nelson Humberto Cruz Villarraga

Trabajo de grado para optar por el título de

Profesional en Ingeniería Industrial

Universitaria Agustiniana

Facultad de Ingeniería

Programa de Ingeniería Industrial

Bogotá D.C.

2019

Resumen

La empresa Carpas & Cubrimientos C&C. ubicada en Bogotá, se dedica a la elaboración de carpas con una experiencia de 15 años. Por medio de información recolectada se observa que la organización no cumple con los tiempos estipulados de pedidos, no cuenta con herramientas para medir el desempeño de la producción y se presentan errores que provocan reprocesos y aumentan los tiempos de fabricación. Para este trabajo se plantea como principal objetivo diseñar una propuesta de mejora utilizando las herramientas de Lean Manufacturing que beneficie a la empresa y poder contribuir a mejorar el desempeño de la producción, esto se hizo por medio de un estudio de tiempos y movimientos de la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, mediante el cual se propone un nuevo flujo del proceso y diagramas de recorrido, se generan indicadores de rendimiento y se desarrolló un diagnóstico de Lean Manufacturing y se determinó el uso las siguientes herramientas: 5S, Poka Yoke, Jidoka, Kanban y VSM; y se ejecutó un estudio de costo y beneficio. El trabajo tiene como finalidad poder visualizar el estado de la empresa por medio de indicadores, proponer un clima laboral optimo donde se encuentren las áreas de trabajo en excelente estado, eliminar los errores que se cometen en los procesos de fabricación, mejor visualización del flujo de proceso, proponer algunas opciones de maquinaria que ayudan a mejorar los tiempos y calidad de los procesos y eliminar o disminuir al máximo las tareas que no generan valor al proceso de fabricación.

Palabras clave: Lean Manufacturing, 5S, Poka Yoke, Jidoka, Kanban, VSM, flujo de proceso.

Abstract

The company Carpas & Coverings C & C. located in Bogotá, is dedicated to the development of tents with an experience of 15 years. By means of information collected, it is observed that the organization does not comply with the stipulated order times, does not have tools to measure production performance and errors that provoke reprocessing and increase manufacturing times are presented. For this work, the main objective is to design a proposal for improvement using Lean Manufacturing tools that benefit the company and to contribute to improve the performance of production, this was done through a study of times and movements of manufacturing of the hangar tent type 12x6, through which a new process flow and route diagrams are proposed, performance indicators are generated and a diagnosis of Lean Manufacturing was developed and the use of the following tools was determined: 5S, Poka Yoke, Jidoka , Kanban and VSM; and a cost and benefit study was carried out. The purpose of the work is to be able to visualize the state of the company by means of indicators, propose an optimal working environment where the work areas are in excellent condition, eliminate the errors that are committed in the manufacturing processes, better visualization of the flow of process, propose some machinery options that help to improve the times and quality of the processes and eliminate or diminish to the maximum the tasks that do not generate value to the manufacturing process

Keywords: Lean Manufacturing, 5S, Poka Yoke, Jidoka, Kanban, VSM, process flow.

Tabla de Contenido

Introducción	13
1. Identificación del problema.....	14
1.1. Antecedentes del problema	14
1.1.1. La empresa.....	14
1.2. Descripción del problema.....	17
1.3. Formulación del problema	22
1.4 Sistematización del problema.....	22
2. Justificación.....	23
3. Objetivos	24
3.1. Objetivo general.....	24
3.2. Objetivos específicos	24
4. Marco referencial.....	25
4.1 Antecedentes de la investigación.....	25
4.2. Marco teórico.....	27
4.2.1. Lean Manufacturing.	27
4.2.2. Herramientas de Lean Manufacturing	31
4.2.2.1. Kaizen.	31
4.2.2.2. Kanban.....	31
4.2.2.3. Heijunka.....	31
4.2.2.4. TPM.....	32
4.2.2.5. 5'S.....	32
4.2.2.6. Just in time.	33
4.2.2.7. Value Stream Mapping.	33
4.2.2.8. Jidoka.....	33
4.2.2.9. KPI'S.	34
4.2.2.10. Poka Yoke.....	34
4.3. Marco conceptual.....	34
4.4 Marco legal.....	36
5. Marco metodológico	37
5.1. Tipo de investigación	37
5.2. Variables de la investigación.....	38

5.3. Hipótesis de la investigación	38
5.4. Tamaño poblacional	39
5.5. Proceso metodológico	40
5.6. Tratamiento de la información	41
5.6.1. Entrevistas y encuestas informales.....	42
5.6.2. Estudio de tiempos.	42
5.6.3. Diagramas de recorrido.	42
5.6.4. VSM.	42
6. Resultados	43
6.1. Diagnostico lean	43
6.2. Descripción del proceso de fabricación	47
6.2.1. Diagramas de flujo actuales.....	50
6.2.2. Diagramas de flujo propuestos.	53
6.2.3. Diagramas de recorrido actuales.	56
6.2.4. Diagramas de recorrido propuestos.....	59
6.3. Propuesta	62
6.3.1. 5'S.	62
6.3.1.1. Seiri – Organización o clasificación.....	65
6.3.1.2. Seiton – Orden.....	77
6.3.1.3. Seiso – Limpieza.	82
6.3.1.4. Seiketsu – Control visual	83
6.3.1.5. Shitsuke – Disciplina.	86
6.3.2. Poka-Yoke	90
6.3.3. Jidoka.....	98
6.3.4. Tableros Kanban.	103
6.3.5. VSM.	106
6.3.6. Indicadores clave de rendimiento (KPI'S).	112
6.3.6.1. Indicador de pedidos entregados a tiempo.....	112
6.3.6.2. Indicador de cumplimiento del proveedor de tubería.	114
6.3.6.3. Indicador de cumplimiento del proveedor de lonas.	115
6.3.6.4. Indicador de satisfacción del cliente.....	117
6.3.7. OEE (Overall Efficiency Equipment): Eficiencia Global de Equipos.	118

6.3.7.1. Índice de disponibilidad.....	119
6.3.7.2. Índice de rendimiento.	119
6.3.7.3. Índice de calidad.....	120
6.3.7.4. Índice OEE.....	120
7. Costo y beneficio de la propuesta.....	122
8. Presupuesto	126
Conclusiones	128
Recomendaciones	130
Referencias.....	131
Anexos	135

Lista de tablas

Tabla 1. <i>Ventas segundo semestre 2018.</i>	15
Tabla 2. <i>Cumplimiento de pedidos clientes segundo semestre 2018.</i>	18
Tabla 3. <i>Fotos problemáticas en la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S.</i>	19
Tabla 4. <i>Normograma.</i>	36
Tabla 5. <i>Variables de la investigación</i>	38
Tabla 6. <i>Tamaño poblacional.</i>	39
Tabla 7. <i>Proceso metodológico.</i>	40
Tabla 8. <i>Criterio de costos para ranking de métodos Poka Yoke.</i>	92
Tabla 9. <i>Criterio de recupero de la inversión para ranking de métodos Poka Yoke.</i>	93
Tabla 10. <i>Entregas a tiempo cliente</i>	113
Tabla 11. <i>Pedidos entregados a tiempo proveedor tubería.</i>	114
Tabla 12. <i>Pedidos entregados proveedor lona.</i>	116
Tabla 13. <i>Tabla resumen encuestas.</i>	117
Tabla 14. <i>Índice de disponibilidad.</i>	119
Tabla 15. <i>Índice de rendimiento.</i>	120
Tabla 16. <i>Índice de calidad.</i>	120
Tabla 17. <i>Índice OEE.</i>	121
Tabla 18. <i>Costo y beneficio.</i>	122
Tabla 19. <i>Costo limpieza subcontratada.</i>	124
Tabla 20. <i>Costo horas extras diurnas.</i>	124
Tabla 21. <i>Presupuesto del personal</i>	126
Tabla 22. <i>Presupuesto de los equipos</i>	126
Tabla 23. <i>Presupuesto de software.</i>	126
Tabla 24. <i>Presupuesto de materiales.</i>	126
Tabla 25. <i>Presupuesto general.</i>	127

Lista de figuras

Figura 1. Organigrama Carpas & Cubrimientos S.A.S.	14
Figura 2. Producto representativo Carpas & Cubrimientos S.A.S.	16
Figura 3. Modelo 3D Carpa tipo hangar 12x6.	16
Figura 4. Fotos Carpa tipo hangar 12x6.	17
Figura 5. Porcentajes de entregas a cliente Carpas & Cubrimientos S.A.S.	18
Figura 6. Diagrama Causa - Efecto	21
Figura 7. Casa del sistema de producción Toyota.	30
Figura 8. Mapa conceptual Lean Manufacturing.	35
Figura 9. Diagnostico Lean.	45
Figura 10. Diagrama de araña diagnostico lean	46
Figura 11. Diagrama de operaciones actual estructura.	48
Figura 12. Diagrama operaciones actual lona.	49
Figura 13. Diagrama de flujo actual estructura.	51
Figura 14. Diagrama de flujo actual lona	52
Figura 15. Diagrama de flujo propuesto estructura.	54
Figura 16. Diagrama de flujo propuesto Lona.	56
Figura 17. Diagrama de recorrido actual ornamentación.	57
Figura 18. Diagrama de recorrido actual lona.	58
Figura 19. Diagrama de recorrido propuesto ornamentación.	60
Figura 20. Diagrama de recorrido propuesto lona.	61
Figura 21. Inspección inicial de las 5'S.	63
Figura 22. Resultado diagnostico 5'S.	64
Figura 23. Selección de áreas a intervenir con las 5's del primer piso.	66
Figura 24. Selección de áreas a intervenir con las 5's del segundo piso.	66
Figura 25. Formato tarjeta roja.	67
Figura 26. Foto área de vulcanizado C&C. Nota. Elaboración propia.	68
Figura 27. Tarjeta roja Numero 1 Área de vulcanizado.	68
Figura 28. Foto área de almacenamiento de materia prima de tubería C&C.	69
Figura 29. Tarjeta roja numero 2 área de almacenamiento de materia prima de tubería.	69
Figura 30. Foto área de soldadura N° 1 C&C.	70

Figura 31. Tarjeta roja numero 3 área de soldadura.....	70
Figura 32. Foto área de doblado.....	71
Figura 33. Tarjeta roja numero 4 área de doblado.	71
Figura 34. Foto área de soldadura N° 2 C&C.	72
Figura 35. Tarjeta roja numero 5 área de soldadura.....	72
Figura 36. Foto área de cortado de la lona C&C.....	73
Figura 37. Tarjeta roja numero 6 área de cortado de la lona.	73
Figura 38. Tarjeta roja numero 7 área de cortado de la lona.	74
Figura 39. Foto área de almacenamiento de materia prima de la lona C&C.	74
Figura 40. Foto área de almacenamiento de materia prima y materiales de la lona C&C.	75
Figura 41. Tarjeta roja numero 8 Área de almacenamiento de materia prima y materiales de la lona	75
Figura 42. Foto área de almacenamiento de producto terminado de la tubería C&C.	76
Figura 43. Tarjeta roja numero 9 área de almacenamiento de producto terminado de la tubería. .	76
Figura 44. Registro tarjetas rojas.....	77
Figura 45. Demarcación área de vulcanizado actual C&C.....	78
Figura 46. Demarcación de áreas y senderos peatonales.....	78
Figura 47. Foto almacenamiento de herramientas.	79
Figura 48. Ejemplo de Organizadores de herramientas.....	80
Figura 49. Foto almacenamiento de las lonas	81
Figura 50. Estanterías metálicas de media carga para trabajos especiales.	81
Figura 51. Letrero área de cortado de tubería.	84
Figura 52. Letrero almacenamiento de herramientas.	84
Figura 53. Letrero área de vulcanizado.	85
Figura 54. Letrero área de servicios sanitarios.....	85
Figura 55. Letrero áreas comunes.	85
Figura 56. Letrero área de soldadura.	85
Figura 57. Letrero área de almacenamiento de materia prima de lona y tubería.	85
Figura 58. Cronograma de actividades plan de limpieza.....	86
Figura 59. Selección de área para la programación de plan de limpieza.....	87
Figura 60. Especificación de tareas por área.....	88

Figura 61. Formato de auditoria propuesto.....	89
Figura 62. Ranking para errores en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C.	91
Figura 63. Ranking para métodos Poka Yoke en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C.	92
Figura 64. Orden de métodos Poka Yoke para la empresa Carpas & Cubrimientos C&C.	93
Figura 65. Máquina de doblado de tubos Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S.	94
Figura 66. Sensor de final de carrera.	95
Figura 67. Área de corte de lona Carpas & Cubrimientos C&C.....	96
Figura 68. Abrazadera de tela.	96
Figura 69. Cinta métrica.	97
Figura 70. Maquina corte actual.....	98
Figura 71. Maquina propuesta corte.....	99
Figura 72. Maquina doblado actual.	100
Figura 73. Maquina doblado propuesta.	100
Figura 74. Área de corte actual.	101
Figura 75. Maquina cortadora propuesta.	101
Figura 76. Maquinas vulcanizadoras actuales.....	102
Figura 77. Maquina vulcanizadora propuesta 1.	102
Figura 78. Maquina vulcanizadora propuesta 2.	103
Figura 79. Plantilla tablero Kanban.....	104
Figura 80. Plantilla tarjetas Kanban.	104
Figura 81. Ejemplo Tablero Kanban ornamentación.	105
Figura 82. Ejemplo tablero Kanban lona.....	105
Figura 83. VSM estado actual (Tubería).	107
Figura 84. VSM estado actual (Lona)	108
Figura 85. VSM propuesto tubería.	110
Figura 86. VSM propuesto lona.....	111
Figura 87. Entregas a tiempo cliente.	113
Figura 88. Cumplimiento proveedor tubería.....	115
Figura 89. Cumplimiento proveedor lona.....	116
Figura 90. Satisfacción del cliente.	118
Figura 91. Clasificación del OEE.....	121

Lista de anexos

Anexo 1. Carta de autorización de la empresa.....	135
Anexo 2. Tiempos proceso fabricación tubería carpa hangar 12x6.	136
Anexo 3. Tiempos proceso fabricación lona carpa hangar 12x6.	137
Anexo 4. Formato y gráficos encuesta clientes.....	138

Introducción

Actualmente existe gran cantidad de empresas de manufactura que debido a las exigencias del mercado y la competencia de productos extranjeros han optado por la búsqueda de mejora de sus procesos con el fin de aumentar la eficiencia de las líneas de producción e incrementar la calidad del producto. Es por esto que la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S. busca mejorar sus procesos internos para posicionarse en el mercado buscando la satisfacción de sus clientes entregando los productos en los tiempos pactados.

En un principio, en el proyecto se realiza un estudio en el cual se identifica el producto más representativo de la empresa en cuanto a las ventas del último semestre del 2018, junto con análisis de las causas que provocan el incumplimiento de los pedidos con los clientes.

Se realiza un diagnóstico de lean en el cual se identifican las herramientas en las cuales la empresa está más débil; además de un estudio de tiempos y movimientos en el que se identifican las actividades y tiempos para la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, junto con diagramas de flujo y recorrido que representan la situación actual de la empresa.

Finalmente, se realiza la elaboración de las propuestas de mejora con base en las herramientas de la filosofía lean, así como el desarrollo de indicadores que gestionan la información de la empresa. Así mismo se realiza el estudio de costo y beneficio que tendría la implementación de la propuesta en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S.

1. Identificación del problema

1.1. Antecedentes del problema

1.1.1. La empresa.

Carpas y Cubrimientos C&C S.A.S. es una organización privada, identificada con Nit: 830137034-0 y matrícula mercantil No. 01354260 inscrita el 12 de marzo de 2004 localizada en la localidad de Puente Aranda (Bogotá D. C.), cuyo objeto social es el diseño y la producción de carpas de diferentes tipos según la necesidad del cliente.

La empresa cuenta con un área de 270m², en el primer piso se fabrican las estructuras metálicas para las carpas, donde se encuentra el área de almacenamiento, área de corte, área de doblado, área de soldado, área de perforación y área de pulido, además de la oficina de atención al cliente. En el segundo piso se fabrica la lona que cubre la estructura de la carpa, aquí se encuentra el área de corte, área de vulcanizado, área de costura, además de las oficinas del gerente, diseñador y sala de juntas.

A continuación, se muestra el organigrama actual de la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S. en el cual se puede apreciar la cantidad de personas que trabajan en ella junto con el cargo que tiene cada una de ellas.

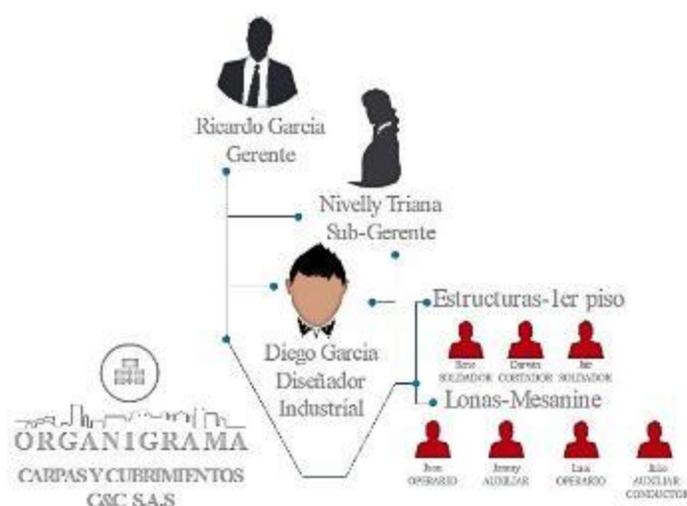


Figura 1. Organigrama Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Nota. Tomado de Carpas & Cubrimientos S.A.S. (2018)

En la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S. existe un amplio portafolio de productos de los cuales la carpa tipo hangar 12x6 es la que representa la mayor participación en las ventas de la empresa; tal como se puede apreciar en la siguiente tabla elaborada con información suministrada por la empresa.

Tabla 1.

Ventas segundo semestre 2018.

Cantidad	Artículo	Valor Und	Total	Participación	Acumulado
31	12x6	\$7.500.000	\$232.500.000	75,78%	75,78%
20	4x4	\$1.400.000	\$28.000.000	9,13%	84,91%
23	2x2	\$800.000	\$18.400.000	6,00%	90,90%
7	3x3	\$1.300.000	\$9.100.000	2,97%	93,87%
2	Mula	\$3.000.000	\$6.000.000	1,96%	95,83%
17	Membrana	\$350.000	\$5.950.000	1,94%	97,77%
1	6x6	\$2.500.000	\$2.500.000	0,81%	98,58%
2	Camión	\$1.000.000	\$2.000.000	0,65%	99,23%
1	Otros	\$1.454.000	\$1.454.000	0,47%	99,71%
2	Carro	\$450.000	\$900.000	0,29%	100,00%
Total			\$306.804.000		

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & cubrimientos C&C SAS

Como se observa en la anterior tabla, la carpa tipo hangar 12x6 representa el 75% de las ventas correspondientes al último semestre del año 2018, siendo el producto insignia de la empresa ya que tiene la mayor cantidad de unidades vendidas (31) y el mayor aporte en cuanto a dinero (\$232.500.000).

Para representar de mejor manera la tabla de las ventas del segundo semestre 2018, se realizó un diagrama de Pareto (figura 2) en donde se observa que la carpa tipo hangar 12x6 es la más representativa en las ventas de la empresa.

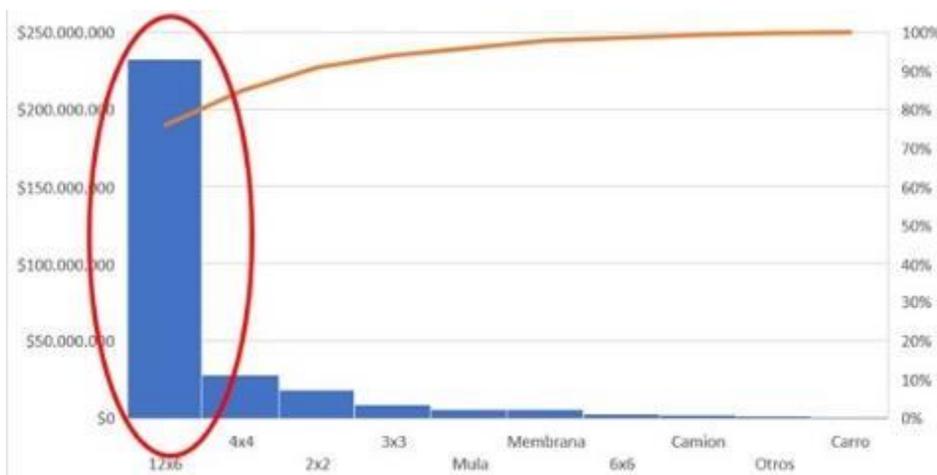


Figura 2. Producto representativo Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Nota. Elaboración propia con información de Carpas y Cubrimientos C&C SAS.

Como se puede observar en el diagrama de Pareto anterior, el 80% de la participación de los productos se encuentra mayormente en la carpa tipo hangar 12x6 y la carpa 4x4, siendo las más representativas para la empresa.

Finalmente, en las siguientes figuras se muestra la carpa tipo hangar 12x6, la cual, como se menciona anteriormente, es el producto más representativo de la empresa y sobre el cual se va a desarrollar la propuesta.

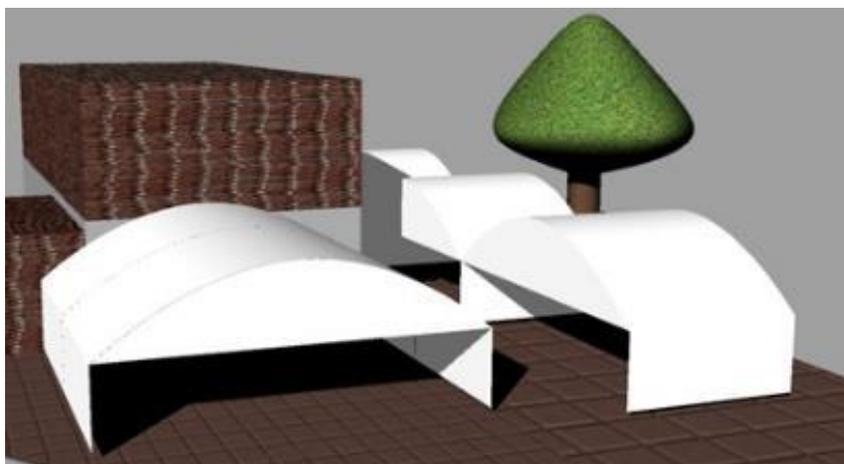


Figura 3. Modelo 3D Carpa tipo hangar 12x6.

Nota. Tomado de Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S. (2018)



Figura 4. Fotos Carpa tipo hangar 12x6.

Nota. Tomado de Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S. (2018)

1.2. Descripción del problema

Por medio de información suministrada por la empresa y de observaciones tomadas de los investigadores, se evidencian diferentes problemáticas en la organización, como no contar con el uso de ningún tipo de indicadores para medir el desempeño de la gestión con base a sus objetivos y eficiencia de sus actividades, así mismo, no desarrollan estudio de tiempos por lo cual no tienen un control de la producción y trazabilidad de las actividades, de igual manera, en las áreas de trabajo no existe una organización y señalización de los elementos y en algunos procesos existen errores de los empleados que afectan a la producción y esto se ve reflejado en el incumplimiento de las entregas del producto terminado

Para complementar, en la empresa la mayor problemática es el incumplimiento de los pedidos en el tiempo estipulado con los clientes, como se puede observar en la tabla 2 con información del segundo semestre del 2018 que fue suministrada por la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S.

Tabla 2.

Cumplimiento de pedidos clientes segundo semestre 2018.

Mes	Unidades entregadas	Unidades entregadas a tiempo	% Entregados a tiempo
jul-18	4	4	100%
ago-18	5	4	80%
sep-18	6	5	83%
oct-18	5	4	80%
nov-18	6	5	83%
dic-18	5	3	60%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas y cubrimientos C&C SAS

Con respecto a la anterior tabla se evidencia que el porcentaje de entregas a tiempo es del 81%, generando gran cantidad de clientes inconformes, afectando la credibilidad y la perspectiva de la empresa, se puede visualizar de mejor manera en la siguiente gráfica.

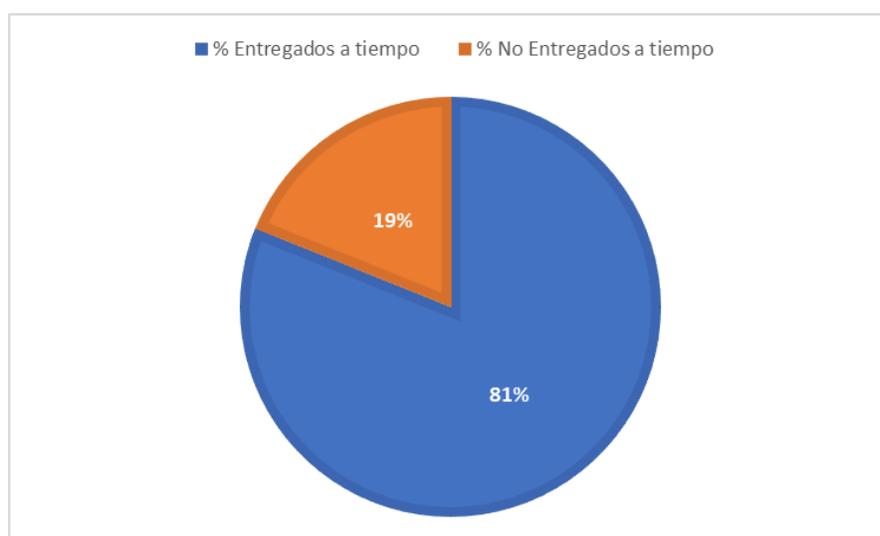


Figura 5. Porcentajes de entregas a cliente Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Nota. Elaboración propia con información de Carpas y cubrimientos C&C SAS.

El incumplimiento de las entregas es el resultado de los amplios tiempos de fabricación por incurrir en errores de los empleados y por tareas que no generan valor, también porque no existe un flujo de proceso adecuado y un diseño en planta apropiado.

En el actual proceso los trabajadores no cuentan con el espacio adecuado para realizar sus actividades ya que este se encuentra sucio y rodeado de materiales que provocan la difícil búsqueda de materia prima y herramientas necesarias para el proceso; además se aprecia que hay exceso de ruido, poca luz y no hay áreas de trabajo demarcadas. Para complementar las problemáticas antes dichas, se dará a conocer visualmente las circunstancias en que están las áreas de trabajo donde se puede reconocer de mejor manera los problemas, como se puede observar a continuación:

Tabla 3.

Fotos problemáticas en la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S.

<p>Problemática visual respecto a señalización</p>	 <p>Se puede observar en las imágenes que la empresa no cuenta con la debida demarcacion y division de las areas de trabajo y tampoco la respectiva señalizacion</p>		
<p>Problemática visual respecto a iluminación en áreas de trabajo</p>	 <p>Se puede observar en las imágenes que la empresa no cuenta con la respectiva iluminación en las áreas de trabajo, cosa que puede afectar en la producción y en la calidad del producto por falta de visión de los empleados</p>		

Problemática
visual respecto a
limpieza y mal
uso de objetos
innecesarios



La empresa no cuenta con una rutina y pensamiento de limpieza, tampoco separan los utensilios innecesarios, dejando los objetos en cierta parte que afecte a la movilidad y la ejecución de tareas de los trabajadores

Problemática
visual respecto a
la organización
de la empresa



Como se observa en las imágenes, en la empresa no tienen una organización óptima de las áreas productivas, generando movimientos innecesarios, mal control de inventario de las lonas y de la tubería y mala distribución de las herramientas de trabajo

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en las imágenes de la tabla anterior, una de las mayores causas del problema es el orden, limpieza y organización de la empresa, donde los empleados generan movimientos innecesarios en búsquedas de materias primas y de herramientas de trabajo, esto conlleva a pérdida de tiempo ocasionando desperdicios y originando actividades que no generan ningún valor significativo a la empresa.

Para representar las diferentes causas del principal problema que se halló, se procede a realizar un diagrama espina de pescado, que como lo define la empresa Progressa Lean (2019): “Se trata

de una herramienta para el análisis de los problemas que básicamente representa la relación entre un efecto (problema) y todas las posibles causas que lo ocasionan.”

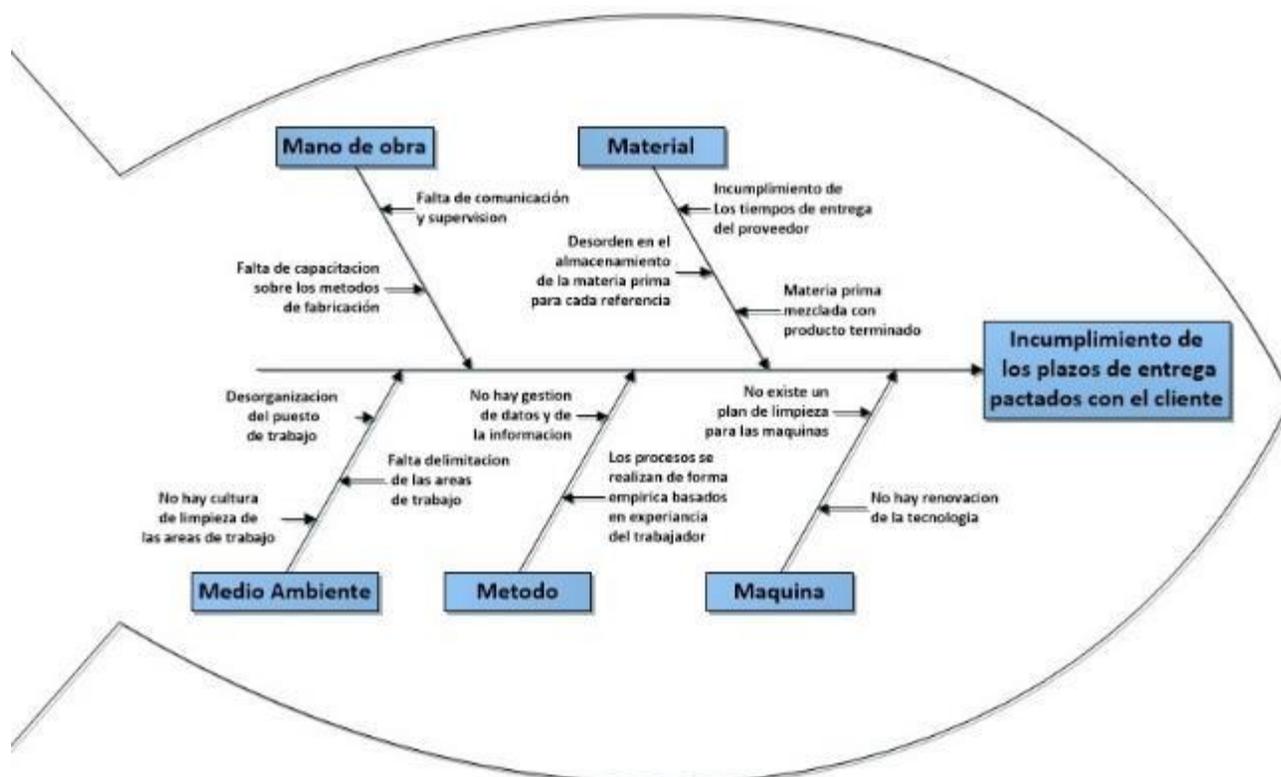


Figura 6. Diagrama Causa - Efecto

Nota. Elaboración propia.

Gracias al análisis del diagrama causa - efecto (Figura 6) se ha identificado que dentro de la empresa existen diferentes aspectos que provocan el incumplimiento de los plazos de entrega establecidos con el cliente, dentro de estos podemos identificar que la empresa no posee un buen ambiente de trabajo que permita a los trabajadores moverse de forma fluida, además, los trabajadores no cuentan con una supervisión para que se enfoquen en realizar su trabajo. De igual modo, otra de las causas del problema principal es que los proveedores incumplen con las fechas de entrega pactadas de materia prima, generando así que la empresa no pueda iniciar la fabricación del producto ocasionando entregas tardías a sus clientes, así mismo no cuenta con indicadores ni mapas de valor que permitan mostrar más claramente el estado actual de la empresa.

1.3. Formulación del problema

En la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S. se identifican diferentes causales del problema en las áreas de trabajo que afectan el proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 lo cual no permite cumplir con la demanda provocando el incumplimiento en la entrega de pedidos, por esto que se formula la siguiente pregunta:

¿Pueden las herramientas de Lean Manufacturing contribuir al mejoramiento del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S.?

1.4 Sistematización del problema

- ¿Cómo se encuentra el proceso actual de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6?
- ¿Cuáles son los factores que tienen mayor incidencia respecto a la problemática principal en el sistema de producción de la carpa tipo hangar 12x6?
- ¿Cuáles son las herramientas Lean Manufacturing que contribuirán a la solución del problema?
- ¿De qué manera impactará la metodología propuesta en las operaciones de la empresa Carpas y Cubrimientos C&C S.A.S?

2. Justificación

El proyecto tiene como fin desarrollar una propuesta de mejora en los procesos de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S., por medio de herramientas de Lean Manufacturing que contribuyan al cumplimiento de las entregas de producto terminado; esto con base a metodologías de flujo de proceso, eliminación o mitigación de errores de los empleados y de actividades que no generan valor, también al mejoramiento de las áreas de trabajo y remplazo de maquinaria antigua.

La implementación de estas herramientas es de gran beneficio a las empresas que las adapten ya que principalmente Lean Manufacturing se basa en hacer más con menos recursos, siempre y cuando cumpliendo con todos los requerimientos que el cliente quiere, aumentando la competitividad sin afectar la calidad del producto Alukal & Manos (2006); Villaseñor & Galindo (2007)

La investigación planteada contribuirá al conocimiento y motivación de las personas a utilizar las diferentes herramientas de Lean Manufacturing en las empresas, ya que contribuye al mejoramiento continuo de estas y a ser organizaciones competitivas cumpliendo con todos los requerimientos de calidad y generando beneficios económicos de gran importancia.

Esta investigación aporta conocimiento a los investigadores ya que es una oportunidad para ir entendiendo el campo empresarial en la vida real, además de iniciar de manera práctica dentro del área productiva y desarrollar herramientas para la mejora de procesos como trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial.

Para finalizar, se pretende que la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S., mejore los procesos que tiene actualmente necesarios para la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, aumentando la efectividad de los procesos y de igual manera generar diagnósticos y políticas para que la empresa posibilite la implementación de la propuesta y de nuevas políticas en los procesos.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Desarrollar una propuesta para el mejoramiento del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 en la empresa Carpas y Cubrimientos C&C SAS mediante las herramientas de Lean Manufacturing con el fin de lograr cumplir con las fechas de entrega, mejorar el ambiente de trabajo y contribuir a la optimización de recursos y actividades.

3.2. Objetivos específicos

- Realizar un reconocimiento de la filosofía Lean Manufacturing.
- Realizar un diagnóstico de cómo se encuentra la empresa actualmente respecto a la filosofía Lean Manufacturing.
- Identificar el estado actual del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 y elaborar una propuesta de mejora del flujo de proceso.
- Determinar propuestas que contribuyan mejoramiento de las áreas de trabajo por medio de la herramienta 5s.
- Proponer metodologías que contribuya a la mitigación de errores mediante la herramienta Poka Yoke y Jidoka.
- Desarrollar una propuesta para permitir la visualización de los procesos por medio de tableros Kanban.
- Elaborar un mapa de flujo de información y materias (VSM) que contribuya a la identificación de actividades que no generan valor para el producto final.
- Desarrollar indicadores KPI'S y OEE con el fin de llevar un control sistemático del proceso de fabricación de carpas en la empresa.
- Realizar un estudio de Costo y beneficio de la propuesta para la mejora del proceso de fabricación de la carpa 12x6 en la empresa.

4. Marco referencial

4.1 Antecedentes de la investigación

En un primer proyecto por Álvarez & Herreño (2014) llamado “Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de cambio de producto en la empacadora MW42 en papeles nacionales S.A.” contempla los pasos necesarios para la aplicación de las metodologías SMED y 5S, con el fin de permitir mayor flexibilidad del área de producción, incremento de eficiencia, reducción de inventarios, reducir tamaños de lote y tiempos de espera.

En el proyecto la implementación de la metodología SMED logró reducir el tiempo de cambio de producto en un 56% y un ahorro en costos, con la metodología 5’s se logró la eliminación de materiales innecesarios, concientización a todo el personal de la empresa y fomentar y fortalecer el trabajo en equipo.

Este proyecto se relaciona con la investigación en curso porque hay un objetivo común de mejoramiento en los procesos productivos de las empresas por medio de herramientas Lean Manufacturing como lo son las 5’s que en la actualidad es una de las más utilizadas.

Un segundo trabajo de grado por Gacharná & González (2013) denominado: “Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones MERCY empleando herramientas de Lean Manufacturing”, este trabajo alberga propuestas de mejoramiento a través de las herramientas de Lean Manufacturing con el fin de mejorar las entregas retrasadas a clientes, por medio de la disminución de desperdicios en el proceso productivo que no agreguen valor al producto y que ayuden a disminuir tiempos, costos y posibles riesgos potenciales para la organización.

Dentro del trabajo los autores por medio de diagnósticos de la situación actual de la empresa identificaron problemas como la sobreproducción, espera de material y exceso de inventario de producto en proceso. Así mismo, por medio de estos diagnósticos identificaron las herramientas aplicables que fueron: MPT, Manufactura Celular, 5’s, Kanban y Jidoka. A través de simulaciones identificaron reducciones del 12% en el tiempo de ciclo y en un 20% el tiempo de ensamble que constituía el cuello de botella que mayor afectaba al flujo de producción.

Este trabajo tiene relación con la investigación planteada porque se desarrollan herramientas de Lean Manufacturing que pueden ser utilizadas para el actual proyecto, ya que su principal problemática es la de retrasos en las entregas con los clientes y aportan al desarrollo del actual proyecto.

Un tercer trabajo de Peralte & Rocha (2015) denominado: "Propuesta de implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa Ajoever S.A." en el cual el autor busca por medio de las herramientas Lean Manufacturing diseñar una propuesta para mejorar la fluidez en los procesos y niveles de eficiencia para lograr mayor competitividad en la empresa Ajoever S.A.

El autor se basa en elaborar una recolección de datos de la empresa para poder evaluarla y valorar el nivel de filosofía Lean Manufacturing y así mismo diseñar un modelo de implementación del Lean Manufacturing tendientes a la mejora de los procesos de la cadena de valor. Al concluir con su trabajo identifico que es posible aplicar el modelo dentro de la empresa para alinearlos con los 5 principios de la filosofía Lean.

La investigación en curso tiene relación con el trabajo antes presentado porque en los 5 principios de la filosofía Lean se encuentran varias de las herramientas que pueden ser implementadas en el proyecto en curso, y también se relaciona en que esta filosofía no la deben conocer solamente los operarios si no procurar toda la empresa.

Un cuarto trabajo realizado por Valdés (2012), "Propuesta de implementación del lean Manufacturing para la optimización de los sistemas logísticos en la empresa Servientrega internacional", este proyecto está enfocado en el sistema logístico, esto por la razón social de la empresa, donde se realizó un respectivo estudio de tiempos y métodos, para poder llegar a que herramientas se utilizarían en que campo específico se iba a trabajar, las herramientas que se utilizaron, fueron: Kanban, estrategias 5's, Isis, cumpliendo con objetivos proyectados, proponiendo a la empresa una en los procesos logísticos que se llevan a cabo por empleados, incrementando su productividad y reduciendo los tiempos ociosos que tenían en sus actividades diarias y por último también se replanteo una distribución en planta, reduciendo los recorridos

Un quinto trabajo realizado por Giraldo, Saldarriaga & Moncada (2013), "Diseño de una metodología de implementación de Lean Manufacturing en una Pyme (Momentos classic)", se

llevó a cabo una metodología con base a las herramientas: 5's, SMED y JIT, que permitieran disminuir significativamente los desperdicios que se generaban, gracias a, el desorden, distribución inadecuada de los puestos de trabajo, descontrol en la producción y falta de planeación.

Este proyecto realizado para esta Pyme tiene los objetivos ligados a los del presente trabajo, ya que se quiere llegar a una mejora continua por medio de cero desperdicios y cero errores, también se asimila ya que todo lo que se quiere implementar, en comparación con cómo estaban trabajando antes, lo hicieron por medio de indicadores, que son relevantes al momento de ver el estado de la empresa.

Un sexto trabajo realizado por Yagüe (2016), llamado “Modelo para la implantación de técnicas de Lean Manufacturing en una empresa del sector de las artes gráficas”, este trabajo fue desarrollado por herramientas como: 5's, SMED, TPM, estandarización, Jidoka, control visual, Heijunka, SPP.

Implementando las respectivas herramientas y creando un nuevo modelo de producción, donde se ajustaron considerablemente los modelos de producción, los tiempos, los recorridos, mejorando las entregas en la empresa; esto es importante para el presente trabajo que se lleva a cabo, ya que se quiere reducir todos los tiempos para lograr la entrega a tiempo en un modelo Justo a tiempo donde el cliente tiene las especificaciones de los productos a su gusto

4.2. Marco teórico

Para el entendimiento y desarrollo del proyecto es muy importante tener en cuenta los siguientes conceptos que proporcionaran una idea más clara del tema.

4.2.1. Lean Manufacturing.

Lean Manufacturing es un modelo que por medio de una gestión sistematizada pretende mejorar y optimizar los procesos de producción, enfocándose en la identificación y eliminación de todo tipo de “desperdicios” y de igual manera mitigar toda clase de actividades que no generen un valor significativo al producto, pero si generan costos.

Los “desperdicios”, afectan principalmente a la productividad, y se basan en aquellas actividades que no generan utilidad al proceso o producto, aquellos desperdicios están constituidos en Siete (7), que son los siguientes:

- Sobreproducción
- Tiempos de espera
- Transporte
- Sobre procesamiento
- Inventarios innecesarios
- Movimientos innecesarios
- Defectos

La metodología Lean Manufacturing tuvo sus primeros comienzos en el siglo XX con Henry Ford y Frederick Taylor cuando nace el Fordismo que según Rajadell & Sánchez (2010) “Se caracteriza por la estandarización de las operaciones, la rigurosa separación entre la oficina de métodos y tiempos y el taller, entre la concepción del cómo hacer y la ejecución manual, cuyo objetivo era generalizar el método aparentemente más eficaz”, esto con el objetivo de eliminar tiempos y movimientos, interrupciones y disfunciones en los puestos de trabajo, por otra parte, el Taylorismo indujo a la división del trabajo, donde cada área o departamento tiene sus propios objetivos, según Rajadell & Sánchez (2010) “Con el Taylorismo se obtienen ganancias de productividad, a través de la socialización, organizada desde arriba, del proceso de aprendizaje colectivo, pues se ejerce un control riguroso sobre la intensidad del trabajo, limitando la ociosidad” en consecuencia, surge la “producción en masa” creada por Frederick Taylor en base a la teoría, Ransom Olds fue a quien le surgió la idea de implementarla, pero esta tomó popularidad cuando Henry Ford la puso en funcionamiento.

En efecto, de la mano de F.W. Taylor y Henry Ford, nace la administración científica, que se basa en la estandarización de las operaciones y en la gestión de los procesos disminuyendo costos, agilizando y precisando las actividades, también crearon las primeras cadenas de fabricación de automóviles en masa, revolucionando la manufactura americana,

Después de la Segunda Guerra Mundial, la compañía Toyota, que en sus inicios era una empresa textil, luego por diferentes circunstancias para ese entonces fabricaba camiones para el ejército japonés, Taiichi Ohno y Shigeo Shingo tuvieron indicios de la filosofía de Lean Manufacturing, como lo afirma Shingo (1960) “La clase más peligrosa de despilfarro es el despilfarro que no reconocemos” y también afirma “Mejora generalmente significa hacer algo que nunca hemos hecho con anterioridad”, esto está influenciado por el constante cambio que se debe tener en las empresas para lograr modificaciones significativos en pro de aumentar el rendimiento y la efectividad de los procesos en conjunto.

Debido a esto y gracias a una crisis a mitad del siglo XX un joven llamado Eiji Toyoda quiso examinar más de cerca el proceso productivo de los norteamericanos Henry Ford y Frederick Taylor, donde, según Rajadell & Sánchez (2010) “Se dio cuenta que el principal problema de un sistema de producción son los despilfarros” también afirman que “El propósito de la nueva forma de trabajar es eliminar todos los elementos innecesarios en el área de producción para alcanzar reducciones de costes, cumpliendo con los requerimientos de los clientes” En síntesis, en este punto nacen la mayoría de las herramientas de Lean Manufacturing que hasta el día de hoy son utilizadas en bastantes empresas del mundo.

En consecuencia, nace el TPS que es el Toyota Production System y la mejor manera de representar este sistema es por medio de una figura en representación de una casa, como se puede observar a continuación:

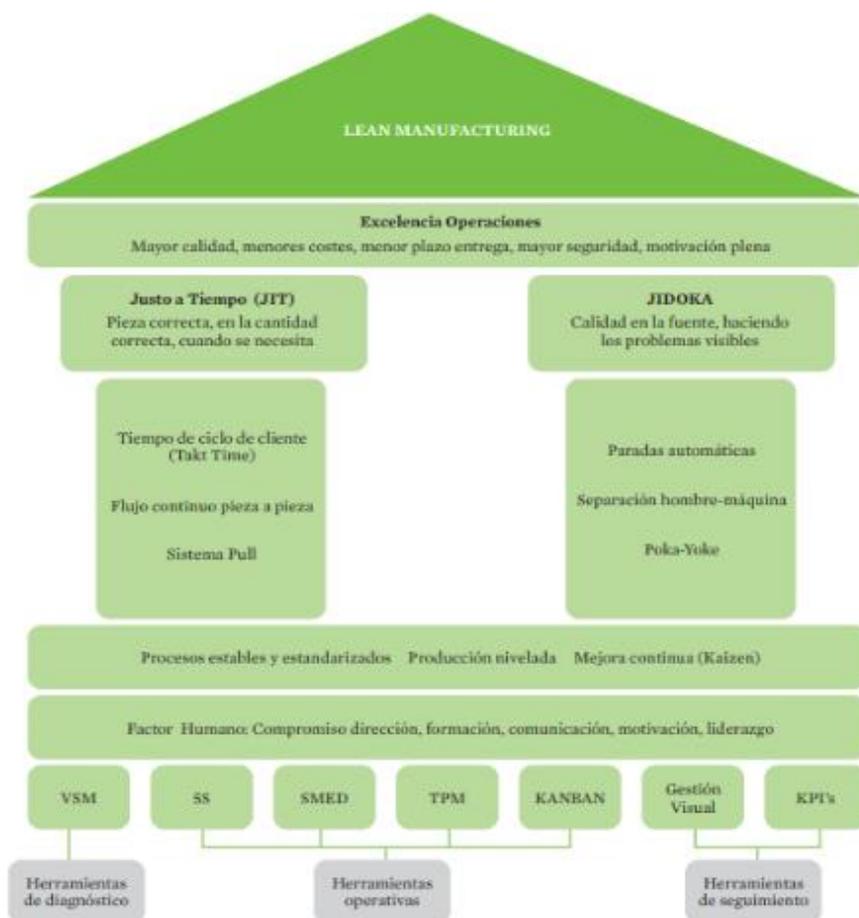


Figura 7. Casa del sistema de producción Toyota.

Nota. Hernández, J. & Vizán, A. (2013).

Cabe resaltar que el techo de la casa (figura 7) son las metas u objetivos que se plantea la empresa y sus dos columnas son las herramientas más relevantes, como lo afirma Hernández & Vizán (2013) “El techo está constituido por las metas perseguidas que se identifican con la mejor calidad, el más bajo costo, el menor

De igual manera, en Lean Manufacturing no todo son las herramientas para llevar a una mejora continua y eliminación de actividades que no generen valor, sino también el liderazgo que se debe tener en una compañía, la administración de esta y los roles que debe tener cada empleado, como lo afirma Shook (2010) “Hay tres tipos de líderes: los que te dicen que hacer, los que te permiten hacer lo que quieres y los líderes de Lean que bajan al Gamba y te ayudan a averiguarlo”, en base a lo que dice el autor de “El secreto de Toyota: El informe A3”, para tener cambios significativos en la empresa, se debe llegar de lo general a lo específico.

4.2.2. Herramientas de Lean Manufacturing.

A continuación, se presentan los conceptos de algunas de las principales herramientas de esta filosofía que contribuyen al desarrollo del proyecto.

4.2.2.1. Kaizen.

La palabra Kaizen “Mejora continua” se divide en dos palabras Kai y Zen, Kai significa Cambio y Zen significa mejora, esta filosofía tiene como directriz la eliminación sistemática de desperdicios o despilfarros, en esta herramienta se orientan las demás para llegar a la perfección en los procesos, en síntesis Imai (2001) declara en su investigación que Kaizen es el concepto más importante en la administración japonesa, siendo la clave del éxito competitivo japonés y que es el mejoramiento en marcha (en el proceso), siendo una herramienta que involucra a todos, desde la alta administración, gerentes y trabajadores, así mismo, afirma que con esta filosofía las empresas no pueden seguir siendo las mismas durante mucho tiempo, ya que están en constante cambio, no solo en los procesos productivos sino también en su entorno, en su vida social y familiar, esto por medio de un ciclo PHVA.

4.2.2.2. Kanban.

La herramienta Kanban denominada el sistema de tirar de la producción, nace en la empresa Toyota en 1975, su concepto dado por Rajadell & Sánchez (2010) “Donde sus bases eran la garantía de alta calidad y la producción de las partes precisas en las cantidades necesarias en tiempos cortos y fiables en cada proceso, aplicando una idea sencilla: un sistema de tirar de la producción (Pull) mediante un flujo sincronizado”, en base a esto, este método está arraigado a las ventas y requerimientos de los clientes, empleando en un concepto de primero vender para producir, como lo afirma, (Christopher Everaere) “Las empresas viven bajo doble restricción de la incertidumbre y la urgencia” especificando en las empresas que deben tener un plan de ventas programado para el futuro a corto plazo

4.2.2.3. Heijunka.

La herramienta Heijunka o también denominada “Producción nivelada”, sus inicios se ven reflejados con Taiichi Ohno, que comenzó a pensar en la producción por lotes, más que todo por

mes y que el hombre nace con este pensamiento, desde los inicios, pero hasta ese momento no se había pensado en eso, en concordancia a Rajadell & Sánchez (2010) Heijunka es “La metodología que sirve para planificar y nivelar la demanda de clientes en volumen y variedad durante un día o turno de trabajo”, ayudando a la empresa a controlar su producción con un sistema Pull, donde la metodología se basa “tirar” este concepto utilizado por primera vez por Taiichi Ohno, siendo más rápida que la de “empujar”

4.2.2.4. TPM.

La herramienta TPM que significa Mantenimiento productivo total tiene como finalidad principal según Rajadell & Sánchez (2010) “Es asegurar que el equipo de fabricación se encuentre en perfectas condiciones y que continuamente produzca componentes de acuerdo con los estándares de calidad en un tiempo de ciclo adecuado” y su idea principal es que la buena conservación de los activos y su mejora es una responsabilidad de todo el personal, en consecuencia (Winston Churchill) “Un optimista ve la oportunidad en cualquier calamidad, un pesimista ve una calamidad en cualquier oportunidad”, enfocándonos en el tema principal, el mantenimiento debe estar a favor de la empresa y no en contra, se debe hacer un mantenimiento preventivo y que no afecta significativamente a el tiempo de producción.

4.2.2.5. 5'S.

Esta herramienta de Lean Manufacturing es para muchos la base para las implantaciones eficientes, como lo afirma Cuatrecasas (2009) “Basándose en evitar actividades y consumo de recursos innecesarios, ven muy favorecidos sus objetivos, si parten de una buena organización que les evite perder tiempo en buscar, recoger y preparar elementos necesarios” complementando lo anterior, es una técnica de gestión japonesa iniciada por Toyota a mediados del año 1960, que consiste en 5 (cinco) actividades con palabras japonesas que comienzan con s y su respectiva traducción Seiri (organización), Seiton (orden), Seiso (limpieza), Seiketsu (estandarización), Shitsuke (disciplina).

4.2.2.6. Just in time.

Esta herramienta fue implementada por Toyota donde el sistema de producción se basaba en tres elementos como lo explica Cuatrecasas (2009).

- Producción ajustada y nivelada
- Calidad total asegurada
- Participación, motivación y formación de las personas

Siendo su objetivo lograr una producción sistemáticamente flexible, en el que se elimine todo despilfarro y también que sea controlable, en base a esto, el JIT toma valor en el proceso ya que las entregas al cliente o al siguiente proceso se deben hacer en el tiempo estipulado, con la cantidad solicitada, para que no se generen cuellos de botella, tiempos de espera y stocks innecesarios.

4.2.2.7. Value Stream Mapping.

Esta herramienta, llamada mapa de flujo de valor, fue creada por Toyota que lo denominó “Material and Information Flow Mapping”, para diagnosticar la situación de un sistema productivo como lo afirma Cuatrecasas (2009) “Con él se representa, de forma muy visual, la situación actual y la ideal a alcanzar, para un sistema productivo a convertir en una implantación lean, incluyendo los grandes flujos”, en virtud de lo anterior, se afirma que estos flujos corresponden a

- El flujo de las operaciones de la secuencia del proceso
- El flujo de los materiales
- El flujo de productos
- El flujo de información

4.2.2.8. Jidoka.

Esta es una herramienta pilar para el Lean Manufacturing, nace de la compañía Toyota en los inicios del siglo XX, con la creación de un dispositivo que paraba la producción de la máquina cuando se tenía alguna anomalía en la calidad del producto, complementando esto, afirma Villaseñor & Galindo (2008) “Este invento mejoró la calidad y liberó al personal para realizar un trabajo de mayor creatividad y valor agregado, en lugar de estar simplemente monitoreando a la

máquina”, complementando esto, gracias a esta herramientas en los procesos productivos de las empresas existe una mayor autocontrol y un mejoramiento de la calidad.

4.2.2.9. KPI'S.

Los KPI'S son indicadores que miden el funcionamiento del proceso y en qué nivel de eficacia, eficiencia, rapidez y efectividad se encuentra el sistema, como lo afirma Corral (2017) “Son medidas que nos ayudan a saber si estamos cerca o lejos de tales objetivos. Y, por tanto, sirven para tomar decisiones y acciones cuando hay desviaciones con respecto al nivel deseado”, por último, esta herramienta es de vital importancia ya que contribuye al control de los procesos, evidenciando cuales están en óptimas condiciones y en cuales está fallando la empresa, para así tomar las medidas correspondientes para mejorar.

4.2.2.10. Poka Yoke.

La herramienta Poka Yoke se basa en mitigar o erradicar los errores humanos que conllevan después a los defectos en las actividades rutinarias de producción en una empresa, Schmid (2008) afirma que es una metodología aprueba de errores, blindando los proceso de fabricación y ayuda a impedir accidentes en las áreas de trabajo, para concluir, Schmid opina que lo más importante es que los errores sobresalgan para que los trabajadores lo detecten inmediatamente y de manera simple y así, que no lo cometan y no genere defectos.

El Poka Yoke puede tratarse después de haberse cometido el error, esto para una empresa sale bastante costoso ya que su principal característica es que tienen que parar el proceso, hasta que logren arreglar, otra manera de tratarse es prevenirlo, con ayudas de dispositivos que alarmen al operario que puede estar a punto de cometer un error en el proceso.

4.3. Marco conceptual

Para el desarrollo y surgimiento de la propuesta de mejora del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 en la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S. se basará en herramientas de Lean Manufacturing, para lo cual es importante tener en cuenta el concepto de las terminologías que se encuentran en la siguiente figura.

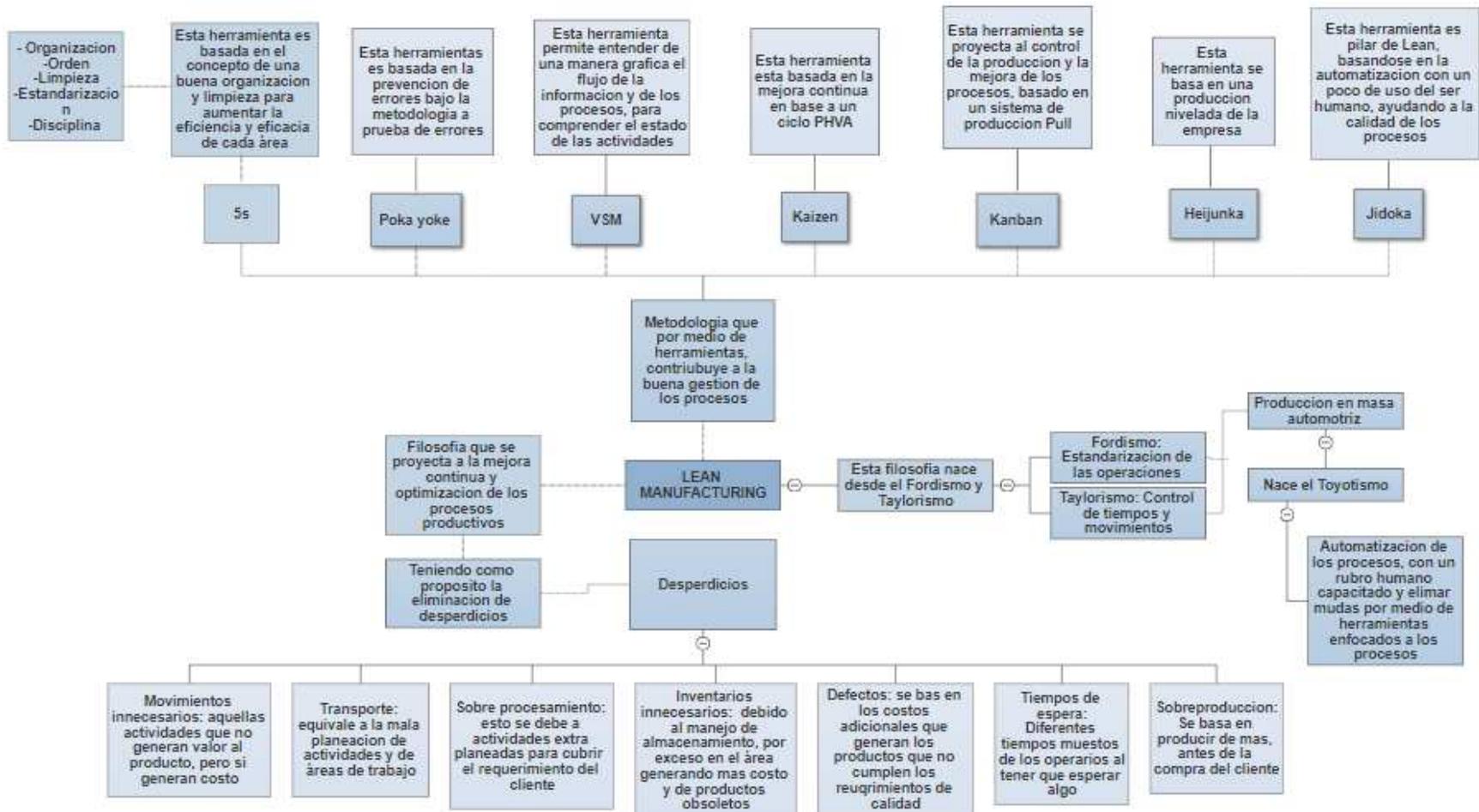


Figura 8. Mapa conceptual Lean Manufacturing.

Nota. Elaboración propia.

4.4 Marco legal

Para la empresa, en cuanto a normativas, es necesario cumplir con normas y leyes que se requieren para el correcto funcionamiento de la empresa. Las principales son:

Tabla 4.

Normograma.

Norma	Nombre	Descripción
Resolución Número 111 de 2017	Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo	Por la cual se definen los Estándares Mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes
Norma UNE 20654-1 de 1992	Guía de la mantenibilidad de equipos.	Introducción, exigencias y programa de mantenibilidad.
Resolución 8321 de 1983	Resolución 8321 de 1983 Ministerio de Salud	Por la cual se dictan normas sobre Protección y conservación de la Audición de la Salud y el bienestar de las personas, por causa de la producción y emisión de ruidos.
Resolución 2400 de 1979	Estatuto Seguridad Industrial	Por la cual se establecen algunas disposiciones sobre vivienda, higiene y seguridad en los establecimientos de trabajo.
Decreto Ley 2663 del 5 de agosto de 1950	Código sustantivo del trabajo	Conjunto de principios, acciones y normas para regular relaciones entre empleadores y trabajadores, y de estos con el estado para garantizar los derechos fundamentales de los trabajadores, con el fin de lograr la paz social.
NTC 9001:2015	ISO Norma Colombiana 9001:2015	Técnica ISO Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos.
NTC 5832	Norma Colombiana 5832	Técnica Prácticas normalizadas para fabricación y montaje de estructuras en acero.
NTC 2057	Norma Colombiana 2057	Técnica Metalurgia. Código para calificar el procedimiento para soldar y la habilidad del soldador.
NTC 4421	Norma Colombiana 4421	Técnica Establece los requisitos de seguridad, funcionamiento y adaptabilidad que deben cumplir y los ensayos a los cuales se deben someter las carpas para acampar.

Nota. Elaboración propia.

5. Marco metodológico

5.1. Tipo de investigación

En el libro Metodología de la investigación (Sampieri, Collado, Lucio, Valencia & Torres, 2014) se establece que la una investigación cuantitativa es aquella que es secuencial y probatoria, esto quiere decir, que cada una de sus fases depende de la anterior para su desarrollo.

Es por esto que la investigación en curso es de tipo cuantitativa porque cuenta con las características antes mencionadas de secuencialidad y desarrollo, así como el establecimiento de un problema delimitado, objetivos, justificación e investigaciones que se han hecho relacionadas al tema de investigación para así establecer una hipótesis y determinar una variables de estudio, además de seguir con la recolección y análisis de datos para así poder cumplir con el principal objetivo que es la propuesta de mejora con herramientas Lean Manufacturing en la empresa Carpas y Cubrimientos C&C S.A.S.

Así mismo, la investigación también es cualitativa debido a que, según Sampieri, Collado, Lucio, Valencia & Torres (2014) “utiliza técnicas para recolectar datos, como la observación no estructurada, entrevistas abiertas, revisión de documentos, discusión en grupo, evaluación de experiencias personales, registro de historias de vida, e interacción e introspección con grupos o comunidades”. Y esta investigación ha usado estas técnicas como las encuestas informales y la observación de los procesos para la recolección y análisis de los datos.

Para Sampieri, Collado, Lucio, Valencia & Torres (2014) una investigación de tipo descriptiva es aquella que “busca especificar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población.”. Es por esto que la investigación actual es de tipo descriptivo porque principalmente se describe la situación actual de la problemática que existe en la empresa Carpas y Cubrimientos S.A.S. mediante la medición y recolección de información de esta para realizar los análisis pertinentes.

5.2. Variables de la investigación

En el proceso de producción existen diferentes variables como lo son los KPI'S y el OEE que contribuyen al diseño de la propuesta de mejora con el fin de combatir las problemáticas permitiendo un mayor control y establecimiento de objetivos.

Tabla 5.

Variables de la investigación

Dependientes	Independientes	Formula
Indicadores KPI'S	% Pedidos entregados a tiempo	$\frac{N^{\circ} \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos entregados}} * 100$
	% Cumplimiento del proveedor tubos	$\frac{N^{\circ} \text{ de pedidos recibidos a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos recibidos}} * 100$
	% Cumplimiento del proveedor lonas	$\frac{N^{\circ} \text{ de pedidos recibidos a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos recibidos}} * 100$
	% Satisfacción del cliente	$\frac{\text{Total calificacion buena}}{\text{Total de calificaciones}} * 100$
OEE	% Disponibilidad	$\frac{\text{Tiempo planificado} - \text{paradas no planificadas}}{\text{Tiempo planificado}} * 100$
	% Rendimiento	$\frac{\text{Total und. producidas} * \text{Tiempo de ciclo}}{\text{Tiempo planificado} - \text{paradas no planificadas}} * 100$
	% Calidad	$\frac{\text{Total unidades buenas}}{\text{Total undidades producidas}} * 100$

Nota. Elaboración propia.

5.3. Hipótesis de la investigación

La filosofía Lean Manufacturing y sus herramientas logran eliminar o mermar los desperdicios de cada proceso para cumplir con los tiempos de entrega del producto final al cliente, mejorar cada área de trabajo y disminuir los costos de producción del proceso productivo de la carpa tipo hangar 12x6 en la empresa Carpas y Cubrimientos C&C S.A.S.

5.4. Tamaño poblacional

La población está dirigida directamente a todo el personal de la empresa Carpas y cubrimientos C&C S.A.S, siendo de 11 personas, establecidas en diferentes áreas de la compañía y con sus respectivas tareas, como se puede observar a continuación:

Tabla 6.

Tamaño poblacional.

Empleados de la empresa		
Área	N	n
Gerencia	2	2
Diseño	1	1
Soldadura	2	2
Cortado	1	1
Operarios multifuncionales	5	5
Total de empleados	11	11

Nota. Elaboración propia a partir de información de Carpas y cubrimientos C&C S.A.S

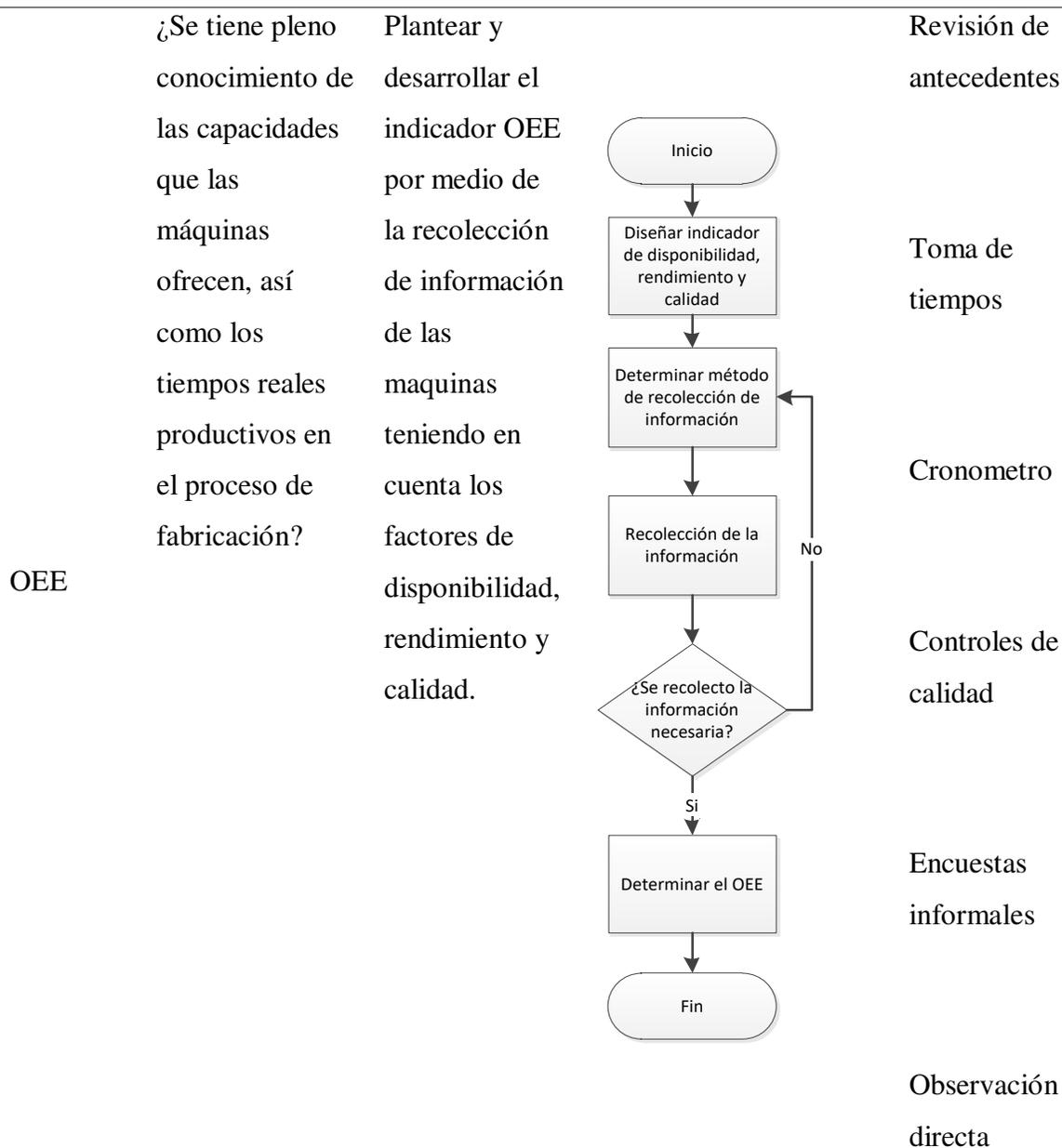
Como se puede observar en la anterior tabla, debido al limitado número de empleados en la empresa, el segmento al que irá dirigido la investigación es idéntico a la cantidad de personal de la empresa

5.5. Proceso metodológico

Tabla 7.

Proceso metodológico.

Variables	Sistematización	Objetivo	Proceso metodológico	Instrumentos para recolección de información
Indicadores KPI'S	¿Existen indicadores que permitan a la empresa conocer el estado en que se encuentra para tener un control y establecer objetivos?	Plantear los principales indicadores KPI'S mediante la recolección de información con el fin de permitir la medición de la situación y tener mayor control.	Inicio	Revisión de antecedentes
			Diseñar indicadores KPI'S	Toma de tiempos y movimientos
			Determinar método de recolección de información	Cronometro
			Recolección de la información	Encuestas informales
			¿Se recolecto la información necesaria?	Observación directa
			Si	
			Determinar Indicadores KPI'S	
			Fin	
			No	



Nota. Elaboración propia.

5.6. Tratamiento de la información

En base a los datos recolectados, mediante los cuales se registran: las encuestas informales a los empleados, la medición de los tiempos de cada proceso, las distancias recorridas a través que efectúan los empleados en sus labores diarias, la recopilación de los KPI'S antes mencionados, de igual manera el OEE, la medición del nivel actual de la empresa ante la filosofía Lean

Manufacturing, estudio de actividades que generan valor al producto, la satisfacción del cliente, el cumplimiento de entrega, esta información se tratara de la siguiente manera.

5.6.1. Entrevistas y encuestas informales.

Por medio de entrevistas y encuestas informales a los empleados y directivos de la empresa se tomará información del proceso productivo, haciendo un breve análisis de las áreas de trabajo, sus funciones y tiempos estimados que se tienen para cada actividad, de igual manera se tomara en cuenta los problemas e inconformismos que tienen los empleados en su lugar de trabajo y las dificultades con que se encuentra la gerencia.

5.6.2. Estudio de tiempos.

Este estudio permite que por medio de observaciones y toma de tiempos por medio de cronómetros al proceso y a cada una de las actividades, es posible visualizar el tiempo real que toma la producción de la carpa tipo hangar 12x6.

5.6.3. Diagramas de recorrido.

Estos diagramas muestran cómo se encuentra distribuida la empresa, además de visualizar el flujo del proceso en un plano para así contribuir a la propuesta de distribución de planta y flujo de materiales.

5.6.4. VSM.

Esta herramienta ayudara a analizar y administrar de una manera más clara el flujo información, de materias primas e instrumentos de los procesos de la producción de la carpa tipo hangar 12x6 esto con el fin de llevar un control de la producción desde la materia prima hasta la entrega final al cliente. Se proyectan hacer VSM actuales del proceso de fabricación de la Carpa tipo hangar 12x6 y otros propuestos con las mejoras propuestas.

6. Resultados

6.1. Diagnostico lean

Para poder observar de una mejor manera las problemáticas presentes en la empresa que afectan el cumplimiento de los pedidos de la carpa tipo hangar 12x6, fue necesario realizar un diagnóstico de Lean, que como lo define la empresa Progressa Lean (2019) “es un estudio previo a toda planificación o proyecto y consiste en recopilar y tratar información relevante de la empresa con el fin de comprender su funcionamiento, así como poder identificar las debilidades y fortalezas presentes en la organización.” Es por esto que se procedió a realizar el siguiente diagnóstico:

DIAGNOSTICO LEAN		
Empresa: Carpas y Cubrimientos C&C S.A.S.	Instrucciones: Responda las siguientes preguntas en el sentido de la escala donde: 0 - No es una práctica de la empresa.	
Fecha: 24 de Agosto de 2018	1 - Es una práctica, únicamente, arraigada en algunas áreas.	
Auditor responsable: Duvan Torres Suarez	2 - Es una práctica habitual en la mayoría de los casos. 3 - Es una práctica, casi generalizada. 4 - Es una práctica habitual, sin excepciones.	
CATEGORÍA	CRITERIO	PUNTOS
COMUNICACIÓN & CULTURA	¿Se comunican, como mínimo, dos veces al año y a todos los niveles de la organización, los objetivos y evolución de la satisfacción de los empleados y de los objetivos de la Organización?	1
	¿Son capaces los empleados de describir, detalladamente, los objetivos de la Organización y la forma en que su trabajo contribuye a la consecución de éstos?	2
	¿Existe un proceso formal para que los empleados reciban feedback de los problemas encontrados en los procesos por sus clientes internos y/o externos?	2
	¿Los empleados trabajan en equipos promovidos por la dirección, para orientarse a la consecución de los objetivos de desempeño, calidad y seguridad?	2
	¿Los empleados utilizan, comparten y comprenden los medibles para monitorizar y mejorar sus procesos de trabajo?	1
	¿Los problemas que aparecen en los procesos de fabricación, son detectados e investigados dentro de los siguientes 10 minutos a su aparición?	2
	¿Los equipos de soporte, técnicos e ingenieros, tienen la rutina de ir al lugar donde ocurre la problemática para entender la situación y hablar con el personal de este puesto de trabajo para obtener su opinión?	1
	¿Se comprende y conoce el concepto de Value Stream Mapping? ¿han sido mapeados todos los procesos y los lay-outs de cada cadena de valor se han segregado?	0
	TOTAL PUNTOS	11
	VALORACIÓN	0,34375
CRM	¿La información sobre nuestros clientes en la base de datos está actualizada?	2
	¿Realizamos algún encuentro periódico con los clientes clave para que nos explique sus necesidades?	1
	¿Generamos datos estadísticos acerca de dichas necesidades que ayude a la mejora?	1
	¿Observamos nuestros clientes para saber como utilizan nuestro producto y poder así generar mejoras?	1
	¿Tenemos identificados segmentos de clientes fuera de los típicos segmentos por facturación, tamaño, ubicación geográfica?	2
	¿Sabemos cual es la proporción de presupuestos rechazados por propuesta no ajustada a las necesidades del cliente?	1
	¿Todas las personas de contacto actualizan los datos relativos a los clientes?	2
	TOTAL PUNTOS	10
VALORACIÓN	0,357142857	

SISTEMAS VISUALES 5S's & ORGANIZACIÓN PUESTO DE TRABAJO	¿La planta está generalmente limpia de materiales innecesarios, componentes correcto y/o scrap. Las naves están libres de obstrucciones?	0
	¿Existen líneas en el suelo para distinguir las diferentes áreas de trabajo, las áreas de paso y las de manipulación? ¿Existen señales para distinguir las áreas de fabricación, de inventario y de material sobrante?	1
	¿Todos los empleados conocen y son sensibles con las buenas prácticas para el ahorro de costes? ¿los operarios consideran la limpieza diaria como una parte de su trabajo?	0
	¿Existe un lugar para cada cosa y una cosa para cada lugar?. ¿Siempre que se necesita una herramienta, un utillaje, un contenedor de material, suministros de oficina,... se encuentran fácilmente y están correctamente identificados?. ¿Conocen los empleados como localizarlos?	1
	¿Los paneles de información en los puestos de trabajo, contienen las instrucciones de trabajo (de operación y de seguridad) y un histórico de problemas de calidad recientes y sus contramedidas? ¿Dichos paneles son actualizados regularmente?	0
	¿Los planes de control están accesibles, actualizados y visibles desde el puesto de trabajo y describen las comprobaciones y criterios de aceptación necesarios sobre las características del producto/proceso?	0
	¿La comunicación entre cambios de turno/operario se rige mediante un procedimiento o hábito riguroso y estable?	1
	TOTAL PUNTOS	3
VALORACIÓN	0,107142857	
ESTANDARIZACIÓN DEL TRABAJO	¿Se han desarrollado e implementado estándares para la operación de cada proceso/célula y son utilizados para la formación en el puesto de trabajo?	2
	¿Tiene cada proceso su hoja de operaciones estándar al alcance y a disposición del operador?	1
	¿El Takt time de cada producto se ha utilizado como base de referencia para establecer el tiempo del proceso de cada operación y los requisitos de actuación para cada operario?	1
	¿Intervienen los operarios del proceso y el personal de apoyo, en el diseño y estandarización del puesto de trabajo?	2
	¿Se estandariza y actualiza, frecuentemente, una visualización de las operaciones que no agregan valor (cambios, controles de calidad, mantenimientos preventivos,...)?	1
	¿Se comprueban periódicamente, mediante auditorías u otras herramientas, las hojas de operación estándar, comprobando la conservación de las mejoras realizadas?	0
	¿Habitualmente los operarios cumplen con rigor las instrucciones reflejadas en las hojas de operación estándar? ¿Se registran, investigan y corrigen los errores e incumplimientos que se producen?	1
	TOTAL PUNTOS	8
VALORACIÓN	0,285714286	
MEJORA CONTINUA	¿Existe una estrategia clara respecto a la Mejora Continua en la empresa (Champions.Team leaders, identificación-priorización de proyectos, infraestructura, recursos, etc....) capaz de obtener resultados de manera sostenible y continuada?	0
	¿Existe un proceso formal para la captación de sugerencias y oportunidades de mejora en todos los niveles de la organización? ¿Existe un sistema normalizado de reconocimiento?	1
	¿Los empleados han sido formados en los métodos de trabajo necesarios para desarrollar la Mejora Continua y se les ha involucrado en su desarrollo e implementación?	1
	¿Conocen los empleados las siete fuentes de desperdicio básicos (inventarios; transportes de material; defectos; esperas; sobreproducción; movimientos innecesarios; métodos inadecuados)? ¿se implican activamente en su identificación, dentro de sus áreas de trabajo, y están autorizados a trabajar para su eliminación y/o minimización?	0
	¿La mejora continua y los eventos Gemba-Kaizen se estructuran, planifican y aplican dentro de las prácticas ordinarias de la empresa? ¿se reconocen los éxitos y se expanden a través de procesos afines en la instalación?	1
	¿Se puede considerar que la mayoría de las mejoras aplicadas no representan apenas inversión?	1
	¿Los análisis VSM se utilizan como base de referencia para comprobar y evaluar los progresos obtenidos?	0
	TOTAL PUNTOS	4
VALORACIÓN	0,142857143	
FLEXIBILIDAD OPERACIONAL	¿Se garantiza la formación de todos los empleados en el puesto de trabajo antes de trabajar solos? ¿Sólo una parte insignificante de la defectuosidad del producto/proceso es atribuible a trabajadores nuevos o inexpertos?	3
	¿Se han evaluado, medido y reducido los recorridos del producto y componentes en la planta?	0
	¿Las capacidades de la instalación son acordes a las necesidades de operación? ¿Tienen la capacidad de modificar la velocidad para equilibrarse con el TAKT TIME? ¿La instalación está liberada de "atasadores"?	1
	¿Está el proceso de trabajo diseñado para poder identificar, de manera inmediata, los defectos en el momento y lugar donde se manifiesten?	2
	¿Los procesos y los equipos están mantenidos de manera que garanticen el flujo de trabajo sin interrupciones no deseadas?	1
	¿Están los empleados capacitados y entrenados para poder trabajar en cualquiera de las estaciones u operaciones del proceso?	2
	¿Se han diseñado e implementado células de trabajo que garanticen el flujo de una pieza a través del proceso productivo?	0
	TOTAL PUNTOS	9
VALORACIÓN	0,321428571	

POKA YOKE	¿Los empleados han sido formados en los métodos anti-error y existe un equipo de análisis permanente de los defectos del proceso y de las oportunidades de eliminar errores?	0
	¿Han sido desarrollados y aplicados los dispositivos y métodos anti-error para eliminar los defectos más críticos y recurrentes de cada área o puesto de trabajo?	1
	¿Se han implementado los dispositivos y métodos anti-error en todo tipo de proceso (operaciones manuales; procesos automatizados e inclusive procesos administrativos)?	1
	¿Se controla la eficacia y se garantiza el correcto funcionamiento de todos los dispositivos y métodos anti-error implementados?	1
	¿Se realiza un análisis del rendimiento de todos los componentes, subconjuntos y productos en vistas de identificar mejoras en su diseño para eliminar errores y mejorar su productividad?	0
	¿Están autorizados los operarios a detener la línea cuando encuentran una unidad defectuosa o no pueden completar el proceso en las condiciones definidas en la hoja de operación estándar?	3
	¿En todos los casos que sea factible, los procesos manuales están reforzados con comprobaciones mecánicas para ayudar en la toma de decisiones y garantizar su efectividad?	2
	¿Los equipos y procesos están equipados con elementos de señal (ANDON) que atraen la atención de operarios y supervisores ante situaciones en las que se requiere ayuda o ante problemas de suministro?	0
	TOTAL PUNTOS	8
VALORACIÓN	0,25	
TPM	¿Los responsables de mantenimiento y sus equipos han sido entrenados en los conceptos y principios del TPM?	3
	¿La maquinaria funciona con todos los elementos de seguridad necesarios activos? ¿Se inutiliza el uso de los equipos cuando los elementos de seguridad se rompen o no funcionan adecuadamente?	3
	¿Se publican en cada área de trabajo los planes de intervención de mantenimiento (preventivo, predictivo)? ¿Se rastrea y evalúa la duración de los diferentes ítems críticos en el correcto funcionamiento del equipo?	1
	¿Se mantienen con rigor los registros de las intervenciones de mantenimiento y se exponen de manera clara y visible para todos los operarios?	1
	¿Las actividades de mantenimiento se enfocan al aumento de la utilización-disponibilidad de los equipos y a la disminución de la variabilidad en el tiempo de ciclo?	1
	¿Están definidas las responsabilidades relacionadas con el mantenimiento, tanto para el personal de mantenimiento como para el de producción?	1
	TOTAL PUNTOS	10
VALORACIÓN	0,41666667	
PULL SYSTEM	¿Se destina un tiempo diario suficiente, en la actividad de los operarios, para dedicarlo a actividades de mantenimiento, conservación y limpieza de los equipos y puestos de trabajo?	0
	¿Todos los puestos de trabajo y procesos productivos conocen y exponen, clara y visiblemente, los requisitos necesarios en la producción, los objetivos de producción horaria y los tiempos de cambio?	3
	¿Todos los mandos de la planta han sido formados en los principios y la implementación del pull system?	2
	¿Los flujos de materiales en la planta transcurren en flujos de una pieza o en supermercados "aguas abajo" gestionados por Kanban?	1
	¿Los procesos río abajo tiran del resto de procesos, marcando los ritmos y horarios de trabajo de los procesos río arriba?	1
	¿Las líneas, células o fases de las operaciones, son capaces de adaptarse a la demanda del cliente, mediante cambios de horarios de producción, únicamente, en el proceso "marcapasos"?	1
	¿Los supervisores de la producción y el personal administrativo, únicamente, producen el "papeleo" mínimo necesario para el siguiente proceso?	1
TOTAL PUNTOS	9	
VALORACIÓN	0,321428571	

Figura 9. Diagnostico Lean

Nota. Adaptado del diagnóstico empresa ODE

Es importante recordar que el anterior diagnóstico lean (figura 9) fue realizado utilizando una plantilla publicada por ORGANIZACIÓN Y DESARROLLO EMPRESARIAL – ODE, la cual se utiliza de forma netamente estudiantil para conocer el estado actual de la empresa y poder desarrollar la propuesta. Así mismo, el anterior diagnóstico se realizó por medio de información recolectada a partir de visitas a las instalaciones de la empresa en donde por medio de observaciones en el proceso y encuestas informales a directivos y operarios se realizó el

diagnóstico.

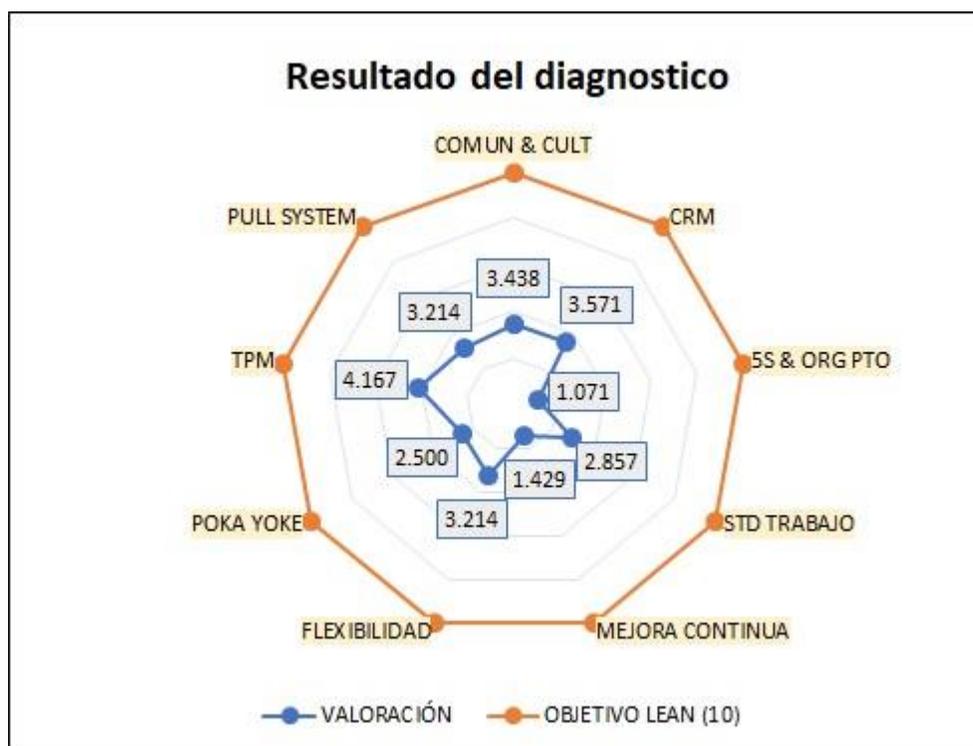


Figura 10. Diagrama de araña diagnostico lean

Nota. Elaboración propia.

Para representar de una manera más clara la situación actual de la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S., se realizó un diagrama de araña (figura 10) con el resultado del diagnóstico de las diferentes herramientas lean, donde se logró evidenciar que la empresa, frente a una valoración objetivo de 10 puntos (línea naranja) y la situación actual (línea azul), en las herramientas donde está el más bajo nivel son las 5s y organización del puesto de trabajo ya que en la empresa no hay presencia de orden ni limpieza; mejora continua debido a que no tienen la presencia de indicadores ni mapas de flujo de valor; Poka Yoke porque existe errores en los procesos y no hay métodos anti error. Todo esto debido a que la empresa no tiene conocimiento de las diferentes herramientas del Lean Manufacturing para el mejoramiento de su proceso, calidad y ambiente laboral.

6.2. Descripción del proceso de fabricación

Para tener conocimiento del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, se procedió a realizar los diagramas de operaciones y diagramas de flujo para describir cada una de las actividades del proceso del estado actual de la empresa, así como el tiempo y distancia que se necesitan para la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, estos tiempos son los recolectados por el estudio de tiempos realizado por los investigadores en la empresa Carpas & cubrimientos C&C S.A.S.

Para la elaboración de estos diagramas fue necesaria la información suministrada por los empleados y directivos, al igual que la visualización del proceso por parte de los investigadores de la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6.

Los materiales necesarios para la elaboración de la estructura de la carpa tipo hangar 12x6 son los siguientes:

- 11 tubos cuadrados de 1 ½" calibre 16
- 21 tubos cuadrados de 1" calibre 16
- 1 tubo cuadrado de ½" calibre 16
- 1 tubo redondo de 1" calibre 0,80
- 1 tubo redondo de ½" calibre 0,80
- 1 platina de 3" calibre 3/16

Es importante resaltar que las tuberías y platinas vienen de 6 metros de largo.

Los materiales cantidad necesaria de Lona PVC de referencia verano y demás para la elaboración de la carpa tipo hangar 12x6 son los siguientes:

- 3 rollos de lona de 50 metros
- Templetes

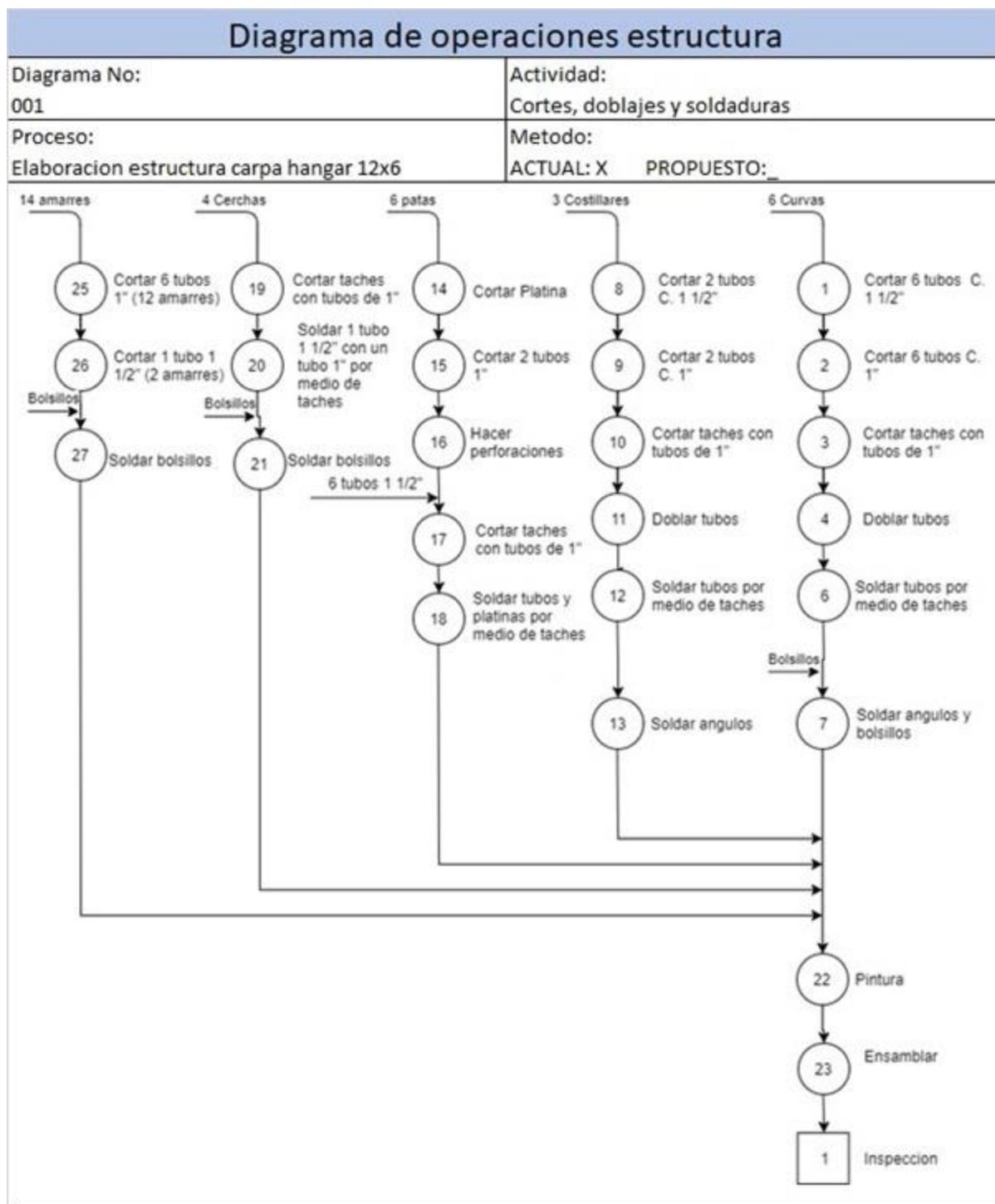


Figura 11. Diagrama de operaciones actual estructura

Nota. Elaboración propia.

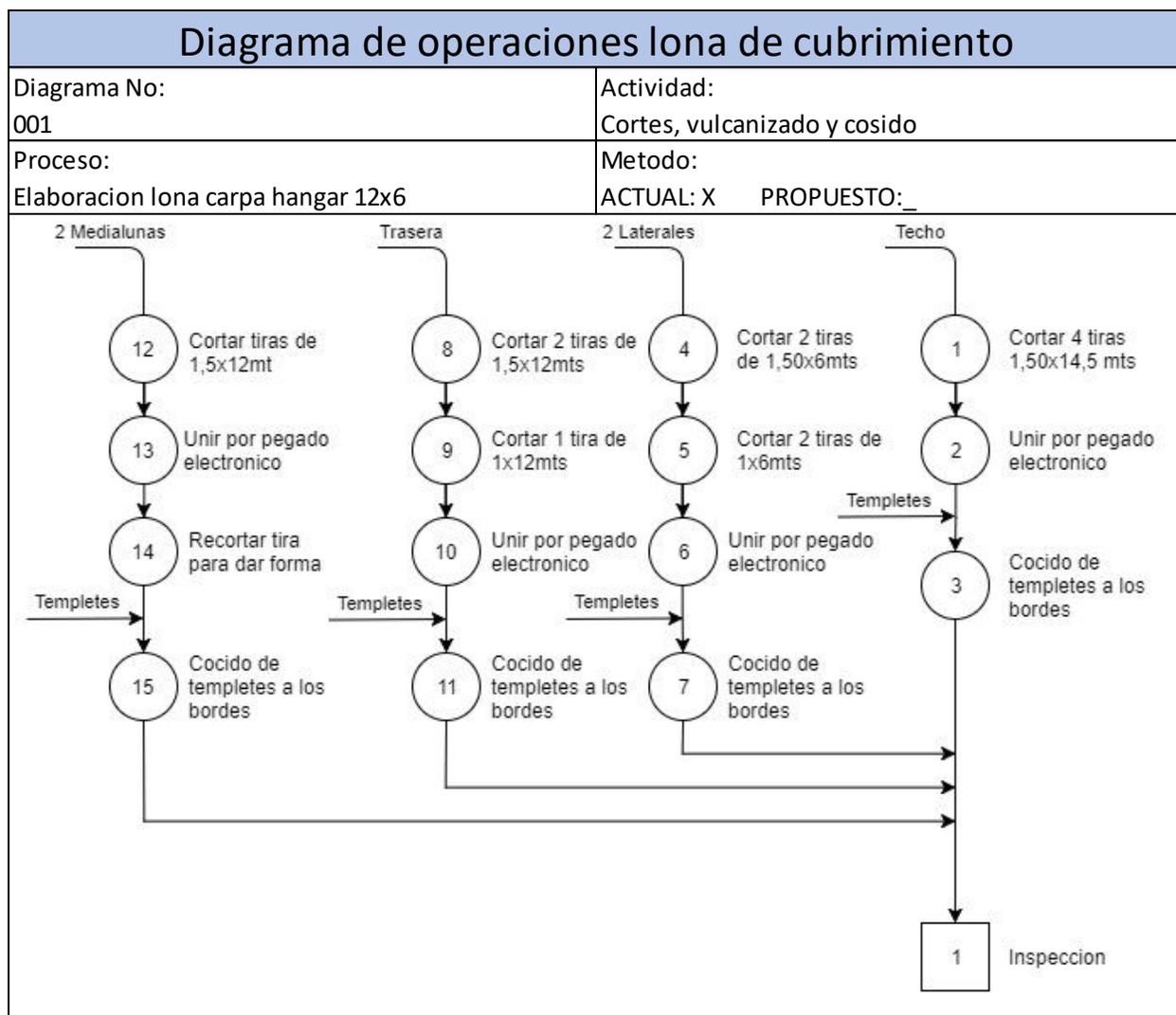


Figura 12. Diagrama operaciones actual lona.

Nota. Elaboración propia.

6.2.1. Diagramas de flujo actuales.

Los siguientes diagramas de flujo del proceso se elaboraron con el fin de identificar cada una de las actividades para la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, junto con el tiempo que tarda cada una de ellas. Para la elaboración de los diagramas fue necesario de un estudio de tiempos realizado por los investigadores (Anexo 2 y 3).

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO ACTUAL (ORNAMENTACIÓN)									
RESUMEN									
Fecha Realización: 13/2/2019		ACTIVIDAD	ACTUAL			OBSERVACIONES			
Diagrama No: 001			CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA				
Proceso: Elaboracion estructura carpa hangar 12x6		TRANSPORTE	20	108	87				
Actividad: Cortes, doblajes, perforaciones y soldaduras		DEMORA	1	350	-	Esta demora se produce por la esperar que se da en la subcontratacion			
Tipo de Diagrama: MATERIAL : X OPERARIO: _		INSPECCION	2	14	-				
Metodo: ACTUAL: X PROPUESTO: _		ALMACENAMIENTO	1	-	-				
TOTAL			53	1333	87				
DESCRIPCION DEL PROCESO		SIMBOLO					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)	OBSERVACIONES DEL PROCESO
		○	➡	D	□	▽			
1	Preparar cortadora a 5 mts	●	➡	D	□	▽	5		
1	Desplazar 6 tubos 1 1/2" a cortadora	○	➡	D	□	▽	4	1.5	
2	Cortar 6 tubos 1 1/2"	●	➡	D	□	▽	20		
2	Desplazar tubos a dobladora	○	➡	D	□	▽	5	4	
3	Preparar cortadora a 4,6 mts	●	➡	D	□	▽	3		
3	Desplazar 6 tubos 1" a cortadora	○	➡	D	□	▽	4	5	
4	Cortar 6 tubos 1"	●	➡	D	□	▽	21		
4	Desplazar tubos a dobladora	○	➡	D	□	▽	4	4	
5	Preparar cortadora a 3mts	●	➡	D	□	▽	3		
5	Desplazar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1" a cortadora	○	➡	D	□	▽	4	5	
6	Cortar 2 tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1"	●	➡	D	□	▽	24		
6	Enviar tubos a dobladora	○	➡	D	□	▽	3	4	
7	Preparar cortadora a 2,95 mts	●	➡	D	□	▽	3		
7	Desplazar 10 tubos 1" y 1 tubo de 1/2" a cortadora	○	➡	D	□	▽	3	5	
8	Cortar 10 tubos 1" y 1 tubo de 1/2"	●	➡	D	□	▽	21		
8	Enviar tubos a soldadura	○	➡	D	□	▽	4	6	
9	Preparar cortadora a 2 mts	●	➡	D	□	▽	3		
9	Desplazar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1" a cortadora	○	➡	D	□	▽	3	1.5	
10	Cortar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1"	●	➡	D	□	▽	22		
10	Trasladar tubos a soldadura	○	➡	D	□	▽	4	6	
11	Preparar cortadora a 1 mt	●	➡	D	□	▽	6		
11	Desplazar 1 platina de 3 x 1/4 a cortadora	○	➡	D	□	▽	3	1.5	
12	Cortar las 1 platina de 3 x 1/4	●	➡	D	□	▽	23		

12	Enviar platinas a perforadora	○	→	D	□	▽	2	1	
13	Preparar cortadora a 25cm	●	→	D	□	▽	3		
13	Desplazar 1 tubo circular de 1" y 1 tubo circular de 1/2" a cortadora	○	→	D	□	▽	2	1,5	
14	Cortar los tubos	●	→	D	□	▽	28		
15	Preparar cortadora a 15cm	●	→	D	□	▽	4		
14	Desplazar tubos sobrantes de 1" a cortadora	○	→	D	□	▽	9	1	
16	Cortar tubos para un total de 24 bolsillos y 32 taches	●	→	D	□	▽	25		
15	Enviar bolsillos y taches a soldadura	○	→	D	□	▽	3	6	
17	Preparar dobladora	●	→	D	□	▽	13		
18	Doblar 6 tubos de 1 1/2"	●	→	D	□	▽	75		
19	Doblar 6 tubos de 1"	●	→	D	□	▽	73		
20	Doblar 3 tubos de 1 1/2"	●	→	D	□	▽	40		
21	Doblar 3 tubos de 1"	●	→	D	□	▽	46		
1	Inspeccionar tubos doblados	○	→	D	■	▽	8		
16	Enviar tubos a cortadora	○	→	D	□	▽	10	4	
22	Cortar desperdicio de tubos doblados	●	→	D	□	▽	26		
17	Enviar tubos a soldadura	○	→	D	□	▽	12	6	
23	Preparar area de perforacion y platinas	●	→	D	□	▽	7		
24	Perforar las platinas	●	→	D	□	▽	16		
18	Enviar platinas a soldadura	○	→	D	□	▽	5	5	
25	Preparar area de soldadura	●	→	D	□	▽	26		
26	Soldar costillares, curvas, cerchas y patas por medio de los taches	●	→	D	□	▽	208		
27	Soldar bolsillos para el ensamble de la carpa	●	→	D	□	▽	88		
2	Inspeccion del producto	○	→	D	■	▽	6		
28	Preparar tubería para enviar a pintura	●	→	D	□	▽	23		
19	Trasladar tubería a camión	○	→	D	□	▽	9	4	
1	Pintura (Subcontratado)	○	→	●	□	▽	350		
20	Traslado tubería de camión a la empresa	○	→	D	□	▽	9	4	
29	Forrar tubería con vinipel	●	→	D	□	▽	6		
21	Enviar tubería a almacenamiento P.terminado	○	→	D	□	▽	6	5	
1	Almacenar tubería terminada	○	→	D	□	▽	0	6	

Figura 13. Diagrama de flujo actual estructura.

Nota. Elaboración propia.

En este primer diagrama de flujo de proceso del área de ornamentación (figura 13) se puede evidenciar que existe un alto nivel de desplazamientos internos en la empresa los cuales representan 108 minutos y transportes de 87 metros que no generan ningún valor agregado a la producción de

las estructuras de la carpa y además se evidencia un alto tiempo de demora que representa un aproximado de 6 horas debido a que la empresa subcontrata la pintada de la estructura ya que esta empresa no posee con los medios propios para hacerlo.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO ACTUAL (LONAS)									
RESUMEN									
Fecha Realización: 13/2/2019		ACTIVIDAD	ACTUAL			OBSERVACIONES			
Diagrama No: 001			CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA				
Proceso: Elaboracion techo carpa hangar 12x6		TRANSPORTE	5	27	31,5				
Actividad: Cortes, vulcanizado y cosido		DEMORA	-	-	-				
Tipo de Diagrama: MATERIAL : X OPERARIO : _		INSPECCION	1	4	-				
Metodo: ACTUAL: X PROPUESTO: _		ALMACENAMIENTO	1	0	-				
TOTAL			18	501	31,5				
DESCRIPCION DEL PROCESO		SIMBOLO					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)	OBSERVACIONES DEL PROCESO
		○	➡	D	□	▽			
1	Recepcion de materia prima	●	➡	D	□	▽	6		
1	Transporte de la lona al area de almacenamiento	○	➡	D	□	▽	7	16	
2	Busqueda materia prima	●	➡	D	□	▽	3		
2	Desplazamiento los rollos de lona al area de cortado	○	➡	D	□	▽	3	6	
3	Rodar los rollos de lona en el suelo, para que quede extendida	●	➡	D	□	▽	5		
4	Alistamiento de materiales y toma de medidas	●	➡	D	□	▽	10		
5	Cortar lona	●	➡	D	□	▽	28		
3	Desplazamiento la lona al area de vulcanizado	○	➡	D	□	▽	6	2	
6	Montaje en vulcanizadora	●	➡	D	□	▽	9		
7	Vulcanizado que consta de union de lados	●	➡	D	□	▽	158		
8	Vulcanizado de bordes y reforzamiento a la lona	●	➡	D	□	▽	179		
4	Desplazamiento al area de costura	○	➡	D	□	▽	6	3	
9	Montaje en maquina de costura	●	➡	D	□	▽	6		
10	Costura de chapetas y ensamble de agarraderas	●	➡	D	□	▽	54		
1	Inspeccion	○	➡	D	■	▽	4		
11	Doblado de lona	●	➡	D	□	▽	12		
5	Desplazamiento a producto terminado	○	➡	D	□	▽	5	4,5	
1	Almacenamiento	○	➡	D	□	▽	0		

Figura 14. Diagrama de flujo actual lona

Nota. Elaboración propia

En este segundo diagrama, que corresponde al proceso de lonas (figura 14) se pudo evidenciar que el proceso de vulcanizado es el más demorado debido a que solo se utiliza una máquina para este proceso y necesita de 2 operarios. También se puede observar que existen transportes internos de 31,5 metros y desplazamientos que representan 27 minutos del tiempo total de producción para la elaboración de la carpa.

6.2.2. Diagramas de flujo propuestos.

El diagrama de flujo de proceso que se propondrá para los dos niveles de la planta, intentará reducir algunos transportes y distancias entre las áreas, contribuyendo al buen flujo de material en proceso y así mismo, reducir tiempos de fabricación que contribuya al cumplimiento de las entregas a tiempo. En primera instancia se evidencia el diagrama de flujo de proceso propuesto para el primer piso de la planta donde se elabora la estructura de la carpa.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PROPUESTO (ORNAMENTACIÓN)								
RESUMEN								
Fecha Realización:	3/3/2019	ACTIVIDAD	ACTUAL			OBSERVACIONES		
			CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA			
Diagrama No:	001	OPERACIÓN	29	842	-			
Proceso:	Elaboracion estructura carpa hangar 12x6	TRANSPORTE	20	88	34			
Actividad:	Cortes, doblajes y soldaduras	DEMORA	1	350	-	Esta demora se produce por la esperar que se da en la subcontratacion		
Tipo de Diagrama:	MATERIAL : X OPERARIO : _	INSPECCION	2	14	-			
Metodo:	ACTUAL: X PROPUESTO: _	ALMACENAMIENTO	1	-	-			
TOTAL			53	1294	34			
DESCRIPCION DEL PROCESO	SIMBOLO					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)	OBSERVACIONES DEL PROCESO
	○	→	⊔	□	▽			
1	Desplazar 6 tubos 1 1/2", 6 tubos 1", 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1" a cortadora	○ →	⊔	□	▽	10	2	
1	Preparar cortadora a 5 mts	● →	⊔	□	▽	5		
2	Cortar 6 tubos 1 1/2"	● →	⊔	□	▽	20		
3	Preparar cortadora a 4,6 mts	● →	⊔	□	▽	3		
4	Cortar 6 tubos 1"	● →	⊔	□	▽	21		
5	Preparar cortadora a 3mts	● →	⊔	□	▽	3		
6	Cortar 2 tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1"	● →	⊔	□	▽	24		
2	Enviar tubos a dobladora	○ →	⊔	□	▽	8	2	
3	Desplazar 10 tubos 1" y 1 tubo de 1/2", r 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1" a cortadora	○ →	⊔	□	▽	3	3	
7	Preparar cortadora a 2,95 mts	● →	⊔	□	▽	3		

8	Cortar 10 tubos 1" y 1 tubo de 1/2"	●	→	□	□	▽	21		
9	Preparar cortadora a 2 mts	●	→	□	□	▽	3		
10	Cortar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1"	●	→	□	□	▽	22		
4	Trasladar tubos a soldadura	○	→	□	□	▽	4	2	
11	Preparar cortadora a 1 mt	●	→	□	□	▽	6		
5	Desplazar 1 platina de 3 x 1/4 a cortadora	○	→	□	□	▽	3	1,5	
12	Cortar las 1 platina de 3 x 1/4	●	→	□	□	▽	23		
6	Enviar platinas a perforadora	○	→	□	□	▽	2	1,5	
13	Preparar cortadora a 25cm	●	→	□	□	▽	3		
7	Desplazar 1 tubo circular de 1" y 1 tubo circular de 1/2" a cortadora	○	→	□	□	▽	2	1,5	
14	Cortar los tubos	●	→	□	□	▽	28		
15	Preparar cortadora a 15cm	●	→	□	□	▽	4		
16	Cortar tubos sobrantes para un total de 24 bolsillos y 32 taches	●	→	□	□	▽	25		
8	Enviar bolsillos y taches a soldadura	○	→	□	□	▽	3	2	
17	Preparar dobladora	●	→	□	□	▽	13		
18	Doblar 6 tubos de 1 1/2"	●	→	□	□	▽	75		
19	Doblar 6 tubos de 1"	●	→	□	□	▽	73		
20	Doblar 3 tubos de 1 1/2"	●	→	□	□	▽	40		
21	Doblar 3 tubos de 1"	●	→	□	□	▽	46		
1	Inspeccionar tubos doblados	○	→	□	■	▽	8		
9	Enviar tubos a cortadora	○	→	□	□	▽	10	2	
22	Cortar desperdicio de tubos doblados	●	→	□	□	▽	26		
10	Enviar tubos a soldadura	○	→	□	□	▽	12	2	
23	Preparar area de perforacion y platinas	●	→	□	□	▽	7		
24	Perforar las platinas	●	→	□	□	▽	16		
11	Enviar platinas a soldadura	○	→	□	□	▽	5	1,5	
25	Preparar area de soldadura	●	→	□	□	▽	26		
26	Soldar costillares, curvas, cerchas y patas por medio de los taches	●	→	□	□	▽	208		
27	Soldar bolsillos para el ensamble de la carpa	●	→	□	□	▽	88		
2	Inspeccion del producto	○	→	□	■	▽	6		
28	Preparar tubería para enviar a pintura	●	→	□	□	▽	4		
12	Trasladar tubería a camion	○	→	□	□	▽	11	8	
1	Pintura (Subcontratado)	○	→	●	□	▽	350		
13	Traslado tubería de camion a la empresa	○	→	□	□	▽	9	3	
29	Forrar tubería con vinipel	●	→	□	□	▽	6		
14	Enviar tubería a almacenamiento P.terminado	○	→	□	□	▽	6	2	
1	Almacenar tubería terminada	○	→	□	□	▽	0		

Figura 15. Diagrama de flujo propuesto estructura.

Nota. Elaboración propia.

Respecto a la anterior figura, se dio como resultado la reducción de tiempos de transporte de tal manera que en el diagrama actual era de 1333 minutos y en el propuesto se dan 1294 minutos, de igual manera, las distancias que recorren los empleados con el material en proceso se redujo de 87 metros a 34 metros, este es un dato importante, ya que debido a una nueva distribución las áreas quedan más cercanas y ya los empleados no se desplazan demasiado, de igual manera se eliminó algunos transportes al área de almacenamiento que se consideraban innecesarios, ya que el empleado puede llevar más tubos en un desplazamiento, como resultado se observa que en el actual hay 21 transportes y en el propuesto se visualizan 14 transportes.

Así mismo, se procede a visualizar el diagrama de flujo de proceso del segundo piso de la planta.

DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO PROPUESTO (LONAS)									
RESUMEN									
Fecha Realización: 3/3/2019		ACTIVIDAD	ACTUAL			OBSERVACIONES			
			CANTIDAD	TIEMPO	DISTANCIA				
Diagrama No: 001		OPERACIÓN	11	470	-				
Proceso: Elaboracion techo carpa hangar 12x6		TRANSPORTE	5	19	17				
Actividad: Cortes, vulcanizado y cosido		DEMORA	-	-	-				
Tipo de Diagrama: MATERIAL : X OPERARIO: _		INSPECCION	1	4	-				
Metodo: ACTUAL: X PROPUESTO: _		ALMACENAMIENTO	1	0	-				
			TOTAL	18	493	17			
DESCRIPCION DEL PROCESO		SIMBOLO					TIEMPO (MIN)	DISTANCIA (MTS)	OBSERVACIONES DEL PROCESO
		○	➡	⊔	□	▽			
1	Recepcion de materia prima	●	➡	⊔	□	▽	6		
1	Transporte de la lona al area de almacenamiento	○	➡	⊔	□	▽	4	8	
2	Busqueda materia prima	●	➡	⊔	□	▽	3		
2	Desplazamiento los rollos de lona al area de cortado	○	➡	⊔	□	▽	1	2	
3	Rodar los rollos de lona en el suelo, para que quede extendida	●	➡	⊔	□	▽	5		
4	Alistamiento de materiales y toma de medidas	●	➡	⊔	□	▽	10		
5	Cortar lona	●	➡	⊔	□	▽	28		
3	Desplazamiento la lona al area de vulcanizado	○	➡	⊔	□	▽	6	2	
6	Montaje en vulcanizadora	●	➡	⊔	□	▽	9		
7	Vulcanizado que consta de union de lados	●	➡	⊔	□	▽	158		
8	Vulcanizado de bordes y reforzamiento a la lona	●	➡	⊔	□	▽	179		
4	Desplazamiento al area de costura	○	➡	⊔	□	▽	6	3	

9	Montaje en maquina de costura	●	→	D	□	▽	6		
10	Costura de chapetas y ensamble de agarraderas	●	→	D	□	▽	54		
1	Inspeccion	○	→	D	■	▽	4		
11	Doblado de lona	●	→	D	□	▽	12		
5	Desplazamiento a producto terminado	○	→	D	□	▽	2	2	
1	Almacenamiento	○	→	D	□	▽	0		

Figura 16. Diagrama de flujo propuesto Lona.

Nota. Elaboración propia.

En el anterior diagrama de recorrido propuesto del proceso de fabricación de la lona (segundo piso de la planta) se hace un intercambio de lugares entre las áreas de “almacenamiento de la lona” y “almacenamiento de materia prima y materiales”, esto reduce los tiempos de 501 minutos a 493 minutos y también las distancias de 31,5 metros a 17 metros, contribuyendo a que exista una producción más efectiva ya que queda el almacenamiento de materia prima muy cerca a la primera actividad que es la de cortado de la lona, para resaltar, el número de operaciones y transportes son los mismos y como aspecto más significativo fue la reducción de distancia del desplazamiento de la lona cuando se recibe hasta el área de almacenamiento, esta disminuyo un 50%, que fue de 16 metros a 8 metros.

A continuación, se realizan los diagramas de recorridos, que se encargan de evidenciar de una mejor manera la distribución de la planta en la empresa, visualizando de mejor manera el flujo de la materia prima y su proceso por las distintas áreas, todos los datos están basados en los diagramas de flujo de proceso antes evidenciados.

6.2.3. Diagramas de recorrido actuales.

A continuación, se evidencia el diagrama de recorrido del primer piso de la planta (figura 17), el cual se encarga de la fabricación de la estructura de la carpa. Igualmente, el diagrama de recorrido actual del segundo piso (figura 18) que corresponde a la producción de la lona para la carpa hangar 12x6.

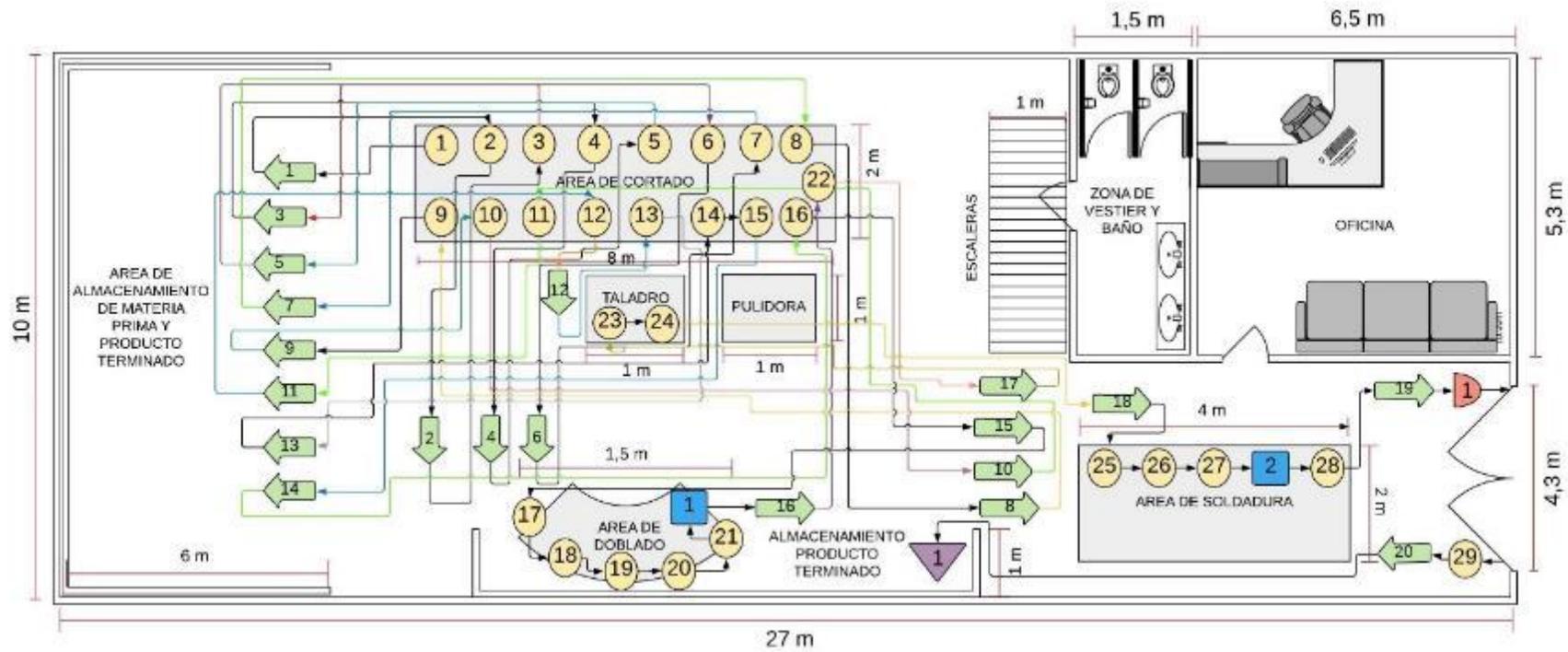


Figura 17. Diagrama de recorrido actual ornamentación.

Nota. Elaboración propia.

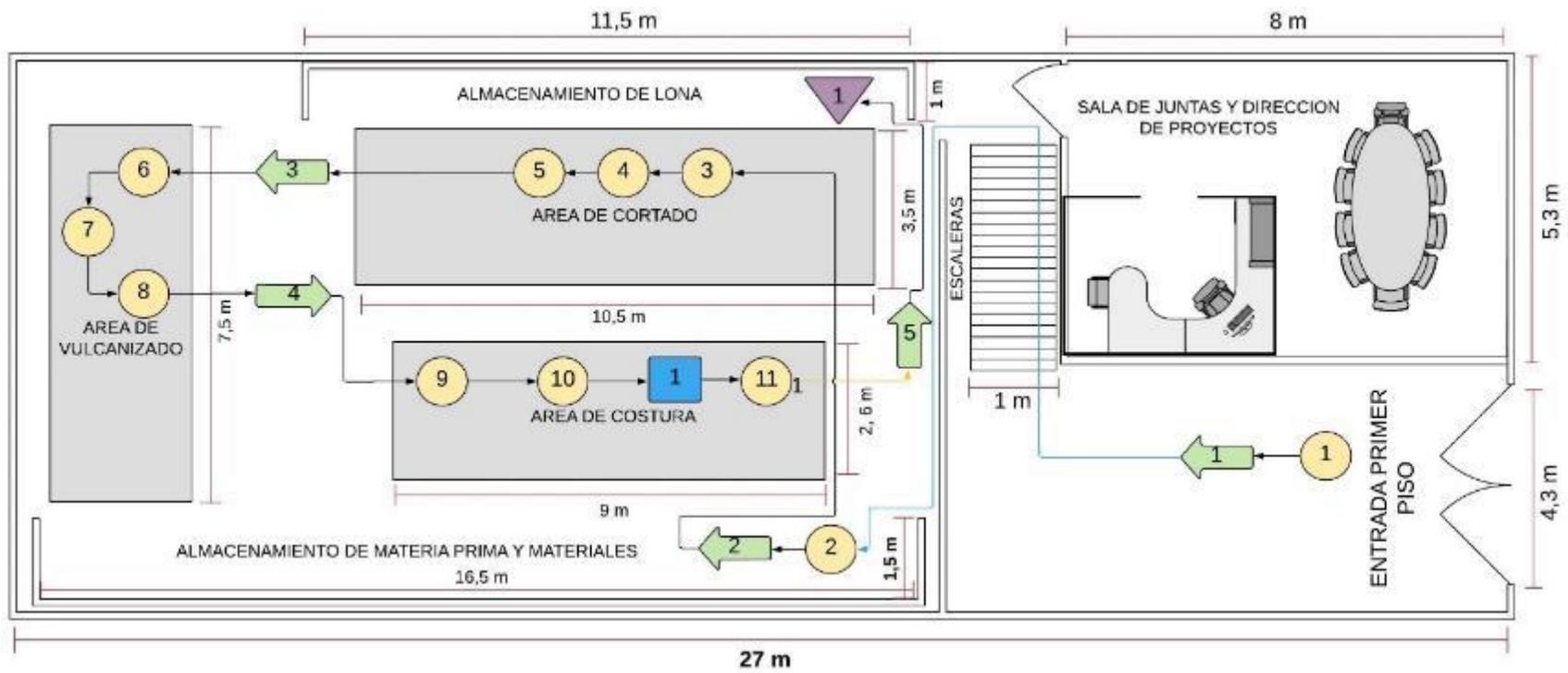


Figura 18. Diagrama de recorrido actual lona.

Nota. Elaboración propia.

Los anteriores diagramas de recorrido son muy importantes para visualizar como es el flujo del proceso en la empresa y como se encuentran organizadas las áreas.

6.2.4. Diagramas de recorrido propuestos.

En la distribución actual de la empresa se observa que los empleados hacen recorridos largos al momento de trasladar el producto en proceso, esto afecta directamente a los tiempos de producción del producto terminado y contribuye a que la empresa no pueda cumplir satisfactoriamente las entregas a tiempo.

Se desarrolló la propuesta de un nuevo diagrama de recorrido con base a el estudio de tiempos y a los diagramas de flujo de la empresa, con el propósito de que la planta de fabricación aproveche al máximo el espacio que tiene y mejore el flujo del material; a continuación, se presenta el diagrama de recorrido propuesto del primer piso de la planta.

En el diagrama de recorrido propuesto del proceso de fabricación de ornamentación (figura 19), en este caso el primer piso de la planta, se proceden modificaciones de las áreas de trabajo con una nueva distribución en planta, para que no existan largas distancias entre las áreas y respecto a los desplazamientos de los empleados, se propuso que el empleado de corte fuera por la materia prima y recolectara todos los tubos que iban a ir a doblado y después por los tubos de soldadura y luego los tubos de perforado, esto para que no tuviera muchos desplazamientos innecesarios.

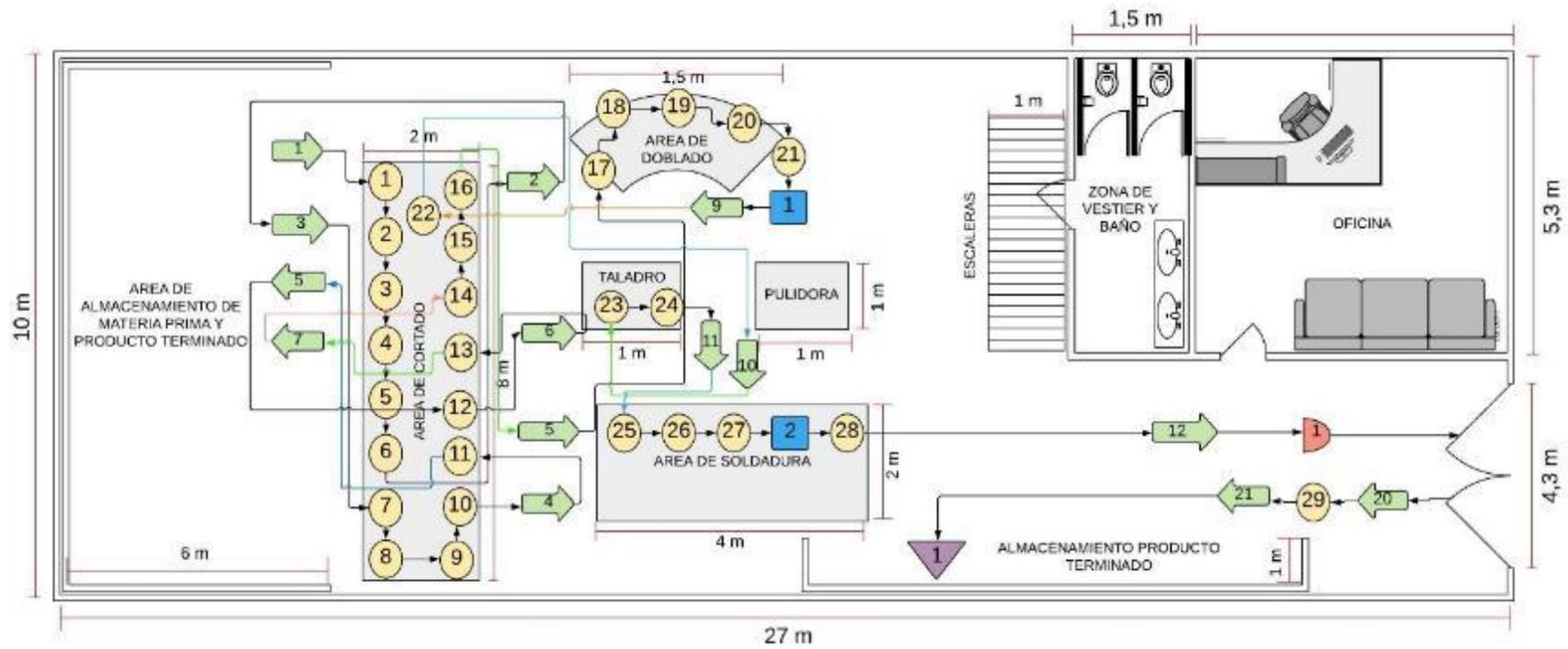


Figura 19. Diagrama de recorrido propuesto ornamentación.

Nota. Elaboración propia.

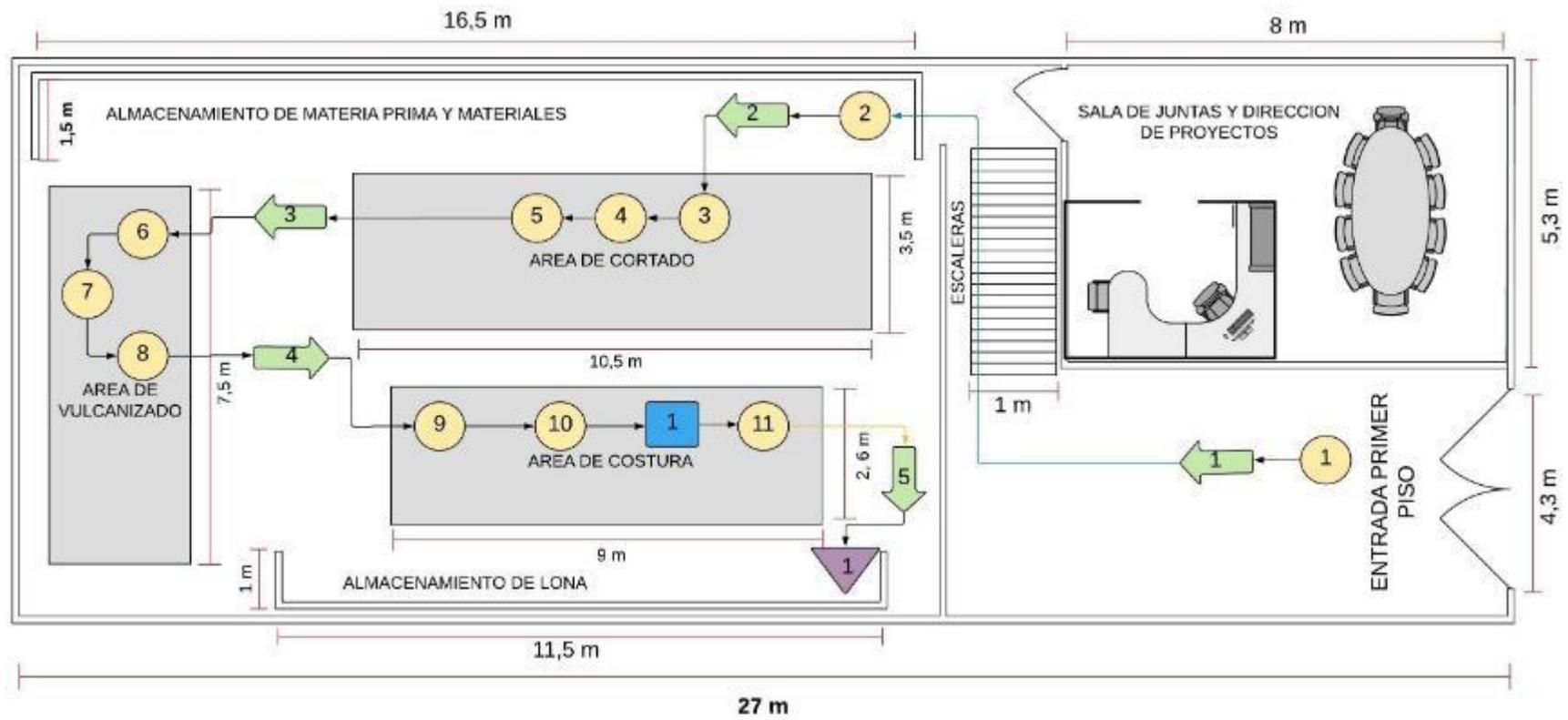


Figura 20. Diagrama de recorrido propuesto lona

Nota. Elaboración propia.

En el diagrama de recorrido propuesto del proceso de fabricación de la lona (figura 20), en el segundo piso de la planta se hace un intercambio de lugares entre las áreas de “almacenamiento de la lona” y “almacenamiento de materia prima y materiales”, esto reduce los tiempos de recorrido ya que el almacenamiento de materia prima quedo justo al lado del primer proceso de fabricación que es el de cortado de la lona y de igual manera el almacenamiento de producto terminado finaliza muy cerca de la última actividad que es la de costura de la lona.

6.3. Propuesta

6.3.1. 5'S.

Para poder intervenir en una propuesta de desarrollo de las 5'S para la empresa, se hizo un respectivo diagnóstico de la situación actual de las áreas de estudio como lo son el área de producción y de almacenamiento.

El diagnostico se compone de un cuestionario donde se evalúa cada una de las 5s por medio de cinco preguntas las cuales fueron desarrolladas con base a los problemas que se evidencian en la empresa; las preguntas tienen un formato de numeración de 5 a 1 siendo 5 que cumple satisfactoriamente con el ítem, 4 que cumple, 3 es aceptable, 2 poco cumple y 1 no cumple en absoluto. A continuación, se observa la figura del diagnóstico de las 5s con sus respectivos resultados.

INSPECCION INICIAL DE LAS 5'S EN EL AREA DE PRODUCCION DE LA CARPA TIPO HANGAR 12X6 DE LA EMPRESA CARPAS Y CUBRIMIENTOS SAS.				
Evaluadores	Kevin Stiven Alfonso Garcia y Hervin Duban Torres Suarez		Elaborado el mes de Enero del 2019	Valoracion
5'S	N°	Observacion		
Seiri Clasificacion	1	¿Se hacen inventarios de las cosas utiles e inutiles?		2
	2	¿Tienen listados de herramientas que no funcionen?		1
	3	¿Tienen listados de maquinas que no funcionen?		3
	4	¿Existen elementos que se interpongan al buen funcionamiento?		3
	5	¿Existen elementos que no influyan directamente en la produccion?		3
			Promedio	
Seiton Orden	1	¿Estan Las areas de trabajo marcadas?		2
	2	¿Existe una demarcacion para las herramientas y maquinaria?		2
	3	¿Estan los materiales y herramientas almacenadas de forma adecuada?		2
	4	¿Estan definidos los implementos para cada producto?		1
	5	¿Los pasillos y areas comunes se identifican claramente?		2
			Promedio	
Seiso Limpiar	1	¿Existen manchas de aceite o alguna basura en el suelo?		2
	2	¿Se ejecutan limpiezas de equipos con su mantenimiento?		1
	3	¿Hay personal que se encargue del aseo de la fabrica?		1
	4	¿Se barre o se limpia las areas de trabajo sin haber sido ordenado?		2
	5	¿El personal tiene tareas de limpieza especificas o en conjunto?		2
			Promedio	
Seiketsu Control visual	1	¿Los empleados sugieren mejoras en los procesos de fabricacion?		3
	2	¿Se cuenta con implementos de seguridad industrial?		3
	3	¿Existen planes de mejoramiento proyectados por la empresa?		2
	4	¿Se cuenta con la ventilacion e iluminacion adecuada?		2
	5	¿Se tienen en cuenta las primeras 3'S?		2
			Promedio	
Shitsuke Disciplina	1	¿Existe un tiempo de limpieza antes o despues de la jornada laboral?		2
	2	¿Los empleados almacenan bien las herramientas despues de su uso?		2
	3	¿Cada area de trabajo tiene su empleado encargado del orden?		4
	4	¿Se revisa con frecuencia el inventario de materia prima y P. terminado?		2
	5	¿Existen escritos donde se aclare las tareas de cada empleado?		2
			Promedio	

Figura 21. Inspección inicial de las 5'S.

Nota. Elaboración propia

Para una mejor visualización de los resultados arrojados en la tabla anterior, se diseñó una gráfica radial que expresa la situación actual de la empresa en cuanto a cada una de las 5's.

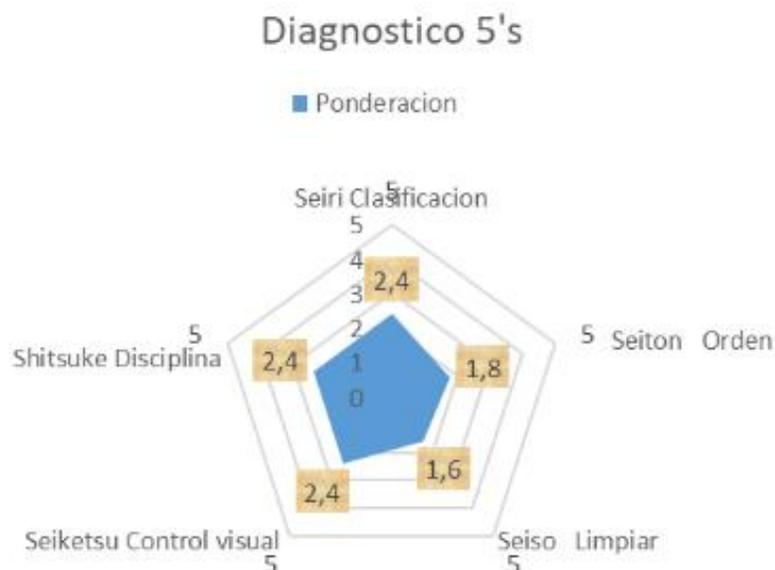


Figura 22. Resultado diagnostico 5'S

Nota. Elaboración propia

Conforme a los datos entregados por el diagnostico anterior, se evidencia que la empresa Carpas y Cubrimientos SAS no se encuentra en una buena situación en cuanto a las 5'S, ya que la mayoría de los resultados se observan en un intervalo entre aceptable (3) y poco cumple (2), resaltando que no existen políticas de aseo y organización en la empresa, tampoco se cuenta con una demarcación en las áreas de producción o almacenamiento y de las herramientas de trabajo por último es importante resaltar que sin estas características los empleados no pueden trabajar a plenitud de sus capacidades.

El objetivo principal de las 5'S en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C, es que las áreas de trabajo se encuentren en óptimas condiciones para un funcionamiento adecuado y de igual manera las personas puedan trabajar en un ambiente que potencialice sus capacidades y así, aumente la productividad y mejore el entorno laboral.

Para un correcto desarrollo de las 5'S se consideran relevantes los siguientes ítems:

- Realizar una capacitación en donde se les brinde la información de que son las 5'S, como se desarrollan y que beneficios se obtienen.

- Con los respectivos empleados de cada área gestionar que elementos consideran que no son importantes y que no generan valor a las actividades que ejercen
- Con los elementos necesarios en cada área, se hace un trabajo en conjunto, donde se ordenen las áreas de manera adecuada a las actividades que ejerzan.
- Diseñar una brigada de limpieza para toda la empresa.
- Lograr que por medio de una gestión visual los empleados tengan cada elemento en el lugar adecuado.
- Plantear mecanismos de trabajo que contribuyan a que los empleados sean constantes en el ordenamiento y limpieza de las áreas.

A continuación, se expone los pasos de la intervención de las 5'S, adaptada de Rajadell y Sánchez (2010).

6.3.1.1. Seiri – Organización o clasificación.

Seiri es el primer concepto de las 5'S, consiste en eliminar del área de trabajo cualquier objeto que no sea necesario para desarrollar las respectivas actividades, estos objetos pueden variar entre herramientas inútiles, materiales sobrantes, productos imperfectos y maquinaria que no se esté utilizando.

Una manera segura y práctica para reconocer los elementos antes mencionados es la de las “tarjetas rojas” que es colocada a cada objeto que se considere innecesario para la operación y que no esté debidamente organizado; los elementos que se estimen innecesarios se dividirán entre utilizables y no utilizables, los primeros serán almacenados en un lugar provisional donde se considere su reorganización a algún área que lo necesite y los no utilizables podrán ser vendidos o en su defecto desechados por la empresa.

Primero se seleccionan las áreas a intervenir del primer piso, que corresponde a las actividades de producción de la tubería.

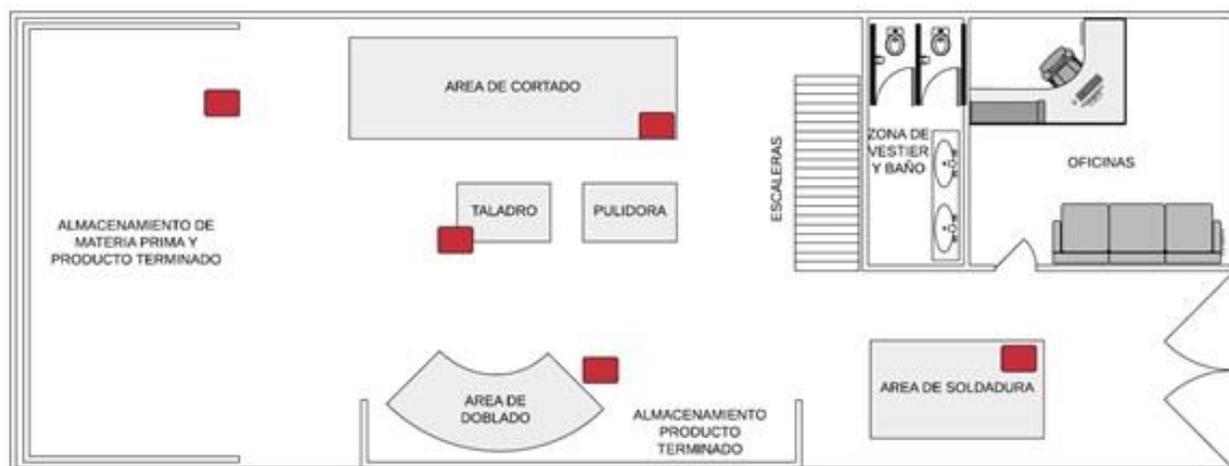


Figura 23. Selección de áreas a intervenir con las 5's del primer piso.

Nota. Elaboración propia

En la anterior figura se coloca a consideración la mayoría de las áreas del primer piso a excepción de la actividad de la pulidora y de las oficinas ya que se encuentran en óptimas condiciones para un buen funcionamiento.

Después se procede a hacer la selección de las áreas a intervenir del segundo piso, que corresponde a las actividades de producción de la lona

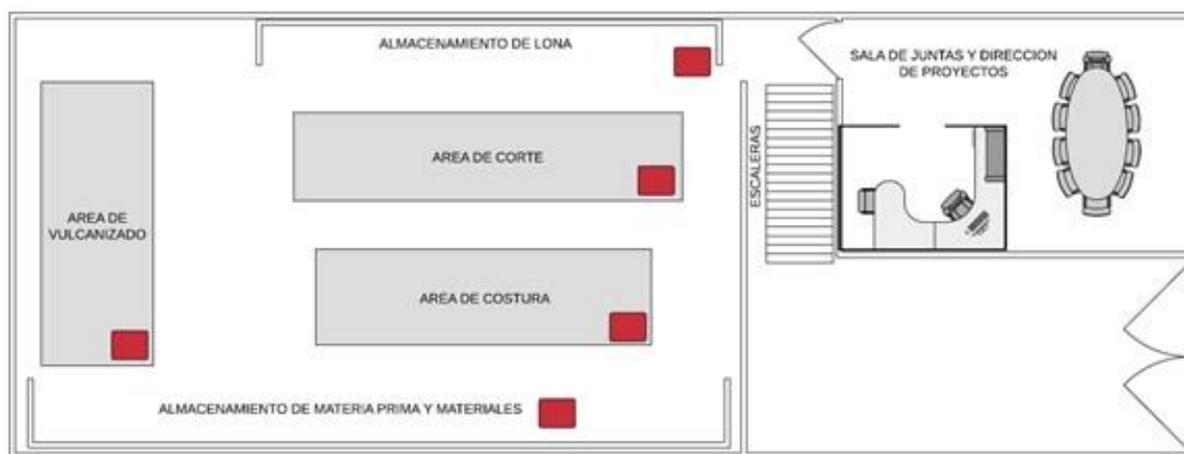


Figura 24. Selección de áreas a intervenir con las 5's del segundo piso.

Nota. Elaboración propia

Como se puede evidenciar en la figura anterior se seleccionan todas las áreas que cuenta el segundo piso a excepción de la sala de juntas y dirección de proyectos, esto debido a su buen funcionamiento.

De acuerdo a las áreas seleccionadas previamente se dará uso a las tarjetas rojas que serán utilizadas para cumplir con la clasificación de la empresa. Las tarjetas tendrán el siguiente formato.

TARJETA ROJA			
Referencia		Fecha	
Nombre del objeto			
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuosos	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable			
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo			

Figura 25. Formato tarjeta roja.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015).

Esta tarjeta se utilizará para determinar el uso que se llevara a cabo a respectivos elementos en la empresa, separando lo que se crea que no es necesario y pasarlo a un almacén temporal donde la gerencia determine si no se consideran importantes, si se pueden vender o desechar radicalmente.

Área de vulcanizado:



Figura 26. Foto área de vulcanizado C&C.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V01	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Lona		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input checked="" type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input checked="" type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Vulcanizado		
Accion	<input checked="" type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	ene-19		

Figura 27. Tarjeta roja Numero 1 Área de vulcanizado.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015).

Área de almacenamiento de materia prima de la tubería:

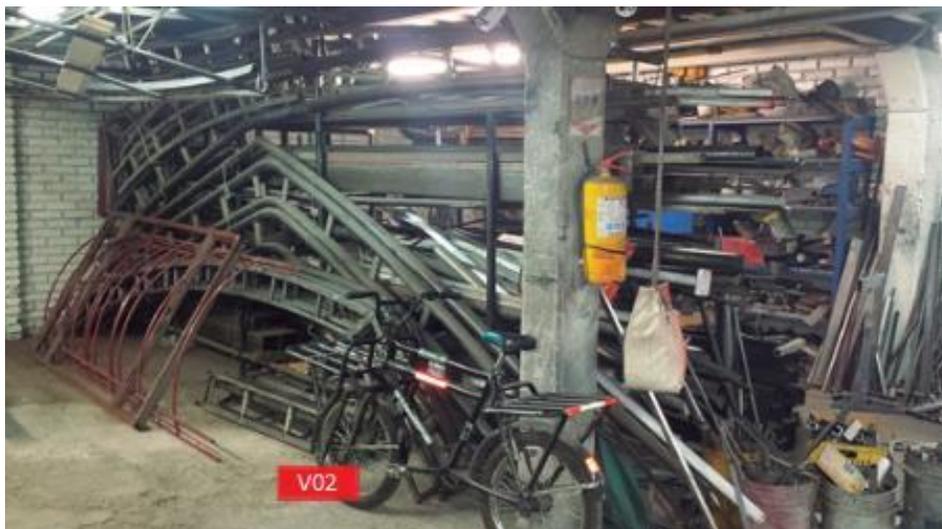


Figura 28. Foto área de almacenamiento de materia prima de tubería C&C.
Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V02		Fecha ene-19
Nombre del objeto	Bicicleta		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input checked="" type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input checked="" type="checkbox"/> Innecearios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Produccion de tube ria		
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input checked="" type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	ene-19		

Figura 29. Tarjeta roja numero 2 área de almacenamiento de materia prima de tubería.
Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015).

Área de soldadura:



Figura 30. Foto área de soldadura N° 1 C&C.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V03		Fecha
Nombre del objeto	Maquinas de soldadura		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input checked="" type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input checked="" type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Produccion de tuberia		
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input checked="" type="checkbox"/> Venderlo	<input checked="" type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	abr-19		

Figura 31. Tarjeta roja numero 3 área de soldadura.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015).

Área de doblado:

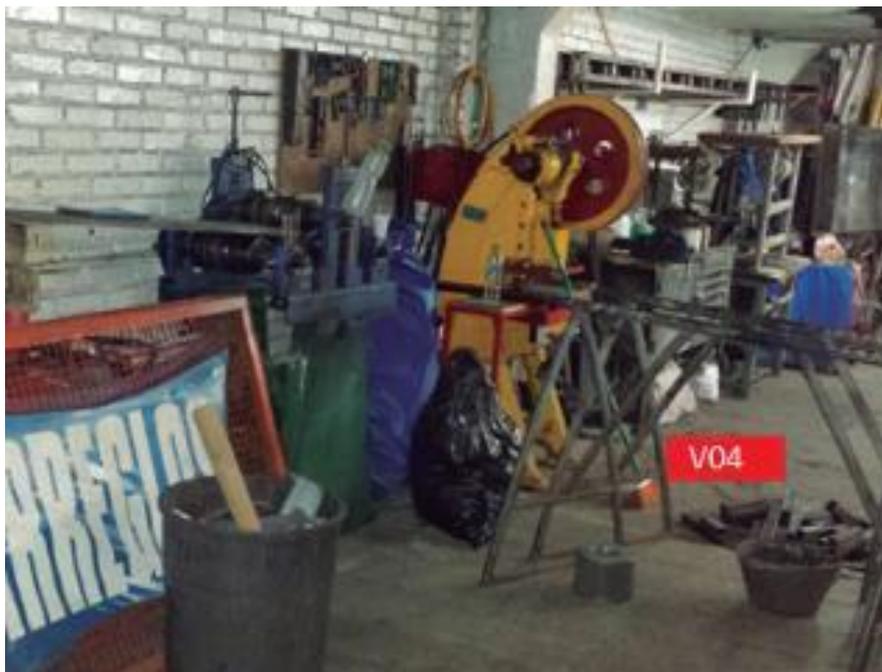


Figura 32. Foto área de doblado.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V04	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Pedazos de tubería cortada		
Clasificación	<input checked="" type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input checked="" type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporádico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Producción de tubería		
Acción	<input checked="" type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	ene-19		

Figura 33. Tarjeta roja número 4 área de doblado.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015)

Área de soldadura



Figura 34. Foto área de soldadura N° 2 C&C.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V05	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Mesas		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input checked="" type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input checked="" type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Administracion		
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input checked="" type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	abr-19		

Figura 35. Tarjeta roja numero 5 área de soldadura

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015)

Área de cortado de la lona:

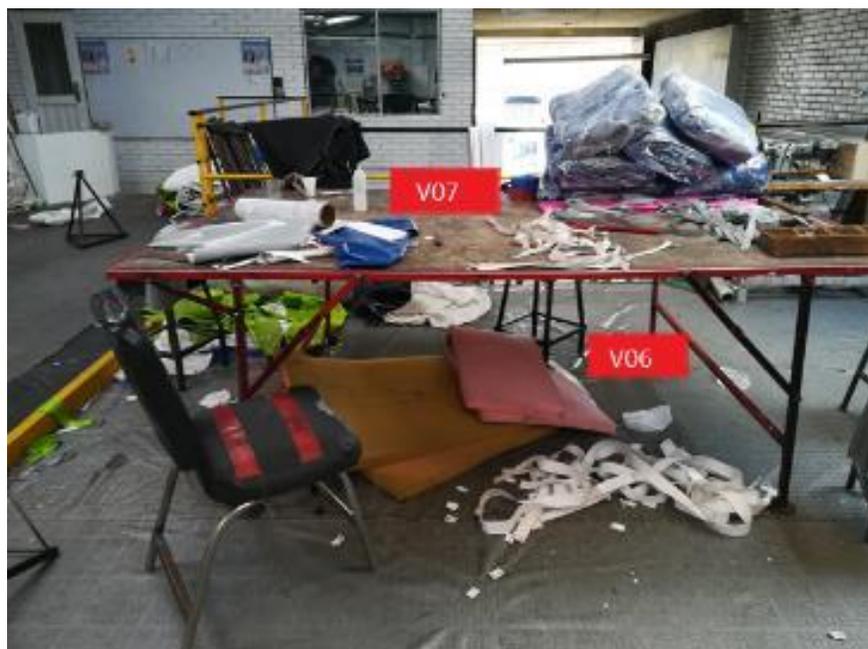


Figura 36. Foto área de cortado de la lona C&C.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V06	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Espuma		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input checked="" type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input checked="" type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Produccion de lona		
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input checked="" type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	abr-19		

Figura 37. Tarjeta roja numero 6 área de cortado de la lona.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015)

TARJETA ROJA			
Referencia	V07	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Sobrantes de lona		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input checked="" type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input checked="" type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Produccion de lona		
Accion	<input checked="" type="checkbox"/> Eliminarlo	<input type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	abr-19		

Figura 38. Tarjeta roja numero 7 área de cortado de la lona.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015)

Área de almacenamiento de materia prima y materiales de la lona:



Figura 39. Foto área de almacenamiento de materia prima de la lona C&C.

Nota. Elaboración propia.



Figura 40. Foto área de almacenamiento de materia prima y materiales de la lona C&C.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V08	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Rollos de lona		
Clasificación	<input checked="" type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input checked="" type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Produccion de lona		
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input checked="" type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	abr-19		

Figura 41. Tarjeta roja numero 8 Área de almacenamiento de materia prima y materiales de la lona

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015)

Área de almacenamiento de producto terminado de la tubería:



Figura 42. Foto área de almacenamiento de producto terminado de la tubería C&C.

Nota. Elaboración propia.

TARJETA ROJA			
Referencia	V09	Fecha	ene-19
Nombre del objeto	Tubería		
Clasificación	<input type="checkbox"/> Materia prima	<input type="checkbox"/> Maquinarias	
	<input type="checkbox"/> Producto en proceso	<input type="checkbox"/> Herramientas	
	<input type="checkbox"/> Desperdicios	<input type="checkbox"/> Estibas	
	<input checked="" type="checkbox"/> Producto terminado	<input type="checkbox"/> Otro	
Razón para retirar	<input type="checkbox"/> Innecesarios	<input type="checkbox"/> Desconocido	
	<input type="checkbox"/> Defectuoso	<input type="checkbox"/> Sobrantes	
	<input type="checkbox"/> Uso esporadico	<input checked="" type="checkbox"/> Otro	
Área responsable	Administracion		
Accion	<input type="checkbox"/> Eliminarlo	<input checked="" type="checkbox"/> Organizarlo	
	<input type="checkbox"/> Venderlo	<input type="checkbox"/> Guardarlo	
Fecha a ejecutarlo	abr-19		

Figura 43. Tarjeta roja numero 9 área de almacenamiento de producto terminado de la tubería.

Nota. Autoría propia Basado de Villaseñor, A & Galindo. E (2015)

Luego de hacer las respectivas tarjetas se hace un listado en donde se puedan visualizar de una mejor manera y ver qué acción a tomar se considera oportuna, esto acompañado de la supervisión de la Gerencia.

REGISTRO TARJETAS ROJAS			
Fecha :	ene-19	Empresa Carpas & Cubrimiento C&C	
Referencia	Objeto	Area responsable	Accion
V01	Lona	Vulcanizado	Eliminar
V02	Bicicleta	Producción de tubería	Organizar
V03	Maquinas de soldadura	Producción de tubería	Vender o guardar
V04	Pedazos de tubería cortada	Producción de tubería	Eliminar
V05	Mesas	Administracion	Vender
V06	Espuma	Producción de lona	Organizar
V07	Sobrantes de lona	Producción de lona	Eliminar
V08	Rollos de lona	Producción de lona	Organizar
V09	Tubería	Administracion	Organizar

Figura 44. Registro tarjetas rojas.

Nota. Elaboración propia

En la anterior tabla se determinan los objetos que necesitan acciones pertinentes para el buen funcionamiento de las áreas

6.3.1.2. Seiton – Orden.

Seiton ayuda a la empresa a tener una mejor organización de los materiales, implementos y herramientas, permitiendo que la búsqueda de aquellos sea más sencilla para su respectiva utilización, otorgándoles un lugar específico en cada área.

Para comenzar, se debe hacer una demarcación correspondiente de los pasillos, las áreas de trabajo, almacenamiento de materiales, de las herramientas y de las máquinas. De acuerdo al diagnóstico antes realizado, queda en evidencia que la empresa no cuenta con una correspondiente delimitación de las zonas; a continuación, se muestra cómo se encuentra la empresa y una sugerencia de cómo podría estar si se hiciera la respectiva demarcación de áreas y zonas.

Área de vulcanizado:



Figura 45. Demarcación área de vulcanizado actual C&C.

Nota. Elaboración propia.

La anterior figura es del área de vulcanizado el cual no se observa una demarcación de las máquinas y tampoco de los materiales. A continuación, se muestra un ejemplo de cómo deben estar delimitadas las máquinas y las áreas de trabajo

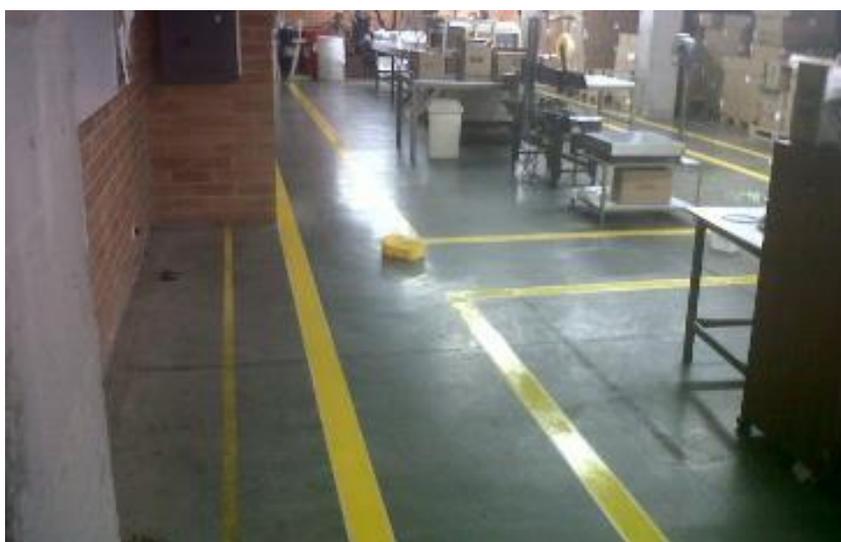


Figura 46. Demarcación de áreas y senderos peatonales.

Nota. Tomada de Compañía de ingeniería colombiana. (2017).

Ahora se tomará a consideración la manera en que se almacenan las herramientas de la empresa, en donde se observan varias inconsistencias como lo son que los empleados no organizan las herramientas cuando las terminan de usar y a veces suelen refundirse, también que no es fácil distinguir que tipo de herramienta no se encuentra en almacenamiento y el principal problema es que muchas herramientas no tienen un lugar específico de almacenamiento.

A continuación, se puede ver la imagen del almacenamiento de algunas de las herramientas de la empresa, las cuales se encuentran organizadas en un tablero y las demás están en uso en las áreas.



Figura 47. Foto almacenamiento de herramientas.

Nota. Elaboración propia.

Las herramientas en la empresa son colocadas en el tablero de manera desorganizada y esporádicamente, ya que muchas veces se ven las herramientas dejadas en lugares de trabajo sin que estén siendo utilizadas. Adicional a esto, se muestra una imagen a continuación donde las herramientas de trabajo se encuentran bien organizadas, siendo de fácil acceso para los empleados e ideado para la sencilla localización de cada una.



Figura 48. Ejemplo de Organizadores de herramientas.

Nota. Tomado de Beycar (2019).

Por lo anterior, se propone cambiar el almacenamiento a uno que tenga más capacidad para que se logren organizar todas las herramientas de trabajo en un solo lugar y que la organización de estas, traiga beneficios en los tiempos de búsqueda de instrumentos, aumentando la productividad

Así mismo, se identifica que el almacenamiento de la materia prima de lona no es el adecuado (basado en el diagnóstico de las 5's), ya que este se encuentra en el suelo, uno encima del otro y no se le da importancia relevante en la empresa. En la siguiente imagen se puede ver el almacenamiento de la materia prima de la lona



Figura 49. Foto almacenamiento de las lonas

Nota. Elaboración propia.

Como se evidencia en la imagen, existe material de producto terminado y de materia prima apilados en el suelo sin algún orden específico y con gran dificultad al buscar algún producto, ya que no poseen de una respectiva segmentación. Por ende, se propone en el lugar de almacenamiento colocar una estantería básica (ya que la empresa no tiene una gran cantidad de material en stock) donde se identifiquen el tipo de material con sus características y estén divididos según su posterior uso.

Un claro ejemplo de esto se puede ver en la siguiente imagen una empresa de textil que almacena de manera eficiente la materia prima y producto terminado.



Figura 50. Estanterías metálicas de media carga para trabajos especiales.

Nota. Tomado de ESME (2017).

Los beneficios de tener el área de almacenamiento bien organizada como en la imagen anterior son importantes para la empresa ya que reduce en gran consideración el tiempo de picking, también en ver qué tipo de material se está agotando o en qué nivel esta y ayuda a tener un mayor control visual de esa área.

El orden debe estar gestionado por los directivos de la empresa, pero ser aplicado por los empleados y generar responsabilidades por los elementos que se utilicen para dejarlos en el lugar correspondiente después de su uso.

6.3.1.3. Seiso – Limpieza.

Cuando ya todos los elementos estén clasificados y ordenados se requiere que estos estén en plenas condiciones para su uso respectivo. Para ello se propone un día en que se lleve a cabo una brigada de aseo general, donde los empleados en conjunto con la gerencia limpien todas las áreas de trabajo y las áreas comunes; Hay que mencionar, además, que se les otorgaran nuevas tareas a los trabajadores a parte de sus funciones actuales, estas serán que deben cuidar y velar porque los espacios se encuentren limpios, y con el tiempo poder adquirir esta labor como un hábito

Para la implementación de Seiso (Villaseñor & Galindo, 2015) afirman que existen diferentes pasos:

- Identificar fuentes de suciedad, contaminación o lugares sucios
- Determinar que limpiar
- Establecer las tareas de limpieza
- Precisar los métodos de limpieza
- Entrenar en el método de limpieza
- Determinar el tiempo para la limpieza
- Preparar las herramientas para la limpieza
- Comenzar a limpiar
- Estandarizar el proceso
- Medir los resultados

En este caso se evidencio poca limpieza en la fábrica, ya que no existe un personal encargado del aseo y tampoco los empleados poseen de tareas específicas de limpieza (se puede evidenciar en el diagnóstico de las 5'S), entonces solo se limpian las áreas de trabajo hasta cuando ya empiezan a afectar en el desarrollo de las actividades.

Las áreas que necesitan de un mayor trabajo en cuanto a la limpieza, ya que esto puede afectar las actividades laborales, son las siguientes:

- Área de cortado de tubería: En esta área al momento de cortar la tubería para que queden en medidas exactas, se producen diferentes sobrantes que se convierten en residuos, que en su totalidad caen al suelo, esto puede llegar a ocasionar un accidente de gravedad ya que cualquier empleado puede tropezar con alguno de estos y caer al suelo, por eso se recomienda que la limpieza en esta área sea considerada de alta importancia.
- Área de taladro o perforación: En esta área se evidencia que al momento de ejercer las actividades laborales salen un poco de trozos de tubería que se esparcen fácilmente por el suelo del primer piso de la planta. Se requiere un aseo general del suelo de la planta barriéndolo y aplicándole un poco de agua para que el polvo no se levante ya que en el área de producción de tubería el suelo se encuentra sin baldosa.
- Área de cortado de lona: En esta área se corta la lona que se necesita para que pase al vulcanizado y también se cortan algunos pedazos para que puedan dar la forma a la curvatura de la carpa hangar 12x6; con respecto a lo anterior, en esta área se evidencia bastante producto sobrante de lona, el cual debe ser retirado de manera constante para que no afecte al momento de cortar y que no se confunda con pedazos de materia prima que sirven para las chapetas de las carpas de los camiones.

6.3.1.4. *Seiketsu – Control visual*

Esta metodología tiene como objetivo mantener el orden y el estado de limpieza impecable en la fábrica, se debe concientizar a los empleados de que los sitios de trabajo se encuentren en óptimas condiciones el mayor tiempo posible y que no afecte a las 3 anteriores S.

En la empresa no se evidencian controles visuales para que puedan tener las áreas trabajo de forma adecuada para esto se debe asegurar que se cumplan con requisitos de cada zona que ha sido

analizada y que ya se encuentra clasificada, ordenada y limpiada, esto para que siempre estén en buenas condiciones, para ello se propone:

- Dar capacitaciones a los empleados para que puedan ayudar al proceso y adopten propias las nuevas funciones de limpieza y organización ya estas benefician a todos.
- Tener a la vista de los empleados las tareas de limpieza que cada uno o en conjunto deben hacer, el tiempo de las actividades y un procedimiento que debe hacer si encuentra algo anormal, esto será tratado de una mejor manera en Shitsuke.
- Con la empresa clasificada, ordenada y limpiada se propone tomar fotografías de cada área de trabajo y colocarlas a la vista de los empleados, para que ellos sepan cómo deben mantener siempre el lugar en donde se encuentren
- Otra forma para obtener un control visual óptimo es el de colocar en las áreas de trabajo letreros en donde se especifique tareas a ejecutar o algún tipo de información relevante que sea clara y concisa, Rajadell & Sánchez (2010) señalan que “La gestión visual (fotos, videos, etc.), algunos estudios ponen de manifiesto que el 80% de la información entra por los ojos” (p.189), a conveniencia se propone los siguientes letreros para algunas áreas:

Área de cortado de tubería:

Verificar la medida antes de cortar el tubo

Figura 51. Letrero área de cortado de tubería.

Nota. Elaboración propia

Almacenamiento de herramientas:

Coloque la herramienta en su respectivo lugar

Figura 52. Letrero almacenamiento de herramientas.

Nota. Elaboración propia

Área de vulcanizado:

Apagar la maquina si no se encuentra en uso.

Figura 53. Letrero área de vulcanizado.

Nota. Elaboración propia

Área de servicios sanitarios:

Por favor cerrar la llave luego de usarse.

Figura 54. Letrero área de servicios sanitarios.

Nota. Elaboración propia

Áreas comunes:

Mantenga despejado los pasillos.

Figura 55. Letrero áreas comunes.

Nota. Elaboración propia

Área de soldadura:

Utilizar las gafas de protección.

Figura 56. Letrero área de soldadura.

Nota. Elaboración propia

Área de almacenamiento de materia prima de lona y tubería

Por favor mantener el lugar ordenado.

Figura 57. Letrero área de almacenamiento de materia prima de lona y tubería.

Nota. Elaboración propia

Los letreros anteriores contribuirán a que los empleados cuando los vean recuerden que deben mantener el orden en la empresa.

6.3.1.5. *Shitsuke – Disciplina.*

Shitsuke corresponde a la evaluación sistemática del cumplimiento de las anteriores metodologías, aplicando ciertos parámetros de control a aspectos importantes vistos anteriormente, esto ayuda a ver los beneficios y no perjudicar lo antes hecho y así adoptando las nuevas actividades e ideologías al diario común, con base a acciones de mejora continua.

Para mantener en el tiempo lo antes hecho en cuanto a la limpieza de la empresa, se propone hacer un cronograma de actividades de un plan de limpieza con responsabilidades adjudicadas al personal de la empresa y en otros casos a la gerencia, este se puede ver en la siguiente tabla.

Empresa Carpas y Cubrimientos C&C		Elaborado por: Kevin Alfonso García Y Duban Torres Suarez		Fecha: Enero 2019		
CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES PLAN DE LIMPIEZA						
Actividad	Lugar de aplicación	Responsables	Frecuencia	Duración	Observaciones	Utensilios
Limpieza de maquinas de coser	Area de produccion de lona	Empleados encargados en costura de lona	Todos los días	10 minutos		Desinfectante, desengrasante, guantes, esponja, paño y agua
Limpieza general de la empresa	Primer y segundo piso de la empresa	Gerencia	Una vez a la semana	60 minutos	Se contratara personal de limpieza los días sabados en la tarde para que no afecte la produccion	Desinfectante, guantes, esponja, paño y agua
Limpieza de maquina de soldadura y dobladora	Area de produccion de tuberí	Empleados area de soldadura	Todos los días	5 minutos		Desinfectante, guantes, esponja, paño y agua
Limpieza de maquina vulcanizadora	Area de produccion de lona	Empleados encargados en costura de lona	Todos los días	10 minutos		Desinfectante, guantes, esponja, paño y agua
Limpieza de servicios sanitarios	Primer piso de la empresa	Gerencia	Una vez a la semana	25 minutos	Se contratara personal de limpieza los días sabados en la tarde para que no afecte la produccion	Desinfectante, guantes, esponja, paño y agua
Limpieza de maquina cortadora	Area de produccion de tuberí	Empleados de produccion de tubería	Dos veces al día	10 minutos	Al cortar algunos tubos quedan sobrantes que se convierten en desperdicios	Desinfectante, guantes, esponja, paño, escoba y recogedor
Limpieza de oficinas	Primer y segundo piso de la empresa	Gerencia	Todos los días	10 minutos		Desinfectante, guantes, esponja, paño y agua
Limpieza de suelo de todas las areas	Primer y segundo piso de la empresa	Un empleado por dia	Todos los días	15 minutos	Se programa un empleado por cada día de la semana para que barra las areas de trabajo a final de turno	Escoba y recogedor

Figura 58. Cronograma de actividades plan de limpieza.

Nota. Elaboración propia

El plan anterior debe ser supervisado por la empresa hasta que los empleados lo adopten como parte de sus tareas cotidianas, en cuanto a las responsabilidades que se le delegaron a la Gerencia, se recomienda contratar por obra y labor a personal encargado del aseo global de la empresa incluyendo oficinas y servicios sanitarios, ya que la empresa no cuenta con personal de aseo y se considera que estas no son ocupaciones que deben ejercer los empleados puesto que no intervienen en las actividades de producción directamente.

Complementando lo anterior, los empleados deben limpiar el área de trabajo que les corresponde y las máquinas que usaran, esto se debe hacer a comienzo de turno para tener el lugar en óptimas condiciones el resto del día; En especial el área de cortado de tubería que se debe hacer una limpieza dos veces al día ya que, al momento de cortar algunos tubos, quedan sobrantes de ellos y son desperdicios que no se pueden reutilizar, además, es un peligro potencial dejar estos fragmentos de tubos en el suelo ya que cualquier empleado puede tropezar y generar un accidente.

En segunda instancia, para un control visual adecuado se propone con base al cronograma de actividades del plan de limpieza, colocar en cada área específica las tareas de aseo que se deben hacer y la frecuencia con sé qué hará y para una mejor visualización se proporcionará por colores para que no haya errores. Un ejemplo de esto es:

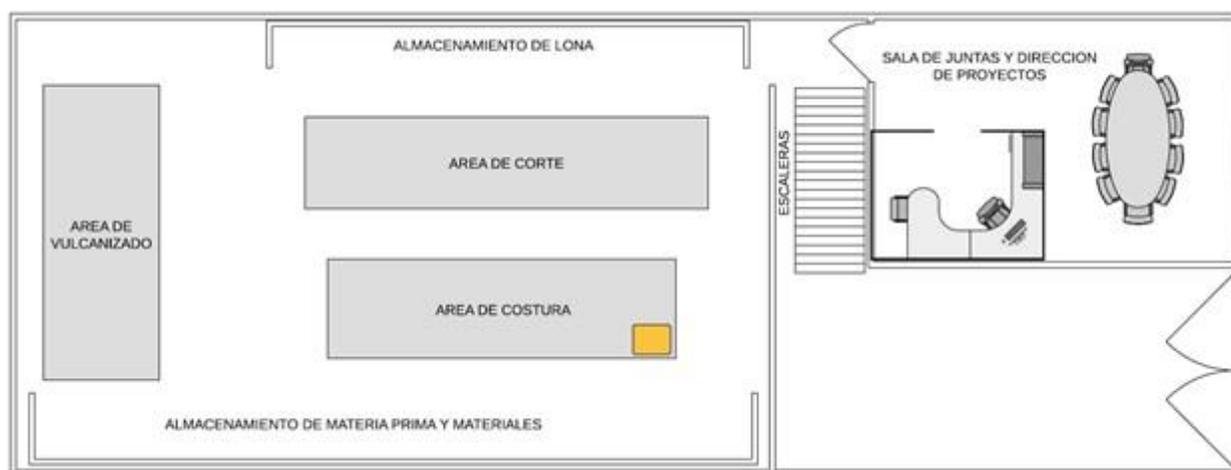


Figura 59. Selección de área para la programación de plan de limpieza.

Nota. Elaboración propia

Área de costura de lona						
Actividad	Lugar de aplicación	Responsables	Frecuencia	Duración	Observaciones	Utensilios
Limpieza de maquinas de coser	Area de produccion de lona	Empleados encargados en costura de lona	Todos los dias	10 minutos		Desinfectante, desengrasante, guantes, esponja, paño y agua

Figura 60. Especificación de tareas por área.

Nota. Elaboración propia

Por consiguiente, esta especificación de tareas ayuda en gran valor a que los empleados sepan que tienen que hacer en su área y que tienen que utilizar sin existir controversias.

De manera semejante, para evaluar lo antes hecho en las 4 primeras S y que la Gerencia pueda visualizar que aspectos están fallando, se propone hacer una inspección diaria de todas las áreas previamente seleccionadas, donde arroje el estado de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina en el que se encuentra la empresa, esto para observar en que aspectos se puede ir mejorando. Hecha esta salvedad se procede a la ejecución de un formato de auditoria basado en el diagnóstico de las 5'S antes presentado, este formato deberá ser ejecutado en todas las áreas antes seleccionadas.

AUDITORIA 5'S EN EL PROCESO DE PRODUCCION DE LA CARPA TIPO HANGAR 12X6 DE LA EMPRESA CARPAS & CUBRIMIENTOS S.A.S.				
Evaluadores			Fecha:	Area:
	Diligencie con una X si se cumple o no con cada item			
5'S	N°	Observacion	SI	NO
Seiri Clasificacio n	1	¿Se hacen inventarios de las cosas utiles e inutiles?		
	2	¿Tienen listados de herramientas que no funcionen?		
	3	¿Tienen listados de maquinas que no funcionen?		
	4	¿Existen elementos que se interpongan al buen funcionamiento?		
	5	¿Existen elementos que no influyan directamente en la produccion?		
Seiton Orden	1	¿Estan Las areas de trabajo marcadas?		
	2	¿Existe una demarcacion para las herramientas y maquinaria?		
	3	¿Estan los materiales y herramientas almacenadas de forma adecuada?		
	4	¿Estan definidos los implementos para cada producto?		
	5	¿Los pasillos y areas comunes se identifican claramente?		
Seiso Limpiar	1	¿Existen manchas de aceite o alguna basura en el suelo?		
	2	¿Se ejecutan limpiezas de equipos con su mantenimiento?		
	3	¿Hay personal que se encargue del aseo de la fabrica?		
	4	¿Se barre o se limpia las areas de trabajo sin haber sido ordenado?		
	5	¿El personal tiene tareas de limpieza especificas o en conjunto?		
Seiketsu Control visual	1	¿Los empleados sugieren mejoras en los procesos de fabricacion?		
	2	¿Se cuenta con implementos de seguridad industrial?		
	3	¿Existen planes de mejoramiento proyectados por la empresa?		
	4	¿Se cuenta con la ventilacion e iluminacion adecuada?		
	5	¿Se tienen en cuenta las primeras 3'S?		
Shitsuke Disciplina	1	¿Existe un tiempo de limpieza antes o despues de la jornada laboral?		
	2	¿Los empleados almacenan bien las herramientas despues de su uso?		
	3	¿Cada area de trabajo tiene su empleado encargado del orden?		
	4	¿Se revisa con frecuencia el inventario de materia prima y P. terminada?		
	5	¿Existen escritos donde se aclare las tareas de cada empleado?		

Figura 61. Formato de auditoria propuesto.

Nota. Elaboración propia

Esta auditoria ayudara a la empresa a tener un control de cada área, respecto a las 5S y a cada aspecto en específico, esto contribuirá a que la gerencia revise semana a semana el progreso y cumplimiento de los empleados y del proceso.

6.3.2. Poka-Yoke

La herramienta Poka Yoke básicamente se basa en la eliminación de los errores humanos en los procesos de producción y así prevenir fallos en los procedimientos, no se necesitan grandes inversiones tecnológicas para llegar a la reducción de estos, se debe enseñar a los empleados que para prevenir los errores se puede lograr también con pocos materiales o instrumentos básicos que faciliten el trabajo de forma sencilla.

En el Poka Yoke existen dos maneras de detectar los fallos, una es la prevención, que se basa en detectar el error antes de que se produzca y la otra es detención, que es cuando el error ya se ha producido; la primera tiene como características hacer inspecciones de las áreas para encontrar un posible error. Cabe destacar que los errores son las causas de que surja un defecto. Para la aplicación de Poka Yoke se dará uso a la metodología enseñada por López, Sánchez & García en un artículo revelado por la Universidad Tecnológica Nacional de Argentina, estas observaciones se verán expuestas en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C a continuación:

Paso 1: Identificar el error potencial o literal

Llegados a este punto, se encontraron los siguientes errores en los procesos de producción:

- Proceso de doblado de tubería: Se observa que al momento de doblar los tubos de la carpa tipo hangar 12x6, se demoran mucho en sacar el producto con la calidad requerida y que algunas veces el producto se dobla más de lo requerido.
- Proceso de cortado de lona: Se evidencia que al momento de cortar la lona los empleados lo hacen de manera manual con una regla grande y una tijera, en ocasiones se desvían de la línea de cortado y el seccionado no queda recto y perfecto, lo que conlleva a que queden desperdicios de lona y tengan que volver a trazar y cortar.

Paso 2: Llegar a la raíz del error que origina el defecto

En el primer defecto se observa que al momento de doblar el tubo, la máquina de doblado cuenta con unas marcas con tiza hechas a mano, esto para indicarle al operario hasta qué momento se debe doblar el tubo de la carpa tipo hangar 12x6; pero no es preciso ya que en alguna ocasión puede

excederse de la marca si no se tiene la precisión adecuada, el operario tiene que pasar varias veces el tubo por la máquina para que cumpla los parámetros y para ver la calidad de este, tiene que ir sacándolo y comparándolo con una galga (producto terminado) que se tiene en el área de doblado, lo cual se demora bastante tiempo para la operación, además, algunas veces pasa que se excede del doblado que debe llevar el producto y si esto sucede el tubo puede reprocesarse dependiendo el daño hecho, si esto se excede ya no sirve para este proceso, por lo cual tiene que ser enviado a almacenamiento de materia prima y allí ser reprocesado para otro tipo de carpa.

En el segundo defecto se evidencia que, al momento de cortar, los empleados extienden en el suelo la lona y toman las medidas correspondientes con el metro, luego de esto proceden a colocar una regla grande y hacer el trazado con un marcador para después pasar la tijera para cortar la lona, a veces suelen desviarse el trazado y generar imperfectos en la lona y también cortar mal la lona al no seguir el trazado debidamente, por lo cual tienen que botar estos imperfectos y volver a cortar.

Ahora se procede a determinar el error más significativo, esto por medio de una tabla que registre la envergadura de los errores, con base a lo antes evidenciado se le dispondrá de puntos que van entre 5 y 1 donde 5 es el máximo de importancia y 1 es el mínimo de importancia:

ID	Error	Impacto		Riesgo		Importancia		Urgencia		Puntaje final	Orden
		Puntos	Ponderacion	Puntos	Ponderacion	Puntos	Ponderacion	Puntos	Ponderacion		
Proceso doblado de tubos											
IDDT01	Doblar mas de lo debido el tubo	4	40%	4	25%	5	20%	5	15%	4,35	1
Proceso cortado de lona											
IDCL01	Trazado desviado	4	40%	3	25%	4	20%	3	15%	3,6	3
IDCL02	Cortar mal la lona	4	40%	4	25%	4	20%	4	15%	4	2

Figura 62. Ranking para errores en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C.

Nota: Adaptado de López, Sánchez & García, s.f

En la anterior figura se analiza los errores que posee la empresa en la producción, y que posteriormente serán aplicados a la metodología Poka Yoke ya que pueden ocasionar defectos en los productos porque intervienen directamente en la calidad de la tubería y de la lona, además de aumentar tiempos de los procesos y más desperdicios de material. Después de esto se procede a determinar los métodos Poka Yoke para la eliminación de los errores

ID	Error	Costo		Recupero de la inversión		Eficacia		Necesidad de capacitación		Puntaje final	Orden
		Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación	Puntos	Ponderación		
Proceso doblado de tubos											
IDDT01	Colocar topes para la dobladora	4	20%	3	20%	5	55%	5	5%	4,4	1
Proceso cortado de lona											
IDCL01	Modificador en medidas	3	20%	4	20%	4	55%	3	5%	3,75	3
IDCL02	Utilizar guía de corte con bisturi	5	20%	4	20%	4	55%	4	5%	4,2	2

Figura 63. Ranking para métodos Poka Yoke en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C.

Nota: Adaptado de López, Sánchez & García, s.f

En el ranking anterior se determinaron los métodos que se propondrán para la reducción o eliminación radical de los errores ya antes mencionados y además se evidencio según su relevancia (puntaje final) el orden en que serán tratados. Para especificar la ponderación de los costos y del recupero de la inversión se consideran las siguientes tablas:

Tabla 8.

Criterio de costos para ranking de métodos Poka Yoke.

Ponderación	Costos
1	Menor a \$2.000
2	Entre \$2.001 y \$6.000
3	Entre \$6.001 y \$11.000
4	Entre \$11.001 y \$20.000
5	Mayor a \$20.001

Nota. Elaboración propia

En la anterior tabla se evidencian los costos que se tomaron en cuenta para ponderar el ranking para métodos Poka Yoke, ahora se muestra la tabla del recupero de la inversión:

Tabla 9.

Criterio de recuperó de la inversión para ranking de métodos Poka Yoke.

Ponderación	Costos
1	Mayor a 26 días
2	Entre 16 a 25 días
3	Entre 11 y 15 días
4	Entre 6 y 10 días
5	Menor a 5 días

Nota. Elaboración propia

Para finalizar este paso, se concluye con el orden de los métodos para la mitigación de errores.

ID	Poka Yoke a elegir	Se esta utilizando	Ranking	Orden
	Proceso doblado de tubos			
IDDT01	Colocar topes para la dobladora	No	4,4	1
	Proceso cortado de lona			
IDCL02	Utilizar guia de corte con bisturi	No	4,2	2
IDCL01	Modificador en medidas	No	3,75	3

Figura 64. Orden de métodos Poka Yoke para la empresa Carpas & Cubrimientos C&C.

Nota. Adaptado de López, Sánchez & García, s.f

Con el anterior orden de los métodos Poka Yoke se procede a seguir la metodología para mitigar aquellos errores ya mencionados.

Paso 3: El tipo de Poka Yoke a utilizar.

1. IDDT01: Colocar topes para a dobladora

Antes de comenzar con la propuesta, se observa la maquina dobladora de la empresa.



Figura 65. Máquina de doblado de tubos Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S.

Nota. Elaboración propia.

Para eliminar los errores que cometen los empleados con la maquina dobladora, se investigó sobre algunas alternativas que se pueden colocar a los extremos de la máquina, como lo son unos topes o también obstáculos, donde el tubo llegue hasta el punto de doblado en específico y que allí pueda avisar al empleado de que ya cumple con las características de doblado pertinentes.

En consecuencia, se investigó sobre algunos topes para maquinas dobladoras y su gran uso y se encontró lo siguiente.

La empresa Fablamp (2012) en su manual de instrucciones, afirma que un mecanismo de tope sirve para trabajar en producción en serie ya que facilita la repetición de las características de doblado en cada operación, también menciona que no se debe golpear fuertemente contra el tope, se debe tratar de disminuir la velocidad al llegar al final del doblado y que apenas toque el tope y no golpearlo. Estos topes se pueden agregar con simples platinas, con grapas o tornillos y asegura que la implementación de estos facilita en gran manera la producción.

Por lo anterior, se evidencia que una manera de evitar los errores que suceden en la máquina de doblado es colocar unos topes en cada extremo de la máquina para que los empleados sepan hasta qué momento se debe doblar el tubo para que cumpla con las características de la carpa,

contribuyendo a la reducción radical de los errores y sistemáticamente contribuir al tiempo de doblado ya que los empleados no tendrían que estar sacando el tubo de la máquina y recalándolo en la galga para ver si se encuentra en óptimas condiciones, ya que por medio de los tope, el tubo saldría cumpliendo las especificaciones del producto terminado.

Para complementar, cuando el tubo llegue al doblado exacto donde se encuentra el tope y que por alguna razón el empleado no reaccione de manera rápida ya sea por una distracción o algún otro inconveniente, se puede generar un nuevo error que desarrolle un defecto en el producto ya que puede generar una fuerza innecesaria en el tubo con el tope y esto afectar la calidad del producto. En contraste con lo anterior, se desarrolla una nueva solución la cual es incluir junto al tope un sensor de final carrera que le avisara al empleado cuando la maquina dobladora ya haya cumplido su labor con el tubo, esto lo hará por medio de una luz roja intensa que se colocara en la máquina y así el empleado no caiga en errores por descuidos. Por medio de indagaciones acerca de los finales de carrera implementados en máquinas de doblado, se encuentra que, “Son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito” según (Molina & Rubio, 2012) en su trabajo de proyecto de tesis, en este trabajo se evidencio que colocaron este dispositivo para la elaboración de una máquina de doblado donde ayudaba a realizar paros automáticos al momento de doblar, un ejemplo del sensor que se propone se puede ver a continuación.



Figura 66. Sensor de final de carrera.

Nota. Electrónica Embajadores (2018).

Este final de carrera contribuirá al buen funcionamiento de la maquina dobladora mitigando cualquier error al momento de doblar los tubos y generando una calidad en los productos efectiva.

2. IDCL02 Utilizar guía de corte con bisturí

Se muestra a continuación, el área de corte de la lona.



Figura 67. Área de corte de lona Carpas & Cubrimientos C&C

Nota. Elaboración propia.

En este punto se propondrá como eliminar los errores que ocurren al momento de cortar la lona, como lo son desviarse del trazado y así desperdiciar materia prima; para mitigar lo anterior, se sugiere cambiar de implemento de corte, de utilizar la tijera con un trazado, pasar a usar una abrazadera de tela y un cortado con bisturí generando la presión correspondiente para asegurar la lona y que no se mueva al momento del corte, esto para que el bisturí pase de manera eficaz cortando la lona sin complicaciones en la calidad del producto. En conclusión, se muestra un ejemplo de la guía que se plantea proponer.



Figura 68. Abrazadera de tela.

Nota. Tomado de Rexelpoland (2019)

Esta guía contribuirá a la eliminación de errores ya que no deja que la lona se corra, quede

torcida o mal cortada, también se da uso al bisturí ya que se debe cortar la lona junto a la agarradera para evitar equivocaciones y así lograr un producto que cumpla con las especificaciones de calidad en cuanto al área de cortado.

3. IDCL02 Modificador en medidas

En este aspecto, las medidas de la lona a veces no quedan exactas, esto hace que queden sobrantes o que no alcance a cubrir totalmente el producto final, los empleados toman un flexómetro, extienden el rollo de lona en el suelo y luego miden según las especificaciones del producto, pero algunas veces el flexómetro se dobla o queda torcido y así se equivocan unos centímetros en el cortado.

Para mitigar los errores de medidas de la lona se sugiere colocar cinta métrica en cada lado de donde se extiende la lona, esta cinta debe ir pegada en el suelo y así al momento de desplegar la lona poder evidenciar de una mejor manera las medidas exactas para después marcar con la regla donde coincidan las medidas de los dos lados y así poder seguir con su respectivo corte, la cinta métrica que se deberá usar es parecida a la siguiente.



Figura 69. Cinta métrica.

Nota. Tomado de Entaban. (2019).

Por consiguiente, se pretende eliminar los errores de medición de la lona y también que los empleados acaben de manera más eficaz los procesos ya que gastan mucho tiempo extendiendo constantemente el flexómetro y a veces suele refundirse y se pierde tiempo en su búsqueda.

6.3.3. Jidoka.

Se propone la herramienta Jidoka en donde se realiza la implementación de máquinas más automatizadas, con el fin de disminuir la intervención humana en los procesos para mitigar los errores, aumentar la seguridad de los trabajadores.

Entre los beneficios que podemos encontrar de esta herramienta es que el proceso de fabricación sea más automatizado permitiendo que el trabajador siga teniendo su lugar en la empresa al no ser reemplazado en su totalidad por las máquinas que se adquieren. Así mismo disminuye los tiempos de fabricación porque permite que el proceso tenga un autocontrol de calidad al disminuir los errores que se cometían, porque gracias a esto se integra la inspección en la fabricación.

6.3.3.1. Corte de tubería.

Dentro del área de corte de los tubos se encuentra una tronadora (figura 70) en la que el operario para cortar los tubos a medida tiene que marcar en la guía de la maquina la medida necesaria para el corte, después de estar marcada, acomoda el tubo a cortar en la guía y procede a encender la máquina y bajar la palanca que se encuentra en frente para poder realizar el corte.



Figura 70. Maquina corte actual.

Nota. Elaboración propia.

La máquina propuesta (figura 71) es la misma tronzadora, pero en esta ocasión la guía cuenta con una regla graduada para facilitar la medición del tubo, además de contar con un tope que se puede mover para ajustar la medida necesaria y fijarlo para asegurar que este no se mueva y así poder realizar el corte de los tubos que necesite a esa medida.



Figura 71. Máquina propuesta corte.

Nota. Tomado de "LA ESCUADRADORA" (2013)

6.3.3.2 Doblado de tubería.

En el área de doblado de los tubos se cuenta actualmente con una máquina curva dora (figura 72) que posee 3 rodillos, la cual al subir o bajar el rodillo superior de forma manual se va dando la curvatura al tubo que se desea doblar. Para el operario poder doblar un tubo tiene que insertar el tubo por uno de los lados de la máquina e ir acomodando manualmente la curvatura de este por medio del tornillo ajustador que se encuentra arriba de la máquina para así bajar o subir el rodillo superior y dar la curvatura deseada a medida que pasa el tubo por la máquina en donde los rodillos inferiores giran cuando son activados por el operario.



Figura 72. Maquina doblado actual.

Nota. Elaboración propia.

Para el área de doblado de los tubos se propone una maquina curva dora de tubos (figura 73) que gracias a su panel digital se puede configurar la curvatura deseada moviendo los 3 rodillos de forma automática sin necesidad de que el operario se esfuerce ajustando los rodillos. Así mismo, gracias a la potencia y fuerza que tiene la máquina, es capaz de dar la curvatura deseada al tubo a la primera vez que este pasa por entre los rodillos.



Figura 73. Maquina doblado propuesta.

Nota. Curadora de tubos y perfiles MC650 (2015)

6.3.3.3. Corte de lonas.

Como se puede apreciar en la siguiente figura, actualmente en esta área los operarios no cuentan con una maquina específica para el corte, si no con las herramientas como los son principalmente las tijeras y la cinta métrica. Para realizar el corte, el operario extiende los rollos de la lona en una mesa o en el suelo para hacer la medición y así poder cortar la lona a medida, cuando corta la primera lona con la medida necesaria, este la toma como referencia para cortar el resto de rollos.

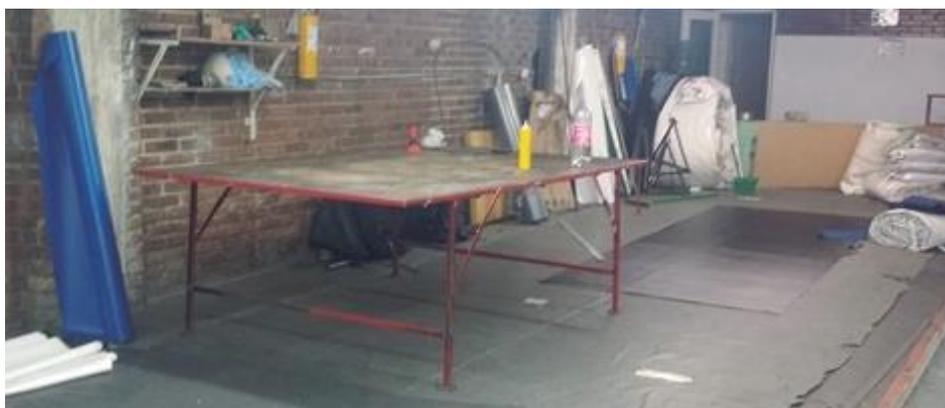


Figura 74. Área de corte actual.

Nota. Elaboración propia.

Por lo anterior, se propone una mesa tendedora para corte de lona (figura 75), la cual está diseñada para que el operario pueda extender la lona a lo largo de la mesa a la medida que se necesita, además de incorporar un carrito esta sobre una lámina guía, permitiendo cortar la lona de forma recta.



Figura 75. Maquina cortadora propuesta.

Nota. Tomado de Aparicio (s.f.)

6.3.3.4. Vulcanizado de lona

Dentro del área de vulcanizado encontramos tres máquinas vulcanizadoras (figura 76) que por medio de calor y presión con barras metálicas unen las lonas. Para poder unir las lonas el operario junta los lados de las lonas y las pone una sobre la otra, a continuación, al pulsar un pedal el cabezal de la maquina baja por entre 3 y 6 segundos, y cuando sube se retira la barra y se puede observar que las lonas ya quedaron unidas.



Figura 76. Maquinas vulcanizadoras actuales.

Nota. Elaboración propia

Para el área de vulcanizado se propone una pequeña maquina denominada ratón soldador automático de aire caliente (figura 77) el cual mientras se mueve va uniando las lonas.



Figura 77. Maquina vulcanizadora propuesta 1.

Nota. Equipo Ratón para Vulcanizado y Sellado de Lonas Welder III (2019)

Como se puede ver en la siguiente figura (figura 78) esta máquina contiene una boquilla que se pone entre las lonas que se quieren unir expulsando aire caliente con temperatura de 50 hasta 620 °C para que el rodillo haga presión y las pueda unir fácilmente, lo que más se destaca de esta pequeña maquina es que mientras está caminando automáticamente a una velocidad que se puede regular hasta 10m/min va vulcanizando o soldando la lona de una manera más fácil y rápida, a comparación de como se hace actualmente en la empresa.



Figura 78. Maquina vulcanizadora propuesta 2.

Nota. Equipo Ratón para Vulcanizado y Sellado de Lonas Welder III (2019)

6.3.4. Tableros Kanban.

La metodología de tableros Kanban ayuda a una mejor visualización del flujo del proceso y conocer en qué parte de la fabricación se encuentra el producto, Riquelme (2011) define a los tableros Kanban como:

Es un tablero que refleja los estados de las actividades que se deben realizar en un proceso determinado. Con tarjetas-señal las personas asumen sus responsabilidades. Al poder visualizar el flujo de trabajo, se muestran rápidamente los logros y problemas del proceso.

Actualmente en la empresa, se evidencia que no existe una metodología en la que se evidencie el flujo del proceso en tiempo real, lo que genera que la gerencia no tenga el conocimiento de distinguir en que parte del proceso de fabricación se encuentra cada orden de producción. Por lo anterior se propone el tablero Kanban para que dicha gerencia pueda observar en que parte de la fabricación está el producto.

Para el diseño del tablero Kanban en la empresa Carpas & Cubrimientos C&C S.A.S se propone una tabla en donde cada columna representa un proceso o área de fabricación y el orden de estas columnas es de izquierda a derecha representando cada una de las etapas por donde pasa el producto ordenadamente.

Corte		Doblado		Perforado	
En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado

Figura 79. Plantilla tablero Kanban.

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior, que representa un ejemplo para el área de ornamentación, cada columna del proceso esta subdividida en 2 estados, el primero se denomina “en proceso” que significa que se está trabajando en esa área, y la segunda que es “terminado” significa que los trabajadores ya acabaron con el trabajo que se tenía que realizar en esa área.

Para el diseño de las tarjetas Kanban (figura 80) se propone que cada una de ellas tenga información como el número de la orden, la referencia de la carpa que se tiene que producir y la cantidad. Estas tarjetas se mueven conforme al proceso o área de fabricación en el que se encuentra el producto representando así el flujo del proceso y conocer en qué parte de la producción se encuentra el producto.

001 Hangar 12x6 [1]

Figura 80. Plantilla tarjetas Kanban.

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar en la figura anterior, el número de orden es la “001” la cual requiere de la fabricación de la carpa con el código “Hangar 12x6”, seguido de la cantidad de carpas que se tienen que producir, que en este caso sería “1”.

 TABLERO KANBAN ORNAMENTACION CARPAS & CUBRIMIENTOS S.A.S.											
N° Orden Referencia [Cantidad]	Corte		Doblado		Perforado		Soldado		Pintura		Almacen producto terminado
	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	
001 Hangar 12x6 [1]										001 Hangar 12x6 [1]	
002 Hangar 12x6 [1]							002 Hangar 12x6 [1]				
003 Hangar 12x6 [1]			003 Hangar 12x6 [1]								
004 Hangar 12x6 [1]		004 Hangar 12x6 [1]									

Figura 81. Ejemplo Tablero Kanban ornamentación.

Nota. Elaboración propia.

Como se puede observar, para el área de ornamentación, el tablero quedaría como se muestra en la figura anterior (figura 81) en donde se puede evidenciar las áreas en donde se encuentra cada orden de producción. Para el área de las lonas, el tablero propuesto quedaría de la siguiente manera.

 TABLERO KANBAN LONA CARPAS & CUBRIMIENTOS S.A.S.							
N° Orden Referencia [Cantidad]	Corte		Vulcanizado		Cosido		Almacen producto terminado
	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	En proceso	Terminado	
001 Hangar 12x6 [1]							001 Hangar 12x6 [1]
002 Hangar 12x6 [1]							
003 Hangar 12x6 [1]						003 Hangar 12x6 [1]	
004 Hangar 12x6 [1]			004 Hangar 12x6 [1]				

Figura 82. Ejemplo tablero Kanban lona

Nota. Elaboración propia.

Finalmente, esta herramienta representa el flujo del proceso e informar a los empleados y directivos el progreso de las ordenes de trabajo. Así mismo esta permite que los empleados se dediquen a terminar sus tareas y no ir acumulando trabajos en proceso. Así como afirma Riquelme (2011) “con esta herramienta los equipos de trabajo logran enfocarse en terminar las tareas que tienen asignadas y no en acumular tareas iniciadas.”

6.3.5. VSM.

Para la realización de los dos primeros diagramas de Mapeo de la Cadena de Valor VSM (Value Stream Mapping) (Figura 83 y 84) del estado actual de la empresa, se hizo necesario identificar las horas de trabajo de los empleados, los cuales laboran de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 12:30 p.m. y 1:30 p.m. a 5:00 p.m. y los sábados de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. Esto dando un total de 196 horas o 11760 minutos semanales. Así mismo fue necesaria la información recolectada por el estudio de tiempos que se realizó en la empresa para fabricación de la carpa tipo hangar 12x6.

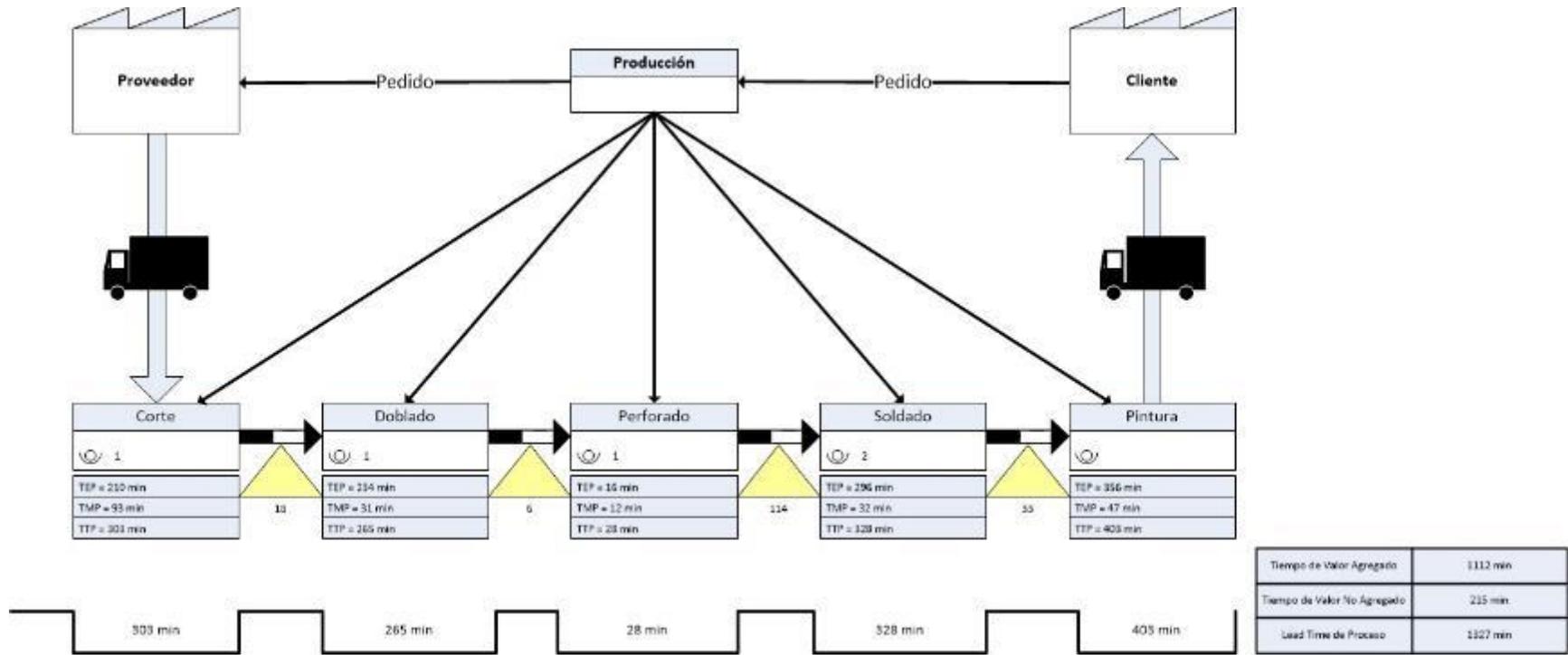


Figura 83. VSM estado actual (Tubería).

Fuente. Elaboración propia.

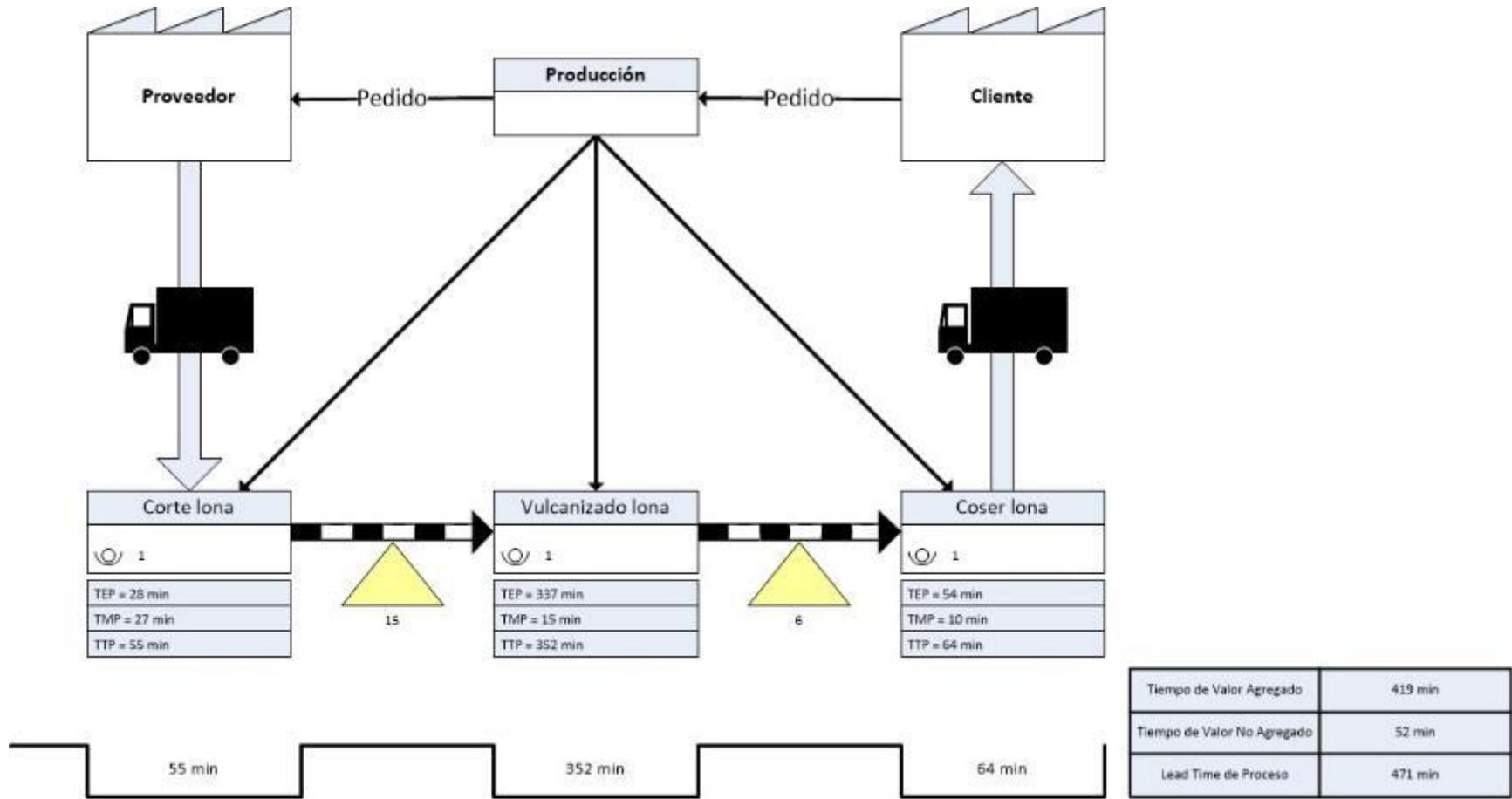


Figura 84. VSM estado actual (Lona)

Fuente. Elaboración propia.

Teniendo en cuenta las propuestas que se describieron en los títulos anteriores, se diseñan los VSM propuestos, en los cuales, para la estructura (figura 85) se pretende reducir tiempos que no generan valor agregado, como lo son transportes, búsquedas de materia prima y preparaciones de las máquinas, así mismo, actualización de máquinas para que el proceso de fabricación de la carpa hangar 12x6 se realice bien al primer intento y en menos tiempo.

Así mismo, se diseñan un VSM propuesto para la lona, (figura 86), en el cual con las propuestas anteriores se pretende reducir los tiempos que no generan valor agregado como los transportes y las preparaciones de máquina. Además, se propone actualización de tecnología que se espera disminuya los tiempos de áreas como vulcanizado y corte, así mismo como realizar los procesos de fabricación sin errores.

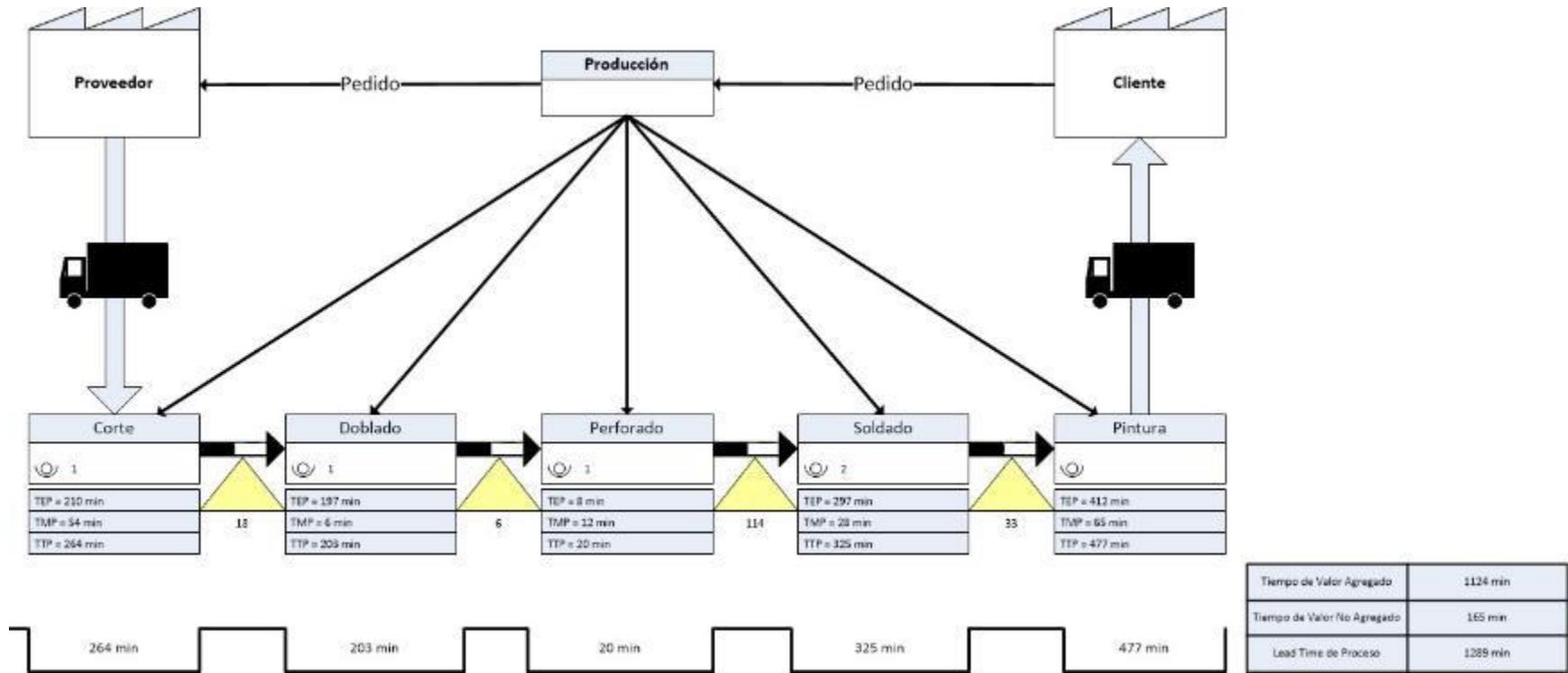


Figura 85. VSM propuesto tubería.

Nota. Elaboración propia.

6.3.6. Indicadores clave de rendimiento (KPI'S).

En la actualidad, la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S. no cuenta con ningún tipo de indicador que permita la medición de la información, dificultando así mostrar de una manera clara lo que está sucediendo en la empresa.

Por lo anterior, se propone la implementación de indicadores que permitan gestionar los diferentes procesos de la empresa con el fin de evaluar las condiciones actuales de la empresa y poder compararlas con los datos de los diferentes periodos de tiempo.

Así mismo, se propone dar capacitaciones a los directivos y administrativos de la empresa para que conozcan más acerca de la importancia de los indicadores, de igual forma, enseñar cómo debe ser el cálculo de cada uno de los indicadores con el fin de que se realicen correctamente para así poder tener un mejor y más claro seguimiento de la situación de la empresa.

Los indicadores que se muestran a continuación fueron realizados por medio de una recolección de la información basada en la carpa tipo hangar 12x6 del último semestre del año 2018 que fue suministrada por la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S. además de recolección por parte de los investigadores por medio de encuestas informales a los diferentes clientes que compraron el producto mencionado anteriormente.

6.3.6.1. Indicador de pedidos entregados a tiempo.

El siguiente indicador mide el porcentaje de cumplimiento de los pedidos en la fecha estipulada con el cliente.

6.3.6.1.1 Objetivo.

Medir y evaluar el nivel de cumplimiento de las entregas de los pedidos.

6.3.6.1.2. Periodo de tiempo.

El indicador se mide mensualmente.

6.3.6.1.3. Formula.

$$\% \text{ de pedidos entregados a tiempo} = \frac{N^{\circ} \text{ de pedidos entregados a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos entregados}} * 100$$

6.3.6.1.4. Gráfico y análisis.

Para poder graficar el indicador fue necesaria la siguiente información de entregas a tiempo que se encuentra en la tabla 10.

Tabla 10.

Entregas a tiempo cliente

Mes	Unidades entregadas	Unidades entregadas a tiempo	% Entregados a tiempo	Objetivo
jul-18	4	4	100%	100%
ago-18	5	4	80%	100%
sep-18	6	5	83%	100%
oct-18	5	4	80%	100%
nov-18	6	5	83%	100%
dic-18	5	3	60%	100%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

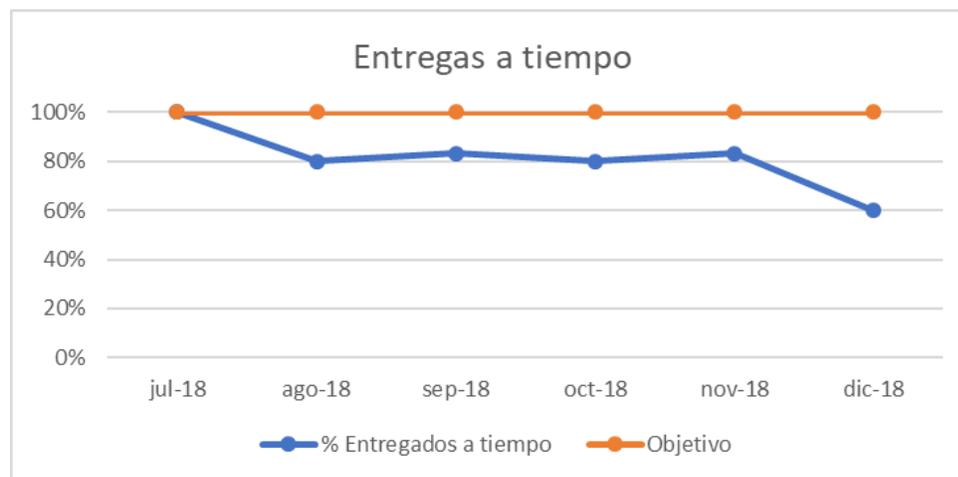


Figura 87. Entregas a tiempo cliente.

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede observar en la figura anterior el nivel de cumplimiento en el mes de julio fue el esperado ya que cumplieron con el 100% de las entregas en el tiempo pactado con el cliente, para los meses entre agosto y noviembre el nivel de cumplimiento ronda el 80% a comparación del último mes, en el que se obtuvo el nivel de cumplimiento más bajo del semestre con el 60% de entregas a tiempo lo cual no beneficia a la empresa generando inconformidad entre los clientes al

no cumplir con las fechas estipuladas y que las ventas en un futuro se puedan ver afectadas al bajar la buena reputación de la empresa.

6.3.6.2. Indicador de cumplimiento del proveedor de tubería.

El siguiente indicador mide el porcentaje de cumplimiento de las entregas a tiempo por parte del proveedor de la tubería que se necesita para la elaboración de la carpa hangar 12x6.

6.3.6.2.1. Objetivo.

Medir y evaluar el nivel de cumplimiento de las entregas de los pedidos por parte del proveedor de tubería.

6.3.6.2.2. Periodo de tiempo.

El indicador se mide mensualmente.

6.3.6.2.3. Formula.

$$\% \text{ de cumplimiento del proveedor de tubería} = \frac{N^{\circ} \text{ de pedidos recibidos a tiempo}}{N^{\circ} \text{ total de pedidos recibidos}} * 100$$

6.3.6.2.4. Gráfico y análisis.

Para poder graficar el indicador fue necesaria la siguiente información de entregas a tiempo del proveedor que se encuentra en la tabla 11.

Tabla 11.

Pedidos entregados a tiempo proveedor tubería.

Mes	Pedidos entregados	Pedidos entregados a tiempo	% Entregados a tiempo	Objetivo
jul-18	4	3	75%	100%
ago-18	5	5	100%	100%
sep-18	6	5	83%	100%
oct-18	5	4	80%	100%
nov-18	6	5	83%	100%
dic-18	5	4	80%	100%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

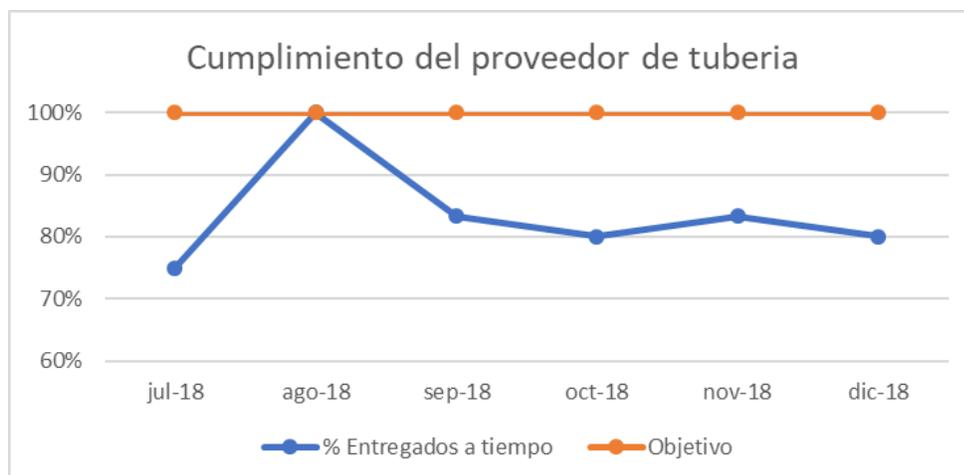


Figura 88. Cumplimiento proveedor tubería

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

En la figura 88 se evidencia que el primer mes posee un cumplimiento del 75%, fue el más bajo debido a que incumplió con las fechas de entregas pactadas con la empresa, el único mes del semestre en el que cumplió al 100% las entregas fue el de agosto y el resto de meses tienen un nivel de cumplimiento alrededor del 80%, el incumplimiento de este proveedor no beneficia a la empresa ya que esta se puede ver afectada directamente al no recibir a tiempo la materia prima para empezar a trabajar en el producto cumplir con los tiempos de entrega de los clientes.

6.3.6.3. Indicador de cumplimiento del proveedor de lonas.

El siguiente indicador mide el porcentaje de cumplimiento de las entregas a tiempo por parte del proveedor de la lona que se necesita para la elaboración de la carpa hangar 12x6.

6.3.6.3.1. Objetivo.

Medir y evaluar el nivel de cumplimiento de las entregas de los pedidos por parte del proveedor de lonas.

6.3.6.3.2. Periodo de tiempo.

El indicador se mide mensualmente.

6.3.6.3.3. Formula.

$$\% \text{ de cumplimiento del proveedor de lonas} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de pedidos recibidos a tiempo}}{\text{N}^\circ \text{ total de pedidos recibidos}} * 100$$

6.3.6.3.4. Gráfico y análisis.

Para poder graficar el indicador fue necesaria la siguiente información de entregas a tiempo del proveedor que se encuentra en la tabla 12.

Tabla 12.

Pedidos entregados proveedor lona.

Mes	Pedidos entregados	Pedidos entregados a tiempo	% Entregados a tiempo	Objetivo
jul-18	4	4	100%	100%
ago-18	5	4	80%	100%
sep-18	6	5	83%	100%
oct-18	5	5	100%	100%
nov-18	6	5	83%	100%
dic-18	5	4	80%	100%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

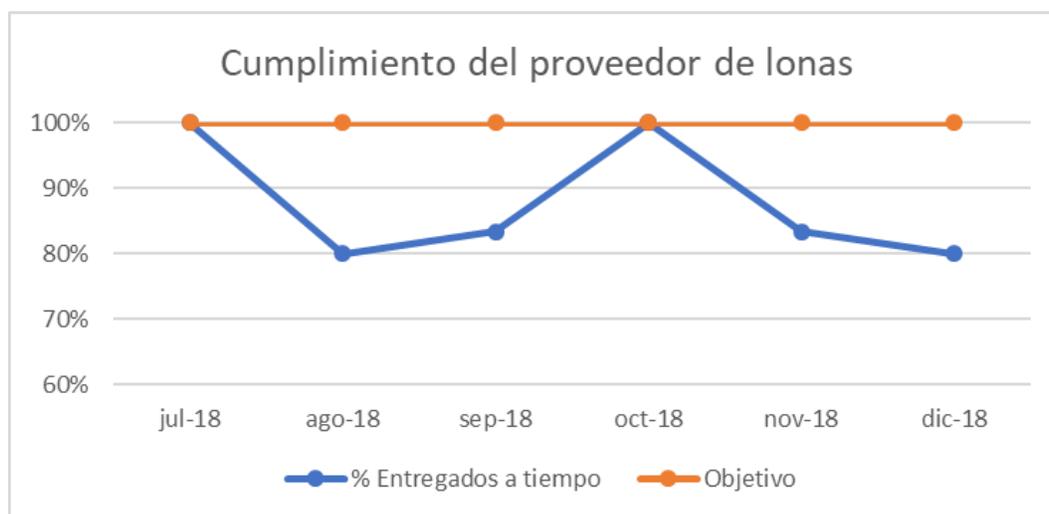


Figura 89. Cumplimiento proveedor lona.

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede observar en la figura 89 el proveedor de las lonas para los meses de julio y octubre ha cumplido con el 100% de las entregas en el tiempo estipulado beneficiando a la empresa para comenzar la elaboración del producto desde el momento en que se recibe. A comparación del resto de meses donde el nivel de cumplimiento fue alrededor del 80%.

6.3.6.4. Indicador de satisfacción del cliente.

El siguiente indicador mide el porcentaje de satisfacción de los clientes atendidos en la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S.

6.3.6.4.1. Objetivo.

Medir y evaluar el nivel de satisfacción de los clientes.

6.3.6.5.2. Periodo de tiempo.

El indicador se mide mensualmente.

6.3.6.4.1. Formula.

La siguiente formula se realizó teniendo como base la encuesta de satisfacción al cliente que se realizó informalmente a los clientes (Anexo 4).

$$\% \text{ satisfaccion del cliente} = \frac{\text{Total calificacion buena}}{\text{Total de calificaciones}} * 100$$

6.3.6.3.4. Gráfico y análisis.

Para poder graficar el indicador fue necesaria la siguiente información resumen de las encuestas realizadas.

Tabla 13.

Tabla resumen encuestas.

Calificación	Total	Porcentaje
Bueno	54	64%
Regular	21	25%
Malo	9	11%

Nota. Elaboración propia.

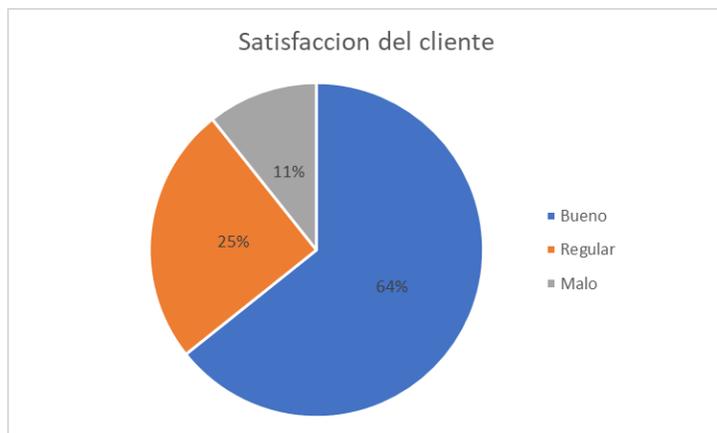


Figura 90. Satisfacción del cliente.

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede observar en la figura anterior, el nivel de satisfacción de los clientes es del 64%, que corresponde al resultado de las encuestas realizadas a clientes de diferentes tipos de carpas, dentro de los aspectos que se calificaron son la amabilidad, documentación, atención, cumplimiento, calidad, expectativa y recomendación de la empresa. En el formato que se utilizó para las encuestas, que se puede observar en el anexo 4 con sus respectivas gráficas, se evidencia que el aspecto de cumplimiento sigue siendo el de menor satisfacción en los clientes.

6.3.7. OEE (Overall Efficiency Equipment): Eficiencia Global de Equipos.

Según Cruelles (2009): “Es una razón porcentual que sirve para medir la eficiencia productiva de la maquina industrial. Es una ratio que se emplea para medir el rendimiento y productividad de las líneas de producción en las que la maquinaria tiene gran influencia”.

Teniendo en cuenta la definición anterior se puede definir al OEE como un indicador que mide los procesos y maquinas que influyen en el proceso de fabricación de los productos de una empresa.

El OEE contiene 3 indicadores que al ser multiplicados da como resultado el indicador OEE, que según Cruelles (2009) la definición de los 3 indicadores son los siguientes:

- **Disponibilidad:** Cuánto tiempo ha estado funcionando la máquina o equipo respecto del tiempo que se planificó que estuviera funcionando.

- **Rendimiento:** Durante el tiempo que se ha estado funcionando, cuanto a fabricado (bueno y malo) respecto de lo que tenía que haber fabricado a tiempo de ciclo ideal.
- **Calidad:** Es el indicador más conocido por todos. Cuanto he fabricado bueno a la primera respecto del Total de la producción realizada (Bueno + Malo)

A continuación, teniendo en cuenta las definiciones anteriores se procede al cálculo de estos tres indicadores para la fabricación de la carpa tipo hangar 12x6 en la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S. para el mes de agosto de 2018. Todo esto teniendo en cuenta que los empleados trabajan de lunes a viernes de 7:00 a.m. a 12:30 p.m. y 1:30 p.m. a 5:00 p.m. y los sábados de 8:00 a.m. a 12:00 p.m. Esto dando como resultado un total de 196 horas semanales.

6.3.7.1. Índice de disponibilidad.

Para hallar el índice de disponibilidad hay que tener en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Disponibilidad} = \frac{\text{Tiempo planificado} - \text{paradas no planificadas}}{\text{Tiempo planificado}} * 100$$

Después de esto se procede al cálculo de las variables necesarias:

Tabla 14.

Índice de disponibilidad.

Índice de disponibilidad		
a	Tiempo Planificado	196 horas
b	Paradas no planificadas	8 horas
c	Tiempo productivo (a – b)	188 horas
d	Índice de Disponibilidad: [(c/a) *100]	96%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el índice de disponibilidad corresponde a un 96%.

6.3.7.2. Índice de rendimiento.

Para hallar el índice de rendimiento hay que tener en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Total und. producidas} * \text{Tiempo de ciclo}}{\text{Tiempo planificado} - \text{paradas no planificadas}} * 100$$

Después de esto se procede al cálculo de las variables necesarias:

Tabla 15.

Índice de rendimiento.

Índice de rendimiento		
a	Total de unidades producidas	5 unidades
b	Tiempo de ciclo	23 horas
c	Tiempo productivo	188 horas
d	Índice de rendimiento [(a*b) /c]	60%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el índice de rendimiento corresponde a un 60%.

6.3.7.3. Índice de calidad.

Para hallar el índice de calidad hay que tener en cuenta la siguiente formula:

$$\text{Calidad} = \frac{\text{Total unidades buenas}}{\text{Total undidades producidas}} * 100$$

Después de esto se procede al cálculo de las variables necesarias:

Tabla 16.

Índice de calidad.

Índice de calidad		
a	Total de unidades buenas	4 unidades
b	Total de unidades producidas	5 unidades
c	Índice de calidad [a/b]	80%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el índice de calidad corresponde a un 80%.

6.3.7.4. Índice OEE.

Para hallar el índice OEE hay que tener en cuenta la siguiente formula:

$$OEE = Disponibilidad * Rendimiento * Calidad$$

Después de esto se procede al cálculo de las variables necesarias:

Tabla 17.

Índice OEE.

Índice OEE		
a	Índice de disponibilidad	96%
b	Índice de rendimiento	60%
c	Índice de calidad	80%
d	Índice OEE	46%

Nota. Elaboración propia con información de Carpas & Cubrimientos S.A.S.

Como se puede evidenciar en la tabla anterior el índice OEE corresponde a un 46%

6.3.7.4.1. Clasificación OEE.

Los resultados obtenidos permiten clasificar la línea de producción para determinar el nivel en el que se encuentra el OEE de una empresa de la siguiente manera:

OEE	Calificativo	Consecuencias
<65%	Inaceptable	Importantes pérdidas económicas. Baja competitividad
≥65% <75%	Regular	Pérdidas económicas. Aceptable sólo si se está en proceso de mejora
≥75% <85%	Aceptable	Ligeras pérdidas económicas. Competitividad ligeramente baja
≥85% <95%	Buena	Buena competitividad. Entramos ya en valores considerados 'World Class'
≥95%	Excelente	Competitividad excelente

Figura 91. Clasificación del OEE

Nota. Tomado de Hernández (2015).

Teniendo en cuenta la figura anterior, se puede afirmar que, para el caso actual, el nivel de OEE en la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S. es inaceptable debido a que se encuentra por debajo del 65% lo que puede llevar a consecuencias negativas.

7. Costo y beneficio de la propuesta

Tabla 18.

Costo y beneficio.

Herramienta	Recurso	Cantidad	Costo und	Costo total	Beneficio
KPI'S Y OEE	Capacitaciones a directivos y administrativos (6 horas aprox)	2	\$ 460.000	\$ 920.000	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de la funcionalidad de los indicadores. • Dominio del cálculo de los indicadores por la empresa.
VSM	Capacitación a directivos y administrativos (8 horas aprox)	1	\$ 680.000	\$ 680.000	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y aplicación de los mapas de flujo de valor por parte de la empresa. • Visualización del flujo de materiales e información • Identificación de las actividades que no generan valor agregado para poder ser eliminadas o minimizadas.
	Tablero y marcadores para elaborar VSM	1	\$ 62.000	\$ 62.000	
5S	Clasificación de elementos en las áreas de trabajo ejecutada por la gerencia y los empleados	2	\$ 43.750	\$ 87.500	<ul style="list-style-type: none"> • Eliminar elementos innecesarios de cada área de trabajo. • Determinar la importancia de cada elemento que está en la planta.
	Brigada de aseo y organización de áreas de trabajo desarrollada por los trabajadores	3	\$ 43.750	\$ 131.250	<ul style="list-style-type: none"> • Áreas de trabajo limpias. • Orden de los materiales, herramientas y elementos de trabajo en todas las áreas de trabajo. • Los empleados encuentren de manera más eficiente los elementos en cada área de trabajo.
	Letreros para un mejor control visual	7	\$ 1.000	\$ 7.000	<ul style="list-style-type: none"> • Contribuir al orden en la empresa por parte de los empleados. • Recordar acciones a tomar en cuenta para un buen funcionamiento de la respectiva área.
	Limpieza de servicios sanitarios, aseo general de la empresa y de oficinas	1	\$ 600.000	\$ 600.000	<ul style="list-style-type: none"> • Mantener las áreas comunes de manera limpia y organizada • Evitar enfermedades e infecciones en los servicios sanitarios

	Colocar tareas específicas de limpieza y orden en cada área de trabajo	12	\$ 1.000	\$ 12.000	<ul style="list-style-type: none"> • Recordar a los empleados como deben mantener las áreas que usaran en cuanto a su aseo y organización de los elementos
Poka-Yoke	Colocar topes laterales y sensor final de carrera en la maquina dobladora de tubos	1	\$ 35.000	\$ 35.000	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar defectos de calidad en los tubos doblados • Eliminar errores de los empleados • Avisar al empleado cuando el tubo en proceso ya allá cumplido el proceso de doblado
	Guía de corte para el área de cortado de la lona	1	\$ 75.000	\$ 75.000	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad en el producto • Evitar errores que conlleva a reprocesos o desperdicios • Rapidez en el proceso de corte
	Cinta métrica	2	\$ 9.500	\$ 19.000	<ul style="list-style-type: none"> • Exactitud en la medición de la lona • Disminución del tiempo de corte de la lona
Jidoka	Adaptación de cinta métrica y tope a guía de corte	1	\$ 115.000	\$ 115.000	<ul style="list-style-type: none"> • Actualización de tecnología. • Proceso de fabricación más automatizado. • El trabajador no va a ser reemplazado en su totalidad. • Disminución de los tiempos de fabricación. • El proceso tiene un autocontrol de calidad al disminuir los errores que se cometían.
	Curvadora de tubos y perfiles MC650 NARGESA	1	\$ 46.184.154	\$ 46.184.154	
	Guía paralela de corte con pértiga y pinza	1	\$ 3.527.275	\$ 3.527.275	
	Ratón para Vulcanizado y Sellado de Lonas Welder III	1	\$ 8.906.489	\$ 8.906.489	
Tablero Kanban	Capacitaciones a empleados y directivos (5 horas aprox)	1	\$ 370.000	\$ 370.000	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento y enseñanza del uso de los tableros Kanban a empleados y directivos. • Visualización del flujo del proceso y conocimiento de la ubicación del producto en el proceso de fabricación. • Ayuda a que el trabajador no acumula tareas y realice las que tiene iniciadas.
	Tablero personalizado	1	\$ 82.000	\$ 82.000	
	Paquete etiquetas	3	\$ 20.000	\$ 60.000	
	Marcador	1	\$ 2.500	\$ 2.500	
	Imanes	5	\$ 4.000	\$ 20.000	
Total				\$ 61.896.168	

Nota. Elaboración propia

Junto con los costos de la herramienta 5s se encuentran los siguientes:

Tabla 19.

Costo limpieza subcontratada.

Costo día	Costo semanal	Costo mensual
\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 600.000

Nota. Elaboración propia

A continuación, los costos para los empleados de la empresa:

Tabla 20.

Costo horas extras diurnas.

Sueldo de empleados	Costo por día	Costo por hora	Costo hora extra por empleado	Costo por hora extra de todos los empleados
\$1.200.000	\$40.000	\$5.000	\$6.250	\$43.750

Nota. Elaboración propia

Para demostrar de mejor manera los beneficios que se obtienen al implementar propuestas de filosofía lean Manufacturing se procede mostrar diferentes casos de éxito de trabajos en los que se ha implementado esta metodología dejando como resultado mejoras en los procesos, los casos son los siguientes.

En un primer caso de un trabajo realizado por Álvarez & Herreño (2014) llamado “Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de cambio de producto en la empacadora MW42 en papeles nacionales S.A.” se logró la eliminación de materiales innecesarios, concientización a todo el personal de la empresa y fomentar y fortalecer el trabajo en equipo por medio de la metodología 5’s.

Un segundo caso de un trabajo de grado realizado por Gacharná & González (2013) denominado: “Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones MERCY empleando herramientas de Lean Manufacturing” lograron evidenciar por medio de simulaciones reducciones del 12% en el tiempo de ciclo y en un 20% el tiempo de ensamble que constituía el cuello de botella que mayor afectaba al flujo de producción por medio de la aplicación de herramientas como MPT, Manufactura Celular, 5’S, Kanban y Jidoka.

En un tercer caso de un trabajo realizado por Beltrán & Soto (2017) llamado: “Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.” se realiza una reducción en el tiempo de ciclo de 52.8 minutos por medio de la elaboración del VSM del estado actual, en el que atacaron a cada uno de los desperdicios que se identificaron.

Finalmente, en un cuarto trabajo de grado elaborado por Yagüe, A. (2016) denominado “Modelo para la implantación de técnicas lean Manufacturing en una empresa del sector de las artes gráficas” mediante herramientas lean, se logra una reducir en un 50% los tiempos no productivos en el proceso de impresión, logrando agilizar la producción de este proceso en un 35%, el cual representaba el cuello de botella en la producción.

8. Presupuesto

8.1. Presupuesto del personal

Tabla 21.

Presupuesto del personal

Nombre	Descripción	Tipo de vinculación	Dedicación horas	Valor hora	Valor total
Kevin Stiven Alfonso García	Sueldo	Prestación de servicios	117	\$30.000	\$3.510.000
Hervin Duvan Torres Suarez	Sueldo	Prestación de servicios	117	\$30.000	\$3.510.000
Total					\$7.020.000

Nota. Elaboración propia.

8.2. Presupuesto de los equipos

Tabla 22.

Presupuesto de los equipos

Equipo	Descripción	Valor
PC	Ejecución del proyecto	\$ 1.500.000
Total		\$ 1.500.000

Nota. Elaboración propia.

8.3. Presupuesto de software

Tabla 23.

Presupuesto de software

Tipo	Descripción	Valor
Lucid chart	Este software será utilizado para la elaboración de los diagramas de recorridos.	\$19.000
Microsoft Visio	Se utilizará para la elaboración del diagramas y mapas analíticos.	\$47.000
Total		\$66.000

Nota. Elaboración propia.

8.4. Presupuesto de materiales

Tabla 24.

Presupuesto de materiales

Materiales	Descripción	Valor
Papel	Su uso será para impresiones y materiales de apoyo	\$45.000
Impresora	Impresión para documentos parciales	\$250.000
USB	Almacenamiento del proyecto	\$30.000
Total		\$325.000

Nota. Elaboración propia.

8.5. Presupuesto general

Tabla 25.

Presupuesto general

Ítem	Valor
Personal	\$7.020.000
Equipos	\$1.500.000
Software	\$66.000
Materiales	\$325.000
Total	\$8.911.000

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones

De la filosofía Lean Manufacturing se puede destacar diferentes herramientas que benefician significativamente a cualquier empresa si se adaptan de buena manera, estas metodologías afectan de manera positiva aspectos internos y externos de la producción e intentan mitigar o eliminar procesos, elementos o actividades que no influyen en la fabricación de los elementos.

Gracias al diagnóstico de Lean Manufacturing empleado en la empresa, se logró dar a conocer cómo se encuentra la empresa y que aspectos en específico están en deficiencia y como resultado, poder identificar que herramientas sirven para mejorar cada ítem y así seleccionar con que herramientas se procede a ejecutar la investigación y la propuesta pertinente para lograr contribuir al mejoramiento del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6.

Se desarrolló de manera clara la información del proceso de fabricación de la carpa tipo hangar 12x6, con ayuda de diagramas de operaciones, de diagramas de flujo de proceso, de diagramas de recorrido y estudio de tiempos, con base a las anteriores herramientas se diseñó un nuevo diagrama de recorrido con una nueva distribución en planta, para que los desplazamientos entre las áreas más relevantes no fueran demasiado largos y así mejorar los tiempos de producción ya que se minimizó los tiempos de transporte y de igual manera se redujo la cantidad de transportes que habían.

En la propuesta de las 5S en la empresa Carpas & Cubrimientos se logró determinar qué elementos necesitaban de una clasificación y cual era el procedimiento a seguir con cada uno de ellos, esto se hizo con todas las áreas de trabajo, eliminando aquellos objetos que no cumplían ninguna función; por otra parte, se sugiere brigadas de aseo de los empleados y una organización eficiente de las áreas de trabajo y para que esto persista en el tiempo se diseñaron planes de disciplina y controles visual, además de un diagnóstico que la empresa podría utilizar para auditar como se encuentra respecto a esta metodología.

Mediante la metodología Poka Yoke se logró determinar los errores manuales de los empleados en los procesos de fabricación y con base a esto desarrollar propuestas que eliminaran los circunstanciales defectos y así la empresa podría mejorar la productividad y lograr cero errores al primer intento, Además, por medio de la herramienta Jidoka se presentan diferentes opciones de maquinaria que podrían remplazar algunas máquinas antiguas que posee la empresa, esta nueva tecnología lograría mejorar los procesos de fabricación de la empresa, disminuyendo considerablemente tiempos de las actividades.

Los tableros Kanban permiten visualizar en tiempo real en qué lugar de las áreas de trabajo se encuentra el producto en proceso y así, la gerencia esté enterada del flujo de proceso y tener un control de las ordenes de pedido, con esto se logra que los trabajadores se enfoquen en terminar sus tareas y no dejar acumular las que ya tienen iniciadas, además de visualizar si algún área posee problemas y no está cumpliendo con la cantidad de órdenes dadas y así logre afectar a la fabricación de la carpa.

Por medio de la herramienta VSM se logró identificar el flujo del material en los procesos de fabricación tanto de la ornamentación como de la lona, con base a esto se generó una propuesta de un nuevo VSM donde se identifica las actividades que no generan valor en los procesos y así lograr eliminarlas y como resultado disminuir los tiempos y contribuir al cumplimiento de las entregas.

A través de los diferentes indicadores claves de desempeño es posible identificar la situación actual de la empresa y poder visualizar de una mejor manera en que aspectos se están fallando y así permitir a los directivos tener un control detallado de la empresa en aspectos específicos, si la gerencia siguiera con la ejecución de los indicadores podría diseñar acciones correctivas que logren cumplir con los objetivos. Por otra parte, la elaboración del OEE en empresa proyecta como se encuentra la eficiencia de los procesos de fabricación y le da una proyección a la empresa de que áreas de trabajo no están cumpliendo de manera efectiva en sus tareas.

Se generó una tabla donde se evidencia el beneficio/costo de la propuesta y así poder observar los beneficios que se obtienen de las diferentes metodologías de Lean Manufacturing y cuánto puede costar si la empresa decide implementar lo que se propuso en el proyecto.

Recomendaciones

Luego del desarrollo del proyecto se recomienda a la empresa Carpas & Cubrimientos S.A.S., tomar en cuenta los siguientes aspectos:

- Se sugiere que la empresa continúe con el uso de los indicadores claves de desempeño y el indicador de la eficiencia productiva de los procesos, ya que pueden medir las operaciones y tener un control de la organización y de este modo detectar que factores no se están cumpliendo o en qué aspectos se está fallando
- Es determinante que los empleados y la gerencia tengan una buena comunicación en cuanto a los errores de la planta y poder trabajar conjuntamente para posibles soluciones y métodos de mejora continua.
- Es importante que la empresa conserve y utilice los formatos planteados en la propuesta, tales como el formato de auditoria de las 5S, formato de programación de limpieza de las áreas, el tablero Kanban, esto con el fin de mejorar los aspectos evidenciados en el trabajo.
- Tomar en cuenta el Diagrama de recorrido propuesto, donde se evidencia gran mejoría en los tiempos y en los desplazamientos de los empleados, empleando una nueva distribución en planta para colocar estratégicamente las áreas.
- Educar a los empleados de manera que comprendan la importancia y consecuencias de los errores de fabricación y pérdidas de tiempo.
- Generar conocimiento al personal y la gerencia de la filosofía Lean Manufacturing y sus beneficios si se implementa en la empresa.

Referencias

- León, G., Marulanda, N., & González, H. (2017). *Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia*. Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-86932017000100005
- Política Nacional de Productividad y Competitividad. (2018). *Mincit.gov.co*. Recuperado de http://www.mincit.gov.co/publicaciones/14894/politica_nacional_de_productividad_y_
- Álvarez, E., & Herreño, H. (2014). *Aplicación de herramientas del Lean Manufacturing para la reducción del tiempo de cambio de producto en la empacadora MW42 en Papeles Nacionales S.A.* (Trabajo de grado, Universidad tecnológica de Pereira). Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/5227/658542A473.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gacharná, V., & González, D. (2013). *Propuesta de mejoramiento del sistema productivo en la empresa de confecciones MERCY empleando herramientas de Lean Manufacturing* (Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana). Recuperado de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/6330/GacharnaSanchezVivianaPao-la2013.pdf;sequence=1>
- Peralta, E., & Rocha, A. (2015). *Propuesta de implementación del modelo de gestión Lean Manufacturing en la empresa AJOVER S.A.* (Trabajo de grado, Universidad de Cartagena). Recuperado de <http://190.242.62.234:8080/jspui/bitstream/11227/2537/1/propuesta%20de%20implementaci%C3%93n%20del%20modelo%20de%20gesti%C3%93n%20lean%20manufacturing%20en%20la%20empresa%20ajover%20s.a..pdf>
- Valdés, M. (2012). *Propuesta de implementación del Lean Manufacturing para la optimización de los sistemas logísticos en la empresa Servientrega Internacional* (Trabajo de grado, Universidad Distrital Francisco José de Caldas). Recuperado de <http://udistrital.edu.co:8080/documents/138588/3157066/proyecto+final+propuesta+herramientas+lean+manufacturing.pdf>
- Sánchez, S., Monsalve, L., & Moncada, Y. (2013). *Diseño de una metodología de implementación de Lean Manufacturing en una PYME (momentos classic)* (Trabajo de grado, Universidad de San Buenaventura Seccional Medellín). Recuperado de

http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/1614/1/Dise%C3%B1o_metodologia_lean__Giraldo_2013.pdf

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P., Méndez Valencia, S., & Mendoza Torres, C. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). México, D.F.: McGraw-Hill Education.
- Rajadell Carreras, M. & Sánchez García, J. (2010). *Lean Manufacturing. La evidencia de una necesidad*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2011). *Manual de Lean Manufacturing. Guía Básica*. México: Editorial Limusa S.A.
- Villaseñor Contreras, A., & Galindo Cota, E. (2008). *Conceptos y Reglas del Lean Manufacturing*. México: Editorial Limusa S.A.
- Villaseñor Contreras, A. & Galindo Cota, E. (2015). *Sistema 5 S's guía de implementación*. (1ra Ed.). México: Limusa S.A
- Hernández, J. & Vizán, A. (2013). *Casa del sistema de producción Toyota*. Recuperado de: file:///C:/Users/KEVIN/Downloads/EOI_LeanManufacturing_2013.pdf
- Corral, R. (2017). *KPIs útiles* [E-Book] (1st ed.). Barcelona. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/384855931/KPIs-Utiles-Roberto-Corral>
- Grupo ODE - Organización y Desarrollo Empresarial (s.f.). *Diagnóstico Lean* [E-Book]. Barcelona. Recuperado de http://www.ode.es/emailsform/lean/diagnostico_lean.pdf
- Mora, L. (s.f.) *Indicadores de la gestión logística KPI* [E-Book]. Recuperado de http://www.fesc.edu.co/porta/archivos/e_libros/logistica/ind_logistica.pdf
- Cruelles, J. (2010). *La Teoría de la medición del despilfarro*. Torrijos, Toledo, España: Editorial Artef, S.L.
- Hernández, J. (28 de marzo de 2015). OEE (Overall Equipment Effectiveness o Eficiencia General de los Equipos) [Entrada de Blog]. Recuperado de <http://profesorjuanhdez.blogspot.com/2015/03/oee-overall-equipment-effectiveness-o.html>
- La Escuadradora* (30 de mayo de 2013). [Entrada de Blog]. Recuperado de <http://babacardilaurentis2.blogspot.com/2013/05/la-escuadradora.html>
- Curvadora de tubos y perfiles MC650*. (2015). Nargesa. Recuperado de <https://www.nargesa.com/es/maquinaria-industrial/curvadora-de-tubos-perfiles-mc650>

- Guía paralela de corte con pértiga y pinza* (s.f.). Francisco Aparicio. Recuperado de http://www.franciscoaparicio.com/presta/index.php?id_product=2183&controller=product
- Equipo Ratón para Vulcanizado y Sellado de Lonas Welder III*. (2019). Avanceytec. Recuperado de <https://www.avanceytec.com.mx/equipos/equipos-para-sellado-de-lonas/equipo-automatico-para-vulcanizado-y-sellado-de-lonas-welder-III/>
- Beltrán, C., & Soto, A. (2017). *Aplicación de herramientas Lean Manufacturing en los procesos de recepción y despacho de la empresa HLF Romero S.A.S.* (Trabajo de grado, Universidad de La Salle). Recuperado de http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21273/47121001_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Yagüe, A. (2016). *Modelo para la implantación de técnicas lean Manufacturing en una empresa del sector de las artes gráficas* (Trabajo de grado). Recuperado de http://oa.upm.es/43784/1/tfg_aranzazu_iglesias_yague.pdf
- ESME, (2017). Estanterías metálicas de media carga para trabajos especiales. (2017). [Figura]. Recuperado de <https://www.estanteriaseme.com/estanterias-metalicas-de-media-carga-para-trabajos-especiales>
- Beycar, (2019). Organizadores de herramientas. (2019). [Figura]. Recuperado de <http://beycarherramientas.com/organizador-herramientas/>
- Compañía de ingeniería colombiana. (2017). Demarcación de áreas y senderos peatonales. [Figura]. Recuperado de <http://comicol.com.co/demarcacion-de-areas-y-senderos-peatonales/>
- López, E., Sánchez, O., García, D. (s.f.). *Implementación del método antierrores: Poka Yoke* (Trabajo de grado, Universidad Tecnológica Nacional). Recuperado de http://www.edutecne.utn.edu.ar/coini_2013/trabajos/coa12_tc.pdf
- Fablamp, (2012). *Manual de instrucciones dobladoras manuales*. Recuperado de <http://www.fablamp.com/mu250p-sp.pdf>
- Diagrama Causa-Efecto (Diagrama Ishikawa)* (s.f.) Progressa Lean. Recuperado de <https://www.progressalean.com/diagrama-causa-efecto-diagrama-ishikawa/>
- La importancia de un buen diagnóstico* (s.f.). Progressa Lean. Recuperado de <https://www.progressalean.com/la-importancia-de-un-buen-diagnostico/>
- Shook, J. (2010). *Managing to learn: Using the A3 Management Process to solve problems, gain agreement, mentor, and lead*. Cambridge, MA: Lean Enterprise Institute.

- Imai, M. (2001). *Kaizen La clave de la ventaja competitiva japonesa* [E-Book]. Recuperado de https://www.academia.edu/8496167/kaizen_la_clave_de_la_ventaja_competitiva_japonesa
- Cuatrecasas, L (2009) *Diseño avanzado de procesos y plantas de producción flexible: Técnicas de diseño y herramientas gráficas con soporte informático* [E-Book]. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=dtBw4rzqRioC&printsec=frontcover&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false
- Kalpakjian, S., & Schmid, S. (2008). *Manufactura, ingeniería y tecnología*. (5ta Ed.). Mexico: Pearson Education de Mexico, S.A. de C.V.
- Molina, E. & Rubio, A. (2012). *Análisis de funcionamiento, operación y mantenimiento e implementación de una dobladora de tubo para el centro de producción y servicios de la Universidad Técnica De Cotopaxi* (Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi). Recuperado de: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1347/1/t-utc-0939.pdf>
- Rexelpoland. (2019). Pinza LD-1. [Figura]. Recuperado de <https://rexelpoland.com/es/produkt/pinza-ld-1>
- Electronica Embajadores. (2018). Final de carrera (microswitch) pequeño con palanca. [Figura]. Recuperado de <https://www.electronicaembajadores.com/es/productos/detalle/it41p05/interruptores-conmutadores-pulsadores/finales-de-carrera/final-de-carrera-microswitch-pequeno-con-palanca>
- Entaban. (2019). Cinta métrica. [Figura]. Recuperado de <https://entaban.es/cintas-metricas/570-cinta-metrica-medid-clase-ii-fibra-de-vidrio-15mm-anchura.html>
- Carpas y Cubrimientos C&C SAS. (2018). Recuperado de <http://www.carpasycubrimientoscyc.com/>

Anexos

Anexo 1. Carta de autorización de la empresa



CARPAS Y CUBRIMIENTOS C&C S.A.S.

NIT: 830.137.034 - 0

REGIMEN COMÚN

Bogotá D.C 20 de abril de 2018

Señores
UNIVERSITARIA AGUSTINIANA
 Facultad de Ingenierías
 Programa de Ingeniería Industrial

Yo Blanca Nivelly Triana Ávila con CC 2.488.282, en mi calidad de subgerente de la empresa **CARPAS Y CUBRIMIENTOS C&C S.A.S.**, autorizo a Kevin Stiven Alfonso García y Hervin Duvan Torres Suarez, estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de la Universitaria Agustiniana, a utilizar información confidencial de la empresa para el proyecto de grado. Los estudiantes asumen que toda información y el resultado del proyecto serán de uso exclusivamente académico y tendrá netamente exclusividad para la organización.

Atentamente:



**CARPAS Y CUBRIMIENTOS
 C&C S.A.S.**
 NIT 830 137.034-0

BLANCA NIVELLY TRIANA AVILA
 CC 52.488.282 de Bogotá
 Subgerente
 Carpas y Cubrimientos C&C S.A.S

DIRECCIÓN: CRA 32 N.º 6-50 TEL. 2472110 CEL. 320 302 82 13 BOGODTÁ D.C

Anexo 2. Tiempos proceso fabricación tubería carpa hangar 12x6.

Actividad	Minutos																			
	T.O.	T.A.																		
Preparar cortadora a 3 mts	5	5	5	5	4	4	5	5	3	3	4	4	4	4	5	5	4	4	5	5
Desplazar 6 tubos 1 1/2" a cortadora	4	9	5	10	4	8	3	8	4	7	3	7	4	8	4	9	3	7	3	8
Cortar 6 tubos 1 1/2"	20	29	20	30	22	30	21	29	21	28	20	27	21	29	20	29	22	29	20	28
Desplazar tubos a dobladora	5	34	2	32	5	35	4	33	3	31	3	30	4	31	5	34	4	33	5	33
Preparar cortadora a 4,6 mts	3	37	3	35	6	41	4	37	5	36	3	33	4	37	5	39	3	36	4	37
Desplazar 6 tubos 1" a cortadora	4	41	3	38	5	46	2	39	5	41	4	37	5	42	5	44	4	40	5	42
Cortar 6 tubos 1"	21	62	21	59	22	68	22	61	23	64	23	60	21	63	21	65	21	61	23	65
Enviar tubos a dobladora	4	66	3	62	5	73	4	65	5	69	4	64	4	67	5	70	4	65	5	70
Preparar cortadora a 3mts	3	69	3	65	4	77	5	70	5	74	4	68	3	70	4	74	3	68	4	74
Desplazar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1" a cortadora	4	73	4	69	4	81	3	73	5	79	3	71	4	74	3	77	4	72	3	77
Cortar 2 tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1"	24	97	24	93	23	104	25	98	24	103	21	92	24	98	22	99	21	93	21	98
Enviar tubos a dobladora	3	100	3	96	4	108	3	101	4	107	4	96	3	101	4	103	4	97	3	101
Preparar cortadora a 2,95 mts	3	103	3	99	5	113	3	104	7	114	4	100	3	104	4	107	3	100	4	105
Desplazar 10 tubos 1" y 1 tubo de 1/2" a cortadora	3	106	2	101	5	118	3	107	4	118	4	104	4	108	4	111	3	103	4	109
Cortar 10 tubos 1" y 1 tubo de 1/2"	21	127	21	122	24	142	21	128	23	141	20	124	20	128	20	131	21	124	21	130
Enviar tubos a soldadura	4	131	4	126	4	146	3	131	3	144	3	127	4	132	4	135	3	127	3	133
Preparar cortadora a 2 mts	3	134	3	129	4	150	4	135	3	147	4	131	4	136	4	139	4	131	3	136
Desplazar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1" a cortadora	3	137	2	131	3	153	2	137	3	150	3	134	4	140	3	142	3	134	4	140
Cortar 2 Tubos 1 1/2" y 2 Tubos 1"	22	159	22	153	22	175	24	161	25	175	24	158	23	163	23	165	24	158	24	164
Enviar tubos a soldadura	4	163	2	155	3	178	4	165	3	178	4	162	5	168	4	169	5	163	4	168
Preparar cortadora a 1 mt	6	169	6	161	3	181	5	170	4	182	4	166	4	172	5	174	4	167	4	172
Desplazar 1 platina de 3 x 1/4	3	172	3	164	2	183	4	174	5	187	5	171	5	177	4	178	5	172	5	177
Cortar las 1 platina de 3 a 1/4	23	195	23	187	21	204	24	198	23	210	25	196	25	202	23	201	24	196	24	201
Enviar platinas a perforadora	2	197	2	189	4	208	4	202	3	213	5	201	3	205	4	205	2	198	3	204
Preparar cortadora a 25cm	3	200	3	192	5	213	4	206	5	218	3	204	2	207	3	208	4	202	4	208
Desplazar 1 tubo circular de 1" y 1 tubo circular de 1/2"	2	202	2	194	3	216	4	210	5	223	4	208	3	210	2	210	4	206	3	211
Cortar los tubos	28	230	28	222	27	243	26	236	27	250	29	237	28	238	27	237	29	235	28	239
Preparar cortadora a 15cm	4	234	4	226	3	246	5	241	4	254	5	242	5	243	4	241	5	240	5	244
Desplazar tubos sobrantes de 1" a cortadora	9	243	9	235	11	257	12	253	10	264	12	254	12	255	9	250	9	249	9	253
Cortar tubos para un total de 24 bolsillos y 32 techos	25	268	25	260	28	283	25	278	27	291	22	276	22	277	24	274	23	272	22	275
Enviar bolsillos y techos a soldadura	3	271	3	263	3	286	3	281	5	296	6	282	6	283	4	278	4	276	3	278
Preparar dobladora	13	284	13	276	12	298	8	289	10	306	12	294	13	296	14	292	12	288	13	291
Doblar 6 tubos de 1 1/2"	75	359	75	351	74	372	76	365	78	384	74	368	72	368	75	367	74	362	76	367
Doblar 6 tubos de 1"	73	432	73	424	73	447	74	439	77	461	70	444	73	443	75	442	76	438	76	443
Doblar 3 tubos de 1 1/2"	40	472	40	464	44	491	48	487	43	504	41	485	42	485	41	483	43	481	42	485
Doblar 3 tubos de 1"	46	518	46	510	42	533	40	527	48	552	42	527	44	529	42	525	45	526	43	528
Inspeccionar tubos doblados	8	526	8	518	7	540	9	536	7	559	9	536	9	538	8	533	8	534	9	537
Enviar tubos a cortadora	10	536	6	524	8	548	8	544	6	565	9	545	9	547	10	543	9	543	10	547
Cortar desperdicio de tubos doblados	26	562	26	550	30	578	32	576	26	591	28	573	26	573	27	570	28	571	27	574
Enviar tubos doblados a soldadura	12	574	7	557	8	586	9	585	7	598	8	581	12	585	10	580	10	581	11	585
Preparar area de perforacion y platinas	7	581	7	564	7	593	8	593	6	604	6	587	5	590	7	587	6	587	7	592
Perforar las platinas	16	597	16	580	17	610	16	609	15	619	15	602	16	606	14	601	15	602	13	605
Enviar platinas a soldadura	5	602	5	585	4	614	4	613	5	624	4	606	5	611	3	604	6	608	4	609
Preparar area de soldadura	26	628	26	611	28	642	29	642	25	649	23	629	26	637	26	630	26	634	24	633
Soldar costillares, curvas, cerchas y patas por medio de los techos	208	836	208	819	212	854	201	843	217	866	215	844	213	850	213	843	214	848	214	847
Soldar bolsillos para el ensamble de la carpa	88	924	88	907	85	939	83	926	86	952	88	932	86	936	85	928	87	925	83	930
Inspeccion del producto	6	930	6	913	6	945	7	933	5	957	6	938	7	943	7	935	8	943	6	936
Preparar tubería para enviar a pintura	21	953	19	932	20	965	19	952	20	977	21	959	21	964	22	957	21	964	22	958
Traslado tubería a camión	9	962	8	940	11	976	9	961	10	987	8	967	9	973	8	965	9	973	7	965
Pintura (Subcontratado)	350	1312	412	1352	404	1380	418	1379	406	1393	408	1375	353	1326	376	1341	397	1370	354	1319
Traslado tubería de camión a la empresa	9	1321	8	1300	7	1387	9	1388	7	1400	8	1383	9	1335	7	1348	8	1378	9	1328
Forrar tubería con vinipiel	6	1327	7	1367	7	1394	6	1394	6	1405	7	1390	6	1341	5	1353	7	1385	5	1333
Enviar tubería a almacenamiento P.terminado	6	1333	5	1372	6	1400	5	1399	5	1411	6	1396	7	1348	5	1358	8	1393	6	1319
Almacenar tubería terminada	0	1333	0	1372	0	1400	0	1399	0	1411	0	1396	0	1348	0	1358	0	1393	0	1319

Anexo 3. Tiempos proceso fabricación lona carpa hangar 12x6.

Actividad	Minutos																			
	T.O.	T.A.																		
Recepcion de materia prima	6	6	5	5	7	7	8	8	6	6	5	5	7	7	5	5	6	6	7	7
Transporte de la lona al area de almacenamiento	4	10	4	9	5	12	4	12	5	11	8	13	9	10	3	8	5	11	8	15
Busqueda materia prima	3	13	4	13	5	17	6	18	4	15	4	17	5	21	6	14	7	18	6	21
Desplazamiento los tubos de lona al area de corte	3	10	3	10	3	20	4	22	5	20	3	20	4	25	4	18	5	23	6	27
Rodar los tubos de lona en el suelo, para que quede extendida	5	21	6	22	6	26	8	30	7	27	6	26	7	32	9	27	9	32	11	38
Alistamiento de materiales y toma de medidas	10	31	11	33	9	35	13	43	12	39	11	37	11	43	10	37	10	42	9	47
Corte lona	28	59	28	59	25	60	28	71	32	71	29	66	28	71	24	61	24	66	28	75
Desplazamiento la lona al area de vulcanizado	8	67	9	68	7	67	9	80	10	81	6	72	8	79	7	68	7	73	7	82
Montaje en vulcanizadora	9	76	11	79	11	78	13	93	12	93	9	81	10	89	12	80	12	85	10	92
Vulcanizado que consta de union de lados	158	234	146	225	159	237	161	254	164	257	159	240	162	251	155	235	159	244	152	244
Vulcanizado de bordes y reforzamiento a la lona	179	413	174	399	180	417	169	423	179	430	170	410	181	432	162	397	165	409	162	406
Desplazamiento al area de costura	7	420	8	407	6	423	7	430	8	444	5	421	6	438	6	403	7	416	8	414
Montaje en maquina de costura	6	426	9	410	8	431	9	439	8	452	7	428	9	447	8	411	8	424	7	421
Cocura de chapetas y ensamble de aparraderas	54	460	58	474	51	482	60	469	57	505	55	483	52	469	58	469	58	482	56	477
Control de calidad	4	484	4	478	5	487	4	503	5	514	4	487	5	504	4	473	4	486	6	483
Doblado de lona	12	496	11	489	9	496	10	513	10	524	13	500	15	519	9	482	9	495	12	495
Desplazamiento a producto terminado	6	502	4	493	5	501	6	519	4	528	4	504	6	525	7	489	7	502	9	504
Almacenamiento	0	502	0	493	0	501	0	519	0	528	0	504	0	525	0	489	0	502	0	504

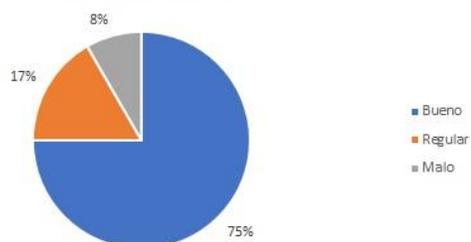
Anexo 4. Formato y gráficos encuesta clientes



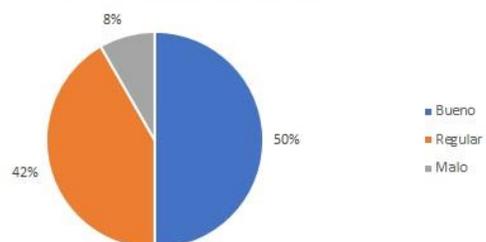
Por favor califique su grado de satisfacción con una X:

1. ¿Cómo calificaría la amabilidad y cordialidad por parte de los empleados?
 - ? Bueno
 - ? Regular
 - ? Malo
2. ¿Cómo calificaría la documentación y conocimiento por parte de los empleados?
 - ? Bueno
 - ? Regular
 - ? Malo
3. ¿Cómo calificaría la satisfacción obtenida después de ser atendida?
 - ? Bueno
 - ? Regular
 - ? Malo
4. ¿Como calificaría el cumplimiento de los plazos de entrega?
 - ? Bueno
 - ? Regular
 - ? Malo
5. ¿Cuál fue la calidad del producto recibido?
 - ? Bueno
 - ? Regular
 - ? Malo
6. ¿El producto recibido cumple con sus expectativas?
 - ? Si
 - ? No
7. ¿Recomendaría usted a Carpas & Cubrimientos S.A.S.?
 - ? Si
 - ? No

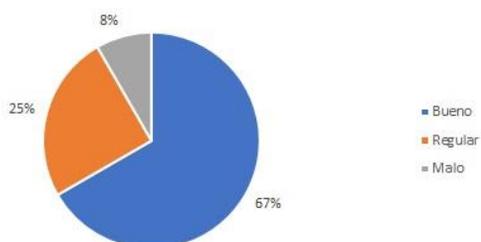
1. ¿Cómo calificaría la amabilidad y cordialidad por parte de los empleados?



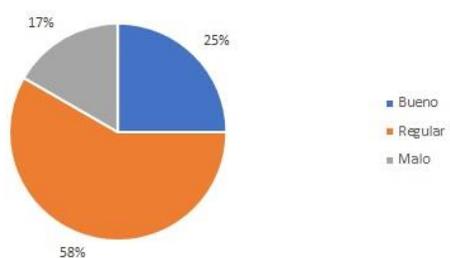
2. ¿Cómo calificaría la documentación y conocimiento por parte de los empleados?



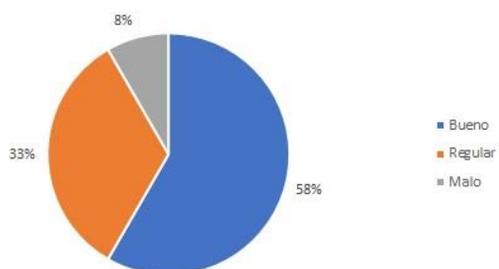
3. ¿Cómo calificaría la satisfacción obtenida después de ser atendida?



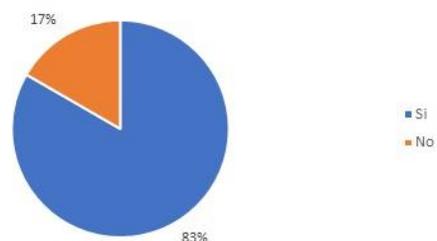
4. ¿Como calificaría el cumplimiento de los plazos de entrega?



5. ¿Cuál fue la calidad del producto recibido?



6. ¿El producto recibido cumple con sus expectativas?



7. ¿Recomendaría usted a Carpas & Cubrimientos S.A.S.?

