



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN  
LA MÁQUINA SPIRAL LAYER SLITTER, DE  
LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE  
VENEZUELA C.A.**

**Autores:**  
Bolívar, Christian.  
Carpio, Juan.

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego  
Telefono: (0241) 8714240 (máster) – Fax: (0241) 8712394



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA MÁQUINA SPIRAL  
LAYER SLITTER, DE LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE  
VENEZUELA C.A.**

**Proyecto de Trabajo de Grado para optar por el título de  
Ingeniero Industrial**

**Autores:**

Bolívar, Christian C.I: V-21.240.175  
Carpio, Juan C.I: V-24.553.445

San Diego, Julio de 2018



Universidad José Antonio Páez  
Facultad de Ingeniería

FI-I-020-2018-IICR

Valencia, 25 de Enero de 2019.

Ciudadano:  
Christian Bolívar  
C.I.:21.240.175  
Juan Carpio  
C.I.:24.553.445  
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 01-2018 de fecha 31-10-2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA MÁQUINA SPIRAL LAYER SLITTER, DE LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A.** Presentado por usted(es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing.Manuel Cuadrado, C.I: 7.067.357 y la Ing. Alicia Yáñez, C.I.: 4.598.880 como Tutores Académicos que lo asesorarán en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

Prof. Zulay Salcedo  
Decana de la Facultad de Ingeniería



c. c. Coordinación de Pasantías y Trabajo de Grado (1).

ZS/fr

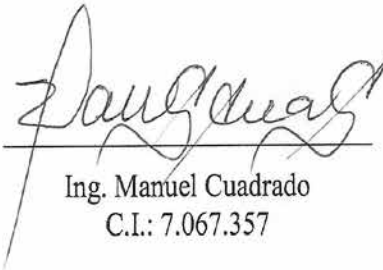


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL

### ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, el Ingeniero Manuel Cuadrado portador de la cédula de identidad N° 7.067.357, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por los ciudadanos, Juan Carpio y Christian Bolívar portadores de la cédula de identidad N° 24.553.445 y 21.240.175 respectivamente, titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA MÁQUINA SPIRAL LAYER SLITTER, DE LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A.** presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, a los 25 días del mes de Enero del año dos mil diecinueve.



Ing. Manuel Cuadrado  
C.I.: 7.067.357

## **DEDICATORIA**

A Dios Todopoderoso, por habernos permitido llegar hasta este punto y siempre darnos las herramientas necesarias para lograr cada meta que me proponga, y demostrar que si vamos de su mano, todo es POSIBLE.

También queremos dedicarles este trabajo a nuestras madres que son el pilar fundamental de nuestras vidas, a ellas que nos han enseñado el valor del trabajo, la dedicación y la pasión por lo que se hace, que han puesto toda su confianza en nosotros como hijos. A nuestros padres, a quienes les agradecemos por cada enseñanza que nos han brindado y el apoyo que sustentan siempre. Todos nuestros logros son de ustedes también.

## **AGRADECIMIENTOS**

Quiero agradecer a Dios por todas sus bendiciones y por iluminar siempre mi camino. A mi familia y amigos que estuvieron presentes incondicionalmente, en especial a mi Madre por los consejos y estar siempre presente.

A todos nuestros profesores de la Universidad José Antonio Páez que marcaron un momento importante en este tiempo transcurrido en la universidad, sobre todo hago mención y le damos las gracias al tutor académico Manuel Cuadrado por las enseñanzas dadas; que Dios le siga dando la sabiduría para seguir forjando profesionales exitosos. A la empresa Alice neumáticos de Venezuela, C.A, que fue fuente de inspiración para poder realizar la investigación.

Gracias a todos nuestros amigos, por su infinito apoyo, por apoyar este proyecto, por la ayuda incondicional y por aportar todos los conocimientos. Gracias a nuestros padres por siempre estar ahí en todo momento y brindarnos todo su cariño y amor siempre. Gracias a nuestras amigas (Gabriela y María Milagros), gracias por todo lo que han hecho por nosotros, por divertir esas largas madrugadas de estudio, por esforzarse para ser el mejor grupo de trabajo en la universidad (Hay que esforzarnos y leer más), la carrera quedo atrás, pero a ustedes siempre los llevare conmigo. Gracias a todos los que fueron parte de este gran proyecto, tengan por seguro que di todo de mí.

A todos ustedes, mil gracias.

## INDICE GENERAL

<b>CONTENIDO</b>		<b>pp.</b>
<b>INDICE DE TABLAS</b> .....		Viii
<b>INDICE DE GRAFICOS</b> .....		Ix
<b>INDICE DE CUADROS</b> .....		X
<b>INDICE DE FIGURAS</b> .....		Xi
<b>RESUMEN INFORMATIVO</b> .....		Xiii
<b>INTRODUCCION</b> .....		1
<b>CAPÍTULO</b>		
<b>I. EL PROBLEMA</b>		
1.1. Planteamiento del Problema.....		3
1.2. Formulación del Problema.....		7
1.3. Objetivos de la investigación.....		7
1.3.1. Objetivo General.....		7
1.3.2. Objetivos Específicos.....		7
1.4. Justificación de la Investigación.....		8
1.5. Alcance.....		8
1.6. Limitaciones.....		9
<b>II. MARCO TEÓRICO</b>		
2.1. Antecedentes.....		10
2.2. Bases Teóricas.....		12
2.3. Definición de términos básicos.....		29
<b>III. MARCO METODOLÓGICO</b>		
3.1. Tipo de Investigación.....		32
3.2. Diseño de la Investigación.....		33
3.3. Nivel de la Investigación.....		34
3.4. Población y Muestra.....		35
3.5. Técnicas de recolección de datos.....		35
3.6. Instrumentos y Herramientas de Recolección de Información.....		37
3.7. Fases Metodológicas.....		38
<b>IV. RESULTADOS</b>		
4.1. Fase I.....		40
4.2. Fase II.....		61
4.3. Fase III.....		74
4.4. Fase IV.....		95
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
Conclusiones.....		103
Recomendaciones.....		104
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>		105
<b>ANEXOS</b>		107

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLAS</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>pp.</b>
1	Material rechazado de Spiral Layer Slitter.....	58
2	Clasificación de Waste Spiral Layer Slitter.....	58
3	Producción en Spiral Layer Slitter.....	59
4	Lista de defectos durante el proceso.....	68
5	Lista de defectos de mayor a menor prioridad.....	69
6	Velocidad de giro por estación de Spiral Layer Slitter.	89
7	RPM y diámetro por estación de Spiral Layer Slitter.	90
8	Inversión en el proceso de Spiral Layer Slitter.....	97
9	Componentes de Spiral Layer Slitter.....	98
10	Waste de material Spiral (Kg).....	99
11	Material ingresado en el proceso (Kg).....	99
12	Material Efectivo del proceso (Kg).....	100
13	Waste con aplicación de mejoras (Kg).....	101
14	Total de material efectivo (Kg).....	101

## LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO	CONTENIDO	pp.
1	Material que ingresa vs. Total Waste.....	60
2	Diagrama de Pareto.....	71

## LISTA DE CUADROS

<b>CUADRO</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>pp.</b>
1	Materia prima utilizada para la fabricación de neumáticos tipo radial.....	41
2	Tormenta de Ideas.....	61
3	Participantes de la tormenta de ideas.....	62
4	Los 5 ¿Por qué? Y un ¿Cómo?.....	66
5	Las 5 etapas de la solución de problemas.....	67
6	Lista de defectos identificados por letra.....	71
7	Velocidad de corridas Calandra 2.....	82

## LISTA DE FIGURAS

<b>FIGURA</b>	<b>CONTENIDO</b>	<b>pp.</b>
1	Figuras usadas en Diagrama de Flujo.....	29
2	Diagrama de proceso. Elaboración del neumático radial.	43
3	Área de trabajo Calandrado.....	44
4	Máquina de Calandrado.....	44
5	Cameron de Tela.....	45
6	Cameron de Goma.....	46
7	Cuchillas de Corte.....	47
8	Tortas de tela calandrada con goma.....	48
9	Estaciones Spiral Layer.....	49
10	Maquina Spiral Layer Slitter.....	50
11	Unistage Armado de neumático radial.....	51
12	Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter.....	52
12	Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter (Cont.).....	53
12	Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter (Cont.).....	54
12	Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter (Cont.).....	55
13	Hilos visibles por falta de Skin.....	56
14	Vena por hilo desviado.....	57
15	Diagrama Ishikawa.....	65
16	Generación de Vena por falla en Método de Empate.....	75
17	Hilos sueltos por falla en Método de Empate.....	75
18	Puesto de Trabajo para Método de Empate.....	76
19	Herramienta tipo plancha para fijar Empate del material....	76
20	Espátula de corte de material.....	77
21	Plancha para empate del material.....	77
22	Lupa para conteo de hilos.....	78
23	Empate de un material a otro en Spiral Layer Slitter.....	79
24	Área de corte Spiral Layer Slitter.....	80

25	Especificación de operación calandra 2.....	84
26	Propuesta de especificación de operación calandra 2.....	85
27	Rodillos saca arrugas para Liners.....	86
28	Liners para Calandra.....	87
29	Liners para Calandra propuesto en buen estado.....	88
30	Rodillo pisador de Spiral Layer Slitter.....	91
31	Cepillo pisador de Spiral Layer Slitter.....	92
32	Freno de bobinado de Spiral Layer Slitter.....	93
33	Freno de bobinado de Spiral Layer Slitter.....	93
34	Método de corte en Cameron de goma.....	95
35	Material cortado de Cameron de goma.....	96



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA: INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN LA MÁQUINA  
SPIRAL LAYER SLITTER, DE LA EMPRESA ALICE  
NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A.**

Autor: Bolívar Christian; Carpio Juan  
Tutor(a): Ing. Manuel Cuadrado  
Fecha: Enero, 2019

**RESUMEN INFORMATIVO**

La presente investigación se desarrolló en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela fabricante autorizado Firestone, la cual es una empresa dedicada a la fabricación y distribución de neumáticos de diferentes categorías. Pertenece al grupo Corimon C.A. que cuenta con un excelente equipo humano y tecnología moderna para satisfacer las necesidades del mercado. La empresa ha venido presentando una problemática en el cumplimiento de los objetivos pautados en cuanto a desperdicio de material esperado se refiere, para el año 2017 y primer semestre 2018; y requirió un estudio de investigación que permitió proponer un plan de mejoras en la máquina Spiral Layer Slitter y disminuir los desperdicios que esta misma presenta, para ello se llevó a cabo un diagnóstico de la situación actual, el análisis de las causas que originan el problema para así proponer un plan que conlleve a disminuir los altos porcentajes de desperdicios en el proceso y finalmente se realizó un análisis del costo beneficio de dicho plan. En el cual con este plan se vio afectado en una medida importante este porcentaje mencionado de manera positiva, donde, aplicando las diferentes propuestas expuestas se alcanza y hasta se mejora el cumplimiento de los objetivos estipulados anualmente para el proceso en estudio. Dicho esto, se concluye que la investigación es de tipo factible, de diseño de investigación de campo, documental y de factibilidad, y con un nivel descriptivo, con metodología cualitativa/cuantitativa, se aplicó la Revisión Documental, la Entrevista no estructurada y la Observación Directa.

**Descriptor:** Plan integral de mejora, procesos, indicadores, desperdicios.

## INTRODUCCIÓN

Toda organización que presta un servicio tiene como objetivo la satisfacción de sus clientes, para ello debe contar con instalaciones de soporte en constante innovación que den respuesta a las necesidades del mismo, y en su defecto tener un personal idóneo, motivado y calificado para realizar las distintas funciones que garanticen el objetivo principal de la empresa, es por ello que Alice neumáticos de Venezuela, C.A., es un grupo manufacturero dedicado a satisfacer las necesidades de neumáticos para vehículos automotores en el mercado nacional e internacional, que inicio actividades en 1931. Sus operaciones están totalmente integradas, con actividades productivas que comprende el reciclaje de gomas secundarias, venta de hasta 30 distintas categorías y medidas de neumáticos. Es importante destacar que conserva la certificación ISO 9001-2015, demostrando que el producto cuenta con los estándares de calidad cubriendo las necesidades de los clientes, al mismo tiempo brinda una atención de primera y soluciones confiables, oportunas y rentables, adaptándose a las exigencias de los consumidores.

La organización tiene como misión la satisfacción oportuna de las necesidades del cliente, suministrando neumáticos, soluciones integrales e innovadoras en productos neumáticos a base de caucho de óptima calidad, con la más avanzada tecnología, garantizando su eficiencia para mantener el liderazgo en servicio, bienestar de su personal, protección ambiental y rentabilidad. Actualmente la empresa ha venido presentando incumplimiento en los objetivos planteados de desperdicio de material, el objetivo que maneja la empresa es del 10% de cumplimiento del indicador integral y durante el año 2017 y primer semestre 2018 ha existido un sostenido incumplimiento en el control de dichos desperdicios, teniendo para el año 2017 un 61% por encima del desperdicio esperado con respecto al proceso en estudio; y para el primer semestre del 2018 el indicador está en 34%, lo cual es impactante para la organización.

Por esto, el trabajo de grado consiste en hacer un plan integral para mejorar en el cumplimiento de los objetivos del indicador integral de desperdicios de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A.

Este trabajo de Grado se estructura en (04) capítulos desarrollados de la manera siguiente:

Capítulo I, se planteó el problema para el desarrollo de la presente investigación, en donde se presentó detalladamente el planteamiento de un problema que presenta la empresa caso estudio, lo cual condujo al desarrollo de un objetivo general y objetivos específicos, a su vez de a la vez se desarrollan la justificación y el alcance del mismo.

Capítulo II, en dicho capítulo se exponen las referencias que anteceden a la presente investigación, las mismas guardan relación con el proyecto, así como las bases teóricas y la definición de los términos básicos que sustentan este trabajo de grado.

Capítulo III, se hace mención a la metodología utilizada en la investigación, donde se representa el tipo y diseño, el nivel, la población y muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos. Por otro lado, se presentan las fases metodológicas, en las cuales se detalla de qué manera se van a desarrollar cada uno de los objetivos específicos.

Capítulo IV, se visualizan los resultados, en donde se presenta un análisis detallado de los mismos, a través de la aplicación de los instrumentos; también se realizó el análisis de las ventajas y desventajas que posee la empresa por medio del estudio de evaluación de causa y efecto y diagrama de Pareto entre otros, el cual proporcionó evidencia en algunos factores que afectan directamente el proceso estudiado y ostentó posibles mejoras evidentes para un buen funcionamiento del trabajo en distintas áreas de preparación de material para neumáticos.

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1. Planteamiento del Problema:**

Hoy en día las organizaciones se encuentran ante constantes cambios derivados del avance de las tecnologías y la globalización de los mercados, trayendo como consecuencia la necesidad de mejorar su gestión, de manera que puedan asegurar la calidad de sus productos y/o servicios si desean mantenerse en un mercado competitivo. En este sentido, las empresas tienen la necesidad de generar procesos confiables y flexibles, capaces de satisfacer las necesidades y requerimientos de todos sus clientes por medio de la aplicación los mejores métodos disponibles, el uso adecuado de los recursos a su disposición, un correcto flujo de la información y la integración armónica de todos los elementos que lo constituyen.

Muchas de estas organizaciones que procuran las mejoras de sus procesos están dentro del sector automotor, que de forma general, se calcula que el valor de la producción de esta industria equivale a una sexta economía mundial (OICA, 2016). Para el año 2016 este sector reportó una producción de vehículos a nivel mundial que rondaba los 90 millones de vehículos incluyendo furgonetas, camiones y autobuses, y en forma directa, el sector para el 2005 ya generaba alrededor de 9 millones de puestos de trabajo y 50 millones incluyendo los indirectos (OICA, 2016).

Parte de esta gigantesca industria y cuyo mercado oscila al mismo ritmo es la del sector de neumáticos, que fabrica cada año alrededor de 1000 millones de unidades al año en todo el mundo, cantidad que incluye los neumáticos tipo OEM (fabricación de equipos originales) como las de mercados de reemplazo (Conferencia Mundial del Caucho de Industria ALL Global Union, 2016). Este importante sector de alrededor de unos 180 mil millones de dólares al año es dominado desde hace varios años por Bridgestone, quien en 2016 reportó ventas

por unos 26 mil millones de dólares, pero que al igual que otras grandes empresas que fabrican neumáticos, vio cómo se reducía su cuota de mercado con la irrupción de marcas chinas en el mercado (Davis, 2015).

Bridgestone es fundada en 1931 por Shojiro Ishibashi, partiendo de una exitosa fábrica de zapatos se convierte rápidamente en una gran empresa. En 1988 se fusiona con Firestone Tire and Rubber Company, convirtiéndose no sólo en el mayor fabricante de neumáticos del mundo sino también en el mayor fabricante de productos de caucho. Hoy día es una corporación multinacional que cuenta con 171 plantas alrededor del mundo, presencia en más de 150 países y más de 144 mil empleados. Su principal actividad es la fabricación, distribución y ventas de cauchos, actividad donde concentra el 84% de sus ventas, pero también elabora diferentes productos que van desde bandas transportadoras hasta bicicletas. Su principal mercado es en el continente americano con un 47% de sus ventas y en 2013 es elegida por Brand Finance como la marca de neumáticos más valiosa del mundo. Su fundador, Ishibashi, poseía un pensamiento en el que hoy día se basa la filosofía corporativa de Bridgestone -Servir a la sociedad con calidad superior- la cual se sigue promoviendo a través de los años dentro de la organización.

En Venezuela, Bridgestone mantuvo su mercado competitivo hasta el año 2016, donde debido a la situación que afronta aún en la actualidad el país y a la dificultad agravante de obtener divisas para la adquisición de materia prima, deciden vender la planta industrial y la concesión de la licencia de fabricación al “Grupo Corimon”, cooperación venezolana fundada en 1949 dedicada a la producción y comercialización de una gran diversidad de productos industriales, entre ellas neumáticos. Luego de esta adquisición de acciones el Grupo Corimon decidió cambiar el nombre de la compañía manufacturera de Bridgestone Firestone Venezolana a Alice neumáticos de Venezuela C.A, siendo la única compañía autorizada en la fabricación de neumáticos bajo la marca internacional Firestone, con una capacidad instalada de aproximadamente nueve mil quinientas (9.500) unidades al día en la que laboran alrededor de 1345 trabajadores. Esta planta cuenta con

certificaciones de su sistema de gestión ambiental ISO 14001 y su sistema de gestión de calidad ISO 9001/2015, mostrando su enfoque hacia los clientes y el manejo de sus operaciones bajo el concepto de procesos.

Hoy en día esta empresa bajo una nueva dirección desde el año 2016 sigue siendo golpeada fuertemente al igual que muchas otras, por la situación política, económica y social del país; la limitación de divisas ha restringido el acceso a la materia prima, la oportuna inversión en equipos y repuestos provocando la caída progresiva de la capacidad productiva de la planta, estimándose actualmente por parte del Departamento de Producción una cifra de alrededor de las 3 mil unidades al día, laborando 3 días por semana con producción de planta de aproximadamente unas 9 mil unidades semanales.

Una de las áreas más importantes dentro del proceso de elaboración de neumáticos de esta planta es el Área de preparación de materiales, donde se procesa toda la materia prima necesaria para la fabricación de los componentes del proceso de armado de una manera adecuada tomando en cuenta los parámetros de calidad para una buena utilización de los mismos. Uno de los materiales fabricados en esta etapa y que es utilizado en casi todos los cauchos de tipo “Radial” es el Spiral Layer, este material empieza su fabricación en la Calandra #2, donde rollos de nylon de aproximadamente 300 metros de largo son cubiertos de goma por ambos lados, resultando bobinas de telas calandradas que posteriormente son cortadas en la Camerón de Tela en rollos de un ancho menor y por último son cortados nuevamente en la Spiral Layer Slitter en tiras dobles de 6 hilos cada uno que son almacenadas en forma de bobinas para su posterior uso en el proceso de armado del neumático.

Con respecto a la dificultad de obtención de divisas en el país, es realmente crucial el uso económico de toda la materia prima en su máxima expresión, tratando en su mayor cantidad de ahorrar el uso de la misma y evitar la presencia de desperdicios en los procesos, al menos, en lo que sea posible.

En el año 2017 se obtuvo un 1,80% de desperdicio con respecto a los kilogramos de todo el material procesado, representado por un total de 148.121,00 kg.

En el caso de la maquina “Spiral Layer Slitter”, tomando en cuenta los datos suministrados por el departamento de control de desperdicios se tuvo un peso de 13.050,00 kg de waste (desperdicio), significando un 60% de desperdicio por encima del material procesado, ya que el objetivo proporcionado por el departamento específicamente para la máquina en estudio fue de un 0,1% con respecto al 1,80% indicado con anterioridad; lo que significa una cantidad de 8.222,15 kg. Cabe destacar que este proceso de preparación de materiales en la máquina en estudio es uno de los que más genera desperdicios en toda la planta industrial y a su vez repercute directamente en los niveles de materia prima que no fueron utilizados en la planta, además de afectar negativamente en el presupuesto anual.

Ahora bien, desde el inicio del año 2018 hasta el mes de mayo, se obtuvo un 1.84% de desperdicio con respecto al material procesado, teniendo un peso de 19.819,70 kg, tomando en cuenta el margen de producción actual de la planta se ha percibido la cantidad de 1.259,00 kg en desperdicios para la máquina en estudio, representando un exceso del 34% del objetivo planteado de waste, demostrando no cumplir con los objetivos proyectados hasta mayo de 2018, ya que el dato proporcionado por el departamento antes mencionado fue de 0,082%, es decir, un total de 897,94 kg; donde se observa que nos encontramos en el mismo caso del año anterior evidenciando claramente un incumplimiento de los objetivos proyectados por el departamento, siendo necesaria la atención de esta máquina, sus métodos, procesos de almacenaje, entre otros.

Estos márgenes de desperdicio se deben a muchos factores importantes que se presentan en la máquina, empezando por los métodos de trabajo utilizado por los operadores y también los métodos de almacenamiento de estos rollos en forma de bobina, no se respeta la utilización del método Fifo como parámetro de inventario. También se evidencia la no realización de una previa refrigeración luego del proceso de preparación del material, para evitar su pegajosidad excesiva, además, de no respetar el estándar de corte de los rollos que llegan hasta la Spiral Layer Slitter la

cual requiere una cierta cantidad de hilos como parámetro para su buen funcionamiento.

Eso son algunos factores que influyen en el alto índice de generación de desperdicios de esta máquina, donde se superan los estándares permitidos por la empresa por lo cual se generan altos costos en pérdida de materia prima.

## **1.2 Formulación del problema:**

¿Cómo disminuir la generación de Waste mediante la aplicación de un plan de mejoras en la maquina Spiral Layer Slitter perteneciente al Área de Preparación de materiales de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A.?

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo general**

Proponer un plan de mejoras en la maquina Spiral Layer Slitter de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A., para la disminución de desperdicios que contribuyan con el aumento de la productividad y rendimiento de la materia prima.

### **1.3.2 Objetivos específicos**

- 1.** Describir la situación actual de los procesos y métodos de trabajo del área de preparación y adecuación del material de la Spiral Layer como componente del caucho de tipo radial.
- 2.** Analizar las variables que influyen en la productividad de esta área de preparación, mediante herramientas de Ingeniería Industrial.
- 3.** Diseñar un plan de mejoras en los procesos y métodos de trabajos que permita la disminución de desperdicios y el aumento de la productividad en el área de preparación de materiales.
- 4.** Evaluar el impacto económico de las propuestas de mejora planteadas a través de la relación beneficio/costo.

#### **1.4 Justificación de la Investigación:**

En la actualidad, las organizaciones enfrentan grandes desafíos para mantenerse competitivas en un mercado cada vez más exigente, como consecuencia de la evolución tecnológica que va transformando los medios de producción, por lo que las empresas deben revisar sus procesos y elevar sus niveles de eficiencia, efectividad y productividad, lo que implica motivar el mejoramiento continuo de sus miembros y de la organización.

En este sentido, la gerencia necesita contar con medios para controlar el desempeño, asegurando que las actividades en la empresa se realicen de la manera que han sido planificadas, permitiéndole ser eficiente en el manejo de sus recursos, evitar el desperdicio y la producción defectuosa, asegurando la rentabilidad deseada.

Por consiguiente, este estudio contribuirá principalmente a la empresa por medio de la implementación de las propuestas de mejora en el área de preparación de materiales, ayudando a la rentabilidad del negocio y colaborando así con la continuidad operativa de la planta que trae consigo la perdurabilidad de miles de empleos directos e indirectos, además de poder ofrecer un producto indispensable para la sociedad, de alta calidad y a un precio competitivo, además de la disminución de desperdicios, en cierta parte generando un ahorro productivo en la empresa de manera de proteger los ingresos de la misma y optimizar el rendimiento de los procesos productivos de la empresa.

También, esta investigación permitirá a los autores el enriquecimiento intelectual como estudiantes de Ingeniería Industrial, además servirá como antecedente a futuros estudios del mejoramiento continuo.

#### **1.5 Alcance de la Investigación**

La presente investigación se realizará en el Área de Preparación de Materiales, constituida por los departamentos de Corte y Calandra que suministran el material en las máquinas de armado de Spiral Layer de Alice neumáticos de Venezuela, enfocado en el estudio y análisis de los procesos que intervienen en la preparación de estos rollos en forma de cinta de material indispensable para la fabricación del neumático.

Esta investigación se llevará a cabo hasta las propuestas de mejora queda de parte de la empresa la implementación de las mismas y además la recuperación de materiales sobrantes así como los desperdicios en la misma.

### **1.6 Limitaciones de la Investigación**

Dentro de las limitaciones, la confidencialidad de información es el mayor factor limitante. Debido a las políticas de confidencialidad de la empresa, no se podrán manejar algunos costos directamente sino los autorizados o permitidos por la misma, además algunos datos son estimados debido a la misma razón.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Para el desarrollo de esta investigación, fue necesario consultar estudios realizados anteriormente para de esta manera, utilizarlos de orientación en el enfoque de este trabajo. Así como también para obtener los mejores resultados a la hora de aplicar dicho proyecto, A continuación se presentan los antecedentes consultados:

#### **2.1. Antecedentes**

Hernández y Baute (2014) En la Universidad José Antonio Páez, presento una investigación titulada: **“Propuesta de mejoras para la reducción de scrap, en la línea dos, del área de llenado de cuidado bucal, en la empresa Colgate Palmolive Venezuela”**, para obtener el título de Ingeniero Industrial. Su principal objetivo fue disminuir pérdidas en el producto terminado basándose en conceptos y técnicas relacionados con el mejoramiento continuo, desperdicio y el análisis de modos de efectos y fallas en la línea dos del área de llenado de cuidado bucal. Metodológicamente fue un estudio de carácter cuantitativo y el tipo de investigación proyecto factible, con el apoyo de un estudio de campo y mediante recolección de información tales como entrevistas estructuras, revisión documental y observaciones directas, los cuales permitieron detectar las principales debilidades del proceso. Concluyendo que gracias a la aplicación de la herramienta de análisis de modo y efectos de fallas, diagrama de Pareto, tormenta de ideas, espina de pescado, entre otras; se logró detectar que las principales fallas del proceso son: Tecnología de la línea anticuada, las demás debilidades fueron encontradas alrededor del entorno que involucra el proceso productivo de la línea dos (2) causantes gran parte de la generación de scrap existente, tales como, mal manejo de materiales en el almacén, no existe un personal bien formado, las condiciones de almacenamiento son inadecuadas, paletas en mal estado.

También se encuentran debilidades en la frecuencia de las inspecciones de calidad tanto en el departamento de empaque como de la planta de tubos.

El trabajo de grado, sirvió de guía en la manera de cómo tratar el problema de desperdicio en un proceso productivo, aportando conocimientos de cómo debe procederse al usar herramientas de mejora continua que permiten detectar fallas en los equipos que generan scrap.

Este antecedente representa un aporte significativo, porque se vincula directamente a la presente investigación, ya que busca la forma de mejorar un proceso productivo a través de la aplicación de métodos sistemáticos.

Asimismo Alvés (2014) Llevó a cabo un Informe de pasantías titulado **“Propuesta de mejoras en el proceso de fabricación de piezas reforzadas con fibra de vidrios en la empresa encava, c.a con el fin de disminuir el porcentaje de productos no conformes”** para optar por el título de Ingeniero Industrial, en el cual el objetivo principal fue disminuir el porcentaje presente de productos no conformes en el Área de procesamiento de fibras, cumpliendo con el pilar de mejora continua que lleva la empresa.

Como primera fase el autor obtuvo la información necesaria de la situación actual para su posterior análisis; evidenció las actividades causantes de los productos no conformes. Se propuso un plan de mejoras en donde se sugiere la capacitación y adiestramiento del personal, compra de nuevos equipos y aplicación de un plan de mantenimiento se busca reducir las no conformidades en un 50%.

De éste trabajo se toma la aplicación de las técnicas de Ingeniería de Métodos para lograr la identificación de productos no conforme y su respectivo método para la eliminación de los mismos, a través del uso de indicadores para la reducción de desperdicios y la factibilidad de su posible implementación, mediante el uso de una matriz FODA, los diagramas de Ishikawa y Pareto, encontrando las causas que generan tales pérdidas y mejorando la problemática.

Por último, fue necesario el estudio y el análisis de Contreras León (2013) en su Trabajo Especial de Grado titulado **“Propuesta de un Plan de Mejoras en las**

**Líneas de Decoración de Envases de Aluminio de la Empresa Cervecería Polar C.A. Planta Superenvases”** realizado en la Universidad José Antonio Páez para optar por el título de Ingeniero Industrial, realizaron un estudio del proceso en la línea de producción de decoración de envases de aluminio en la empresa Cervecería Polar C.A, dedicada a la fabricación de cervezas y bebidas a base de malta. La investigación tiene como objetivo disminuir la cantidad de productos no conformes del sistema en la línea L-1 y L-3 de decoración con impresión en dichos envases de aluminio. Con este fin, se aplicó la metodología ESIDE para la identificación y eliminación de desperdicios presentes en el sistema en estudio. De esta manera, para lograr el cumplimiento de los objetivos trazados, se propuso incluir en el plan de adiestramiento de los Mecánicos la actualización tecnológica de los equipos utilizados en el proceso de impresión de envases de aluminio así como el manejo de nuevas tecnologías. Dichas mejoras planteadas suponen una inversión económica y tiempo de recuperación dentro de los márgenes esperados, lo que justifica la factibilidad económica del estudio. El objetivo general del estudio fue el desarrollo de un plan de mejoras a través de los fundamentos de la filosofía de Mejoramiento Continuo con el propósito de incrementar la productividad del proceso de producción de decoración de los envases y asimismo el análisis detallado de sus diagramas de proceso de decoración del mismo.

Por lo antes descrito, este trabajo especial de grado, fue tomado en consideración, ya que determina puntos clave a la hora de generar y ejecutar un plan de mejora para la buena gestión productiva, en este caso la evolución en la línea de producción decorado con impresión maquina L1 y L2, de la empresa objeto de estudio.

## **2.2 Bases Teóricas**

Para una mejor comprensión de la investigación es importante mencionar temas clave con relación a la presente investigación según Ishikawa, el Control de Calidad en un sistema de métodos de producción que económicamente genera bienes o servicios de calidad, acordes con los requisitos de los consumidores.

### 2.2.1 Lean Manufacturing

Manufactura esbelta es una de las traducciones al español más utilizadas para referirse al término de “Lean Manufacturing”; por lo que Hernández e Idoipe (2013) la definen como:

“Una filosofía de trabajo, basada en las personas, que define la forma de mejora y optimización de un sistema de producción focalizándose en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios; su objetivo final es generar una nueva cultura de la mejora basada en la comunicación y en el trabajo en equipo; para ello es indispensable adaptar el método a cada caso concreto. La filosofía Lean no da nada por sentado y busca continuamente nuevas formas de hacer las cosas de manera más ágil, flexible y económica”.  
(p.10)

En la actualidad, las empresas más competitivas de todos los sectores de la industria emplean este sistema de gestión y sus herramientas asociadas para conseguir ser los mejores.

#### Principios Lean

- § **Especificar el Valor para los clientes (eliminar desperdicios).** No debemos pensar por los clientes. El cliente paga por las cosas que cree que tienen valor y no por las cosas que pensamos que son valiosas. Las actividades de valor agregados son aquellas que el cliente está dispuesto a pagar por ellas. Todas las otras son desperdicios.
- § **Identificar el mapa de la cadena de valor (VSM) para cada producto/servicio.** La secuencia de actividades que permite responder a una necesidad del cliente representa un flujo de valor. Creando un "mapa" de la corriente de valor, es posible identificar aquellas actividades que no agregan valor, desde el punto de vista del cliente, a fin de poder eliminarlas.
- § **Favorecer el flujo (sin interrupción).** Debemos lograr un movimiento continuo del producto/servicio a través de la corriente de valor. Por ello, tenemos que reducir los tiempos de demora en el flujo de valor quitando los obstáculos en el proceso.

- § **Dejar que los clientes tiren la producción (sistema PULL).** La aplicación del Flujo y del Pull generan una respuesta más rápida y exacta con un menor esfuerzo y menores desperdicios. Permite producir sólo lo que el cliente pide y evita la generación de un stock innecesario.
- § **Perseguir la perfección (mejora continua).** Hay que seguir trabajando constantemente para conseguir unos ciclos de producción más cortos, obtener la producción ideal (calidad y cantidad), focalizar los esfuerzos en el valor para el cliente. **"Ninguna máquina o proceso llegará a un punto a partir del cual no se puede seguir mejorando" (Sakichi Toyoda - 1890)."**

Los logros del uso del Lean Manufacturing, son los siguientes:

- § Reducción en el Tiempo promedio de entrega 50%.
- § Reducción de Inventario 60%.
- § Reducción de tiempos de paro de máquinas 50%.
- § Reducción de tiempos de preparación de máquinas 70%.
- § Reducción de costos de producción 50%
- § Reducción de defectos 50%.
- § Disminución de variaciones en los procesos.
- § Aumento en la Productividad 40%.
- § Aumento de la moral del personal.

Elementos como JIT (Justo a Tiempo) en inglés “Just in Time” está diseñado para asegurar que los materiales o suministros lleguen a una instalación, sólo cuando son necesarios para reducir los costos de almacenamiento.

### **2.2.2 Mejora Continua (Kaizen)**

“Kaizen” es un vocablo que viene del japonés, y que significa “cambiar para mejorar” o “mejoramiento continuo y progresivo”. También conocida como mejora continua, Kaizen es una ideología que complementa el concepto de “Kairu”, que se refiere a la innovación. De acuerdo con Cabrera, R. (2000), la filosofía Kaizen está enfocada a la gente y a la estandarización de los procesos, siempre de la mano con el capital humano. La premisa de Kaizen es la implantación de mejoras pequeñas que a

pesar de su simplicidad pueden mejorar la eficiencia de las operaciones y crear cultura dentro de la organización, garantizando la continuidad de las mejoras y la participación del personal. Cabrera también enumera cuatro pilares que considera son fundamentales en Kaizen:

- 1. Restricciones Positivas:** Creación de condiciones que contribuyen a reducir la cantidad de defectos o fallas. Para esto, puede recurrirse a acciones como la búsqueda del cero inventario, empleando la premisa del Just In Time (Justo a Tiempo), o la detención inmediata del proceso al momento de detectar una anomalía.
- 2. Restricciones Negativas:** Eliminación de condiciones negativas como los “cuello de botella”, que frenan, interrumpen o hacen más lento el desarrollo de las actividades y el procesamiento de los productos o servicios.
- 3. Enfoque:** Dirigir los recursos limitados de la compañía a actividades en las cuales la organización posea mayor competitividad, reconociendo las debilidades de la empresa y evaluando la posibilidad de sacarlos de la misma con vías como la tercerización, y enfocando los recursos escasos en las fortalezas.
- 4. Facilitador:** Simplificar la realización de las tareas y actividades dentro del proceso, evitando cometer errores desde la primera vez.

### **Metodología de la Mejora Continua**

Dentro de la mejora continua o Kaizen, existen una serie de premisas que rigen el curso del programa. Todas las acciones tomadas deben tener el objetivo de:

- 1.** No permitir la existencia de ningún desperdicio o despilfarro.
- 2.** Buscar diariamente una mejora sin importar que sea pequeña.
- 3.** Todo el personal tiene la obligación de participar en la búsqueda de las mejoras y eliminación del desperdicio.
- 4.** La mejor mejora es aquella en la que no se tiene que invertir o en la cual es mínima la inversión requerida, y de esta manera ayuda al equipo.
- 5.** Buscar la simplicidad en la medida de lo posible.

6. Buscar la estandarización y disciplinar las actividades para reducir tiempo, normalizar la calidad y mejorar la seguridad.
7. El lugar donde se resuelven los problemas es donde están los problemas.
8. Hacer de la rutina diaria el hábito de ser útil, enfocándose en servir y cumplir las metas.
9. Hoy puede lograrse lo que se intenta. Mañana puede ser tarde y alguien habrá realizado lo que tú pudiste haber conseguido de haber intentado.

El mejoramiento continuo debe estar presente no sólo en la empresa en la que se aplica y en sus trabajadores, sino que debe ser una filosofía para la sociedad, dado que se trata de una filosofía que busca constantemente la excelencia, obteniendo aprendizaje de las experiencias y está en alerta ante nuevas oportunidades; de manera que Kaizen no es una meta, sino el camino para llegar a la meta, promoviendo una mente orientada hacia los procesos. Prieto, J. (2012), enuncia una metodología que permite cumplir con el objetivo de la mejora permanente en la empresa, basándose en los principios establecidos anteriormente:

1. **Oportunidad de mejoramiento:** Saber reconocer el momento preciso para mejorar es clave para perseverar en la mejora continua. Es importante, en este punto, revisar el impacto que la mejora tendrá para el cliente, y descubrir las razones por las cuales debe aplicarse un proceso determinado.
2. **Definición de Objetivos:** Es fundamental fijar una meta o logro específicos, de manera que el equipo de trabajo tenga un patrón de medición de la gestión, en relación con la oportunidad.
3. **Obtención de Información Actual:** Consiste en realizar un análisis de la oportunidad de mejoramiento desde varios puntos de vista, para obtener la información más fidedigna y exacta posible.
4. **Análisis:** Definir los factores o causas determinantes del efecto de mejoramiento, por medio del uso del análisis causa-efecto.
5. **Plan de mejoramiento:** Se fundamenta en construir un plan de actividades a ejecutarse para solucionar el fenómeno detectado.

6. **Ejecución:** Consiste en la realización de las acciones planificadas, llevando un registro de los resultados que se obtienen en el proceso
7. **Verificación:** Consiste en la comprobación de la efectividad de las acciones tomadas para mejorar el proceso específico.
8. **Estandarización:** Este paso consiste en elaborar la documentación y realizar los adiestramientos necesarios para mantener la mejora implementada y garantizar que el error detectado inicialmente no se vuelva a presentar.
9. **Informe final y planes futuros:** Realizar una entrega de las acciones tomadas y el proceso vivido para dejarlo como base para procesos futuros.

### **Ventajas de la Mejora Continua**

Sin importar la actividad económica de la organización, la mejora continua es una herramienta fundamental para asegurar el crecimiento, en todos los aspectos, de la misma. La clave de éxito de cualquier compañía está en realizar los cambios necesarios en el momento oportuno, y es ése el objetivo de Kaizen. A continuación se enumeran algunas de las ventajas de esta herramienta:

- § Reducción de inventarios, producto en proceso y cantidades innecesarias de producto terminado.
- § Mejora en las condiciones de seguridad en el área.
- § Reducción de fallas y averías en equipos.
- § Reducción en los tiempos de preparación de las maquinarias.
- § Aumento en los niveles de satisfacción de los trabajadores y los clientes.
- § Mejor rotación de inventarios.
- § Reducción en los niveles de falla y errores.
- § Aumento de la motivación del personal.
- § Incremento de la productividad.
- § Reducción de costos.
- § Mejoras en los diseños de productos y servicios.
- § Aumento en la rentabilidad el producto.
- § Reducción de desperdicio y despilfarros.

- § Reducción en tiempos de respuesta.
- § Ventaja frente a los competidores.
- § Acumulación de conocimientos y experiencias.

### **2.2.3 Estudio de Métodos y Tiempos**

Palacios C, (2.007), lo define como:

“La técnica para lograr cambios, eliminar desperdicios de mano de obra, máquinas, materiales, instalaciones y dinero. Busca la rentabilidad de las organizaciones y el beneficio de los directivos, los profesionales y el recurso humano en general. Es utilizado, en las empresas, para apoyar el progreso, la exactitud, objetividad y capacitación de los empleados. Es igualmente útil para tomar decisiones inteligentes dentro de la mejor política, técnica o curso de acción, en la realización de actividades diversas”. (p.2)

El enfoque del estudio de métodos es de imaginación, creatividad y de diseño, para generar y simplificación del trabajo y reducción de costos. Se debe familiarizar con la estadística, el muestreo, la investigación, los movimientos y los tiempos.

Los métodos de trabajo, presentes en toda actividad humana sirven también, para diferenciar la habilidad, ingenio y bienestar de los ejecutantes. Ellos han sido los destinatarios de los esfuerzos e innovaciones de la ciencia, causando con ello grandes cambios en la historia del mundo; cambios que han ido mejorando los niveles de vida de las personas, así nos lo demuestra el transporte, las comunicaciones, las diversiones, la educación, la guerra, la industria, el comercio y los servicios que nos sirven como ilustración.

En el caso particular de la industria, se tiene la fuerza diferenciadora de los métodos, que en el tiempo del artesanado, las fábricas del comienzo de la revolución industrial y aún las empresas modernas, así como la industria en países desarrollados y en países menos desarrollados, la diferencia de nuestra empresa nacional de otras grandes empresas, no difieren en propósitos, ni en tipo de actividad, sino en la forma de ejecutarlas. Unas con inconvenientes de producción, otras con procedimientos

estancados, pareciera como si la velocidad en la superación de los obstáculos de la producción, estuviera determinando su prosperidad. Para mejorarlos es importante:

1. Aprovechar las experiencias pasadas, los conocimientos de industriales y de investigadores.
2. Provocar y ordenar la aplicación del sentido común de los participantes.
3. Buscar causas de métodos ineficientes y eliminarlas.
4. Diseñar nuevos métodos.
5. Sustituir y prevenir las dificultades inherentes a la implantación de los cambios.

El estudio de tiempos generalmente acompaña al de métodos, no porque una mejora en los procedimientos sea imposible de hacer si no se complementa con un estudio de tiempos. Entre las razones que justifican la complementación de un estudio de métodos con uno de tiempos, tenemos:

1. Generalmente las reformas deben ser aprobadas por los jefes del proponente para dar su aprobación; los jefes comparan las ventajas derivadas del cambio, con el costo que dicho cambio conlleva.
2. Para determinar las ventajas del nuevo método es necesario, entre otros datos, tener la diferencia de duración del trabajo antes y después de la reforma.
3. Este tiempo unitario ahorrado se relaciona, con aumento de producción, con reducción de mano de obra, o con balanceo y velocidad respecto a otra actividad dependiente.
4. Con frecuencia, las empresas tienen organizado un sistema de estándares para diversas aplicaciones: programación, incentivos, presupuestos, control.
5. Si el método de trabajo, en una o varias actividades, llega a cambiarse es necesario que la nueva duración quede registrada dentro de los estándares; de otra manera, la utilización que se hiciera del antiguo estándar, no correspondería a la realidad.
6. Hay una relación estrecha entre métodos de trabajo, tiempo unitario de producción e incentivo.

El estudio de Métodos y Tiempo es finalmente, una experiencia válida para ejercitar la observación, el criterio analítico y objetivo. El mejoramiento continuo en

todas las actividades del ser humano, es una necesidad para lograr el cumplimiento de los objetivos personales y organizacionales.

#### **2.2.4 Desperdicio**

Guajardo (2008), define el desperdicio como, “Cualquier elemento que consume tiempo y recursos, pero que no agrega valor al servicio”. Existe una serie de desperdicio dentro de los cuales los más resaltantes son:

- Ø Sobreproducción: Este desperdicio se refiere a producir más de lo que el cliente nos está demandando o la cantidad que está dispuesto a pagar, ya sea por un producto o un servicio; se produce comúnmente al tratar de alcanzar un "estándar" de producción, para que la gente no esté ociosa y para aprovechar al máximo la capacidad instalada en la línea de producción.
- Ø Espera: Es común encontrar este tipo de desperdicio en una línea de producción al no tener un buen "balanceo de línea" o dicho de otra manera al tener diferentes tiempos del ciclo de operación (TC, tiempo ciclo) entre las estaciones de trabajo en la línea de ensamble provocando que se creen los llamado cuellos de botella entre las operaciones y los tiempos de operación terminen más pronto de los tiempos largos, obteniendo como resultado un tiempo de ocio en la operación rápida y una sobre carga de trabajo en las operaciones tardadas, estresando así el proceso al congestionar el flujo de los materiales en proceso (WIP). También se puede detectar este desperdicio al no tener sincronía en la cadena de suministro al no estar en función de los requerimientos del cliente y la capacidad de producción provocando cortos de materia prima lo cual no permite tener los componentes que conforman el producto terminado. Este fenómeno hace que el flujo de materiales en el proceso sufra interrupciones teniendo como resultado una pobre utilización de la capacidad instalada en el proceso y sobre todo el incumplimiento de algún requerimiento de nuestro cliente.
- Ø Transportación: Este desperdicio se detecta en los procesos que tienen las operaciones distribuidas (Layout) de manera dispersa en el piso de producción y/o entre departamentos, e incluso plantas, con un orden de secuencia de

operación difícil de interpretar u observar a simple vista, en un escenario de este tipo el material es llevado y traído de una estación de trabajo a otra trasladándolo por cientos de metros e incluso por miles de metros en algunos casos, teniendo como resultado, una baja eficiencia en el tiempo de manufactura y en el servicio al cliente, así como una pobre rastreabilidad de las ordenes de producción originando en algunos casos problemas de calidad de los materiales que conformen una orden de trabajo.

- Ø Sobre-procesamiento: El producto durante su manufactura es transformado de acuerdo a las condiciones establecidas en un contrato celebrado con el cliente (Router) en el cual se especifica bajo qué condiciones de operación se debe elaborar el producto y que características debe cumplir (Requerimientos de calidad); al momento de aplicarle recursos demás en el proceso de manufactura, así como desarrollar operaciones innecesarias que no agregan valor al producto, tendremos como resultado que toda actividad que no pague el cliente se convierte en este tipo de desperdicio.
- Ø Inventario: Desde el punto de vista "negocio," realmente el objetivo de la manufactura es producir "producto terminado," listo para venderse al cliente, sin embargo en los sistemas de manufactura tradicionales (Push, lote, MRP, etc.) el inventario se mueve de manera lenta desde su estado primario, en proceso, e incluso en su fase final provocando que no se complete y se desarrolle el producto cuando el cliente lo requiere, teniendo como resultado un flujo pobre que hace que los inventarios crezcan al estancarse en las diversas fases del proceso provocando almacenes repletos de material en exceso, pies cuadrados utilizados en el almacenamiento en lugar de tener esas superficies trabajando en la manufactura de algún producto (Agregando valor), volviéndose obsoleto, y en última instancia estancando el flujo de dinero.
- Ø Movimiento: El recurso más valioso de los procesos productivos es la gente que trabaja en los diferentes niveles de la operación (o al menos así debería de ser), sin embargo la falta de coordinación, definición y orden de las funciones 22 de

cada miembro del proceso hace que se desperdicie tiempo y movimientos en el traslado de una persona de un punto a otro sin agregar valor al producto, esto nos da como resultado un tiempo de manufactura más grande de lo que realmente es. También encontramos este desperdicio en estaciones de trabajo en las cuales la secuencia de las operaciones no está definida de acuerdo a las características de la naturaleza del producto y de la persona que lo transforma.

- Ø Retrabajo: Uno de los grandes objetivos de la manufactura esbelta es: "hacer bien las cosas a la primera oportunidad," sin embargo en los procesos tradicionales (Push) o que están iniciando en la implementación de la manufactura esbelta (también en técnicas de seis sigma) es común encontrar procesos poco robustos en los cuales no se cumple la regla y se tiene como consecuencia un alto índice de "costos de Calidad" como lo son el "Scrap, " y el retrabajo, los cuales nos hacen volver a invertir en más recursos para la elaboración de los productos requeridos por el cliente, por ejemplo: Horas hombre, materiales, tiempo, etc. Encareciendo el producto o el costo de operación.
- Ø Sub-utilización de la Gente: Como ya se mencionó el recurso más valioso de todo proceso es el ser humano, es decir, la gente que labora en cualquiera de los segmentos de la cadena de suministro. Sin embargo en algunos centros de trabajo se manejan paradigmas que no permiten apreciar el valioso aporte que puede dar una persona que esté desarrollando, desde una operación sencilla, hasta otra que realmente no tenga mucho que ver con la operación directa. El ser humano tiene un potencial magnífico, el cual aporta valor agregado a los procesos que tienen buenas prácticas de integración de equipos autónomos; en todo proceso de mejora se debe incluir el punto de vista del experto que es la persona que realiza directamente la operación.

### **2.2.5 Producción**

López, C (2.001), lo define, como:

“La función de producción u operativa tiene como objeto las operaciones físicas que hay que realizar para transformar las materias

primas en productos o para la realización de un servicio, por lo tanto la administración de la producción propende por la utilización más económica de unos medios (locaciones, maquinaria o recursos de cualquier tipo) por personas (operarios, empleados) con el fin de transformar unos materiales en productos o realizar unos servicios” (p.1).

### **2.2.6 Productividad**

Para Burgos, F (2014), quien define la productividad como:

“La relación que existe entre los productos o bienes obtenidos y la cuantía de los recursos utilizados para obtenerlos. Dicho de otra manera, es la relación entre lo producido en calidad y cantidad y los insumos o recursos que al efecto se movilizaron”. (p.17).

El incremento de la productividad puede lograrse cuando:

- § Aumenta la producción sin aumentar los insumos.
- § Aumenta la producción y disminuye los insumos.
- § Se obtiene la misma producción disminuyendo los insumos.
- § Aumenta la producción en proporción mayor que lo que aumenta los insumos.
- § Decrece la producción pero en proporción menor a lo que decrecen los insumos.
  
- § No existe un modo único aplicable a todas las organizaciones para lograr una mayor productividad. Sin embargo se pueden citar algunos enfoques básicos relacionados con la ingeniería de método:
  - § Planificar y fijar metas a fin de crear objetivos claros para la obtención de la productividad deseada.
  - § Seleccionar los Métodos más adecuados.
  - § Supervisar la instalación del método seleccionado.
  - § Hacer un mantenimiento sistemático a las instalaciones, equipos y maquinas. (mantenimiento Productivo Total).

§ Utilizar más eficientemente las materias primas. Reducir y aprovechar los desperdicios.

§ Mejorar los sistemas de control de calidad. (C:E:P., Taguchi, Pokayoke).

La productividad equivale a cambio, y ya se ha mencionado que el ser humano tiene la tendencia natural de resistirse a los cambios: sin embargo para aumentar la productividad de cualquier sistema se necesitan CAMBIOS en: La Actitud hacia el trabajo; Los métodos de trabajo; Los lugares de trabajo; Responsabilidades por asignaciones.

El aumento de la productividad se refleja en costos más bajos y por lo tanto más bajos precios; salarios mejores y mayores ingresos para las organizaciones. Todo ello se traduce en un aumento del poder de compra de la moneda y en un mejoramiento continuo del nivel de vida.

### **2.2.7 Calandrado**

La calandra o calandria es una máquina que se basa en una serie de rodillos de presión que se utilizan para formar o una hoja lisa de material. La aplicación principal de las calandras se encuentra en el final proceso de fabricación de papel. El calandrado también se puede aplicar a otras materias distintas del papel, cuando es deseable una superficie lisa y plana, como el algodón, linos, sedas y diversas telas hechas por el hombre y los polímeros, tales como láminas de polímero como vinilo (PVC) y ABS, y en menor medida, polietileno de alta densidad (HDPE) , polipropileno y poliestireno.

En el caso de la fabricación del neumático de caucho, la máquina de calandrado se utiliza específicamente para cubrir el material de tela específica con goma de caucho en sus ambas caras, de esta manera obteniéndose un material reforzado que es aplicado como capa sobre la superficie del neumático y su capa de rodamiento.

## **Etapas del proceso**

Las etapas del proceso de calandrado se puede dividir en 4 etapas básicas: Alimentación, cilindros de calandria, Cilindros de calibración y enfriamiento y por último corte y bobinado.

- § Alimentación: El material de alimentación debe estar previamente plastificado en estado fundido previamente extruido en el caso de los termoplásticos (PE, TPU) o estado de gel (PVC con plastificantes. El calandrado de goma también se realiza en estado de gel (en general se agregan aditivos que ayudan el procesado).
- § Cilindros de calandria: Dependiendo de la lámina que se desea obtener los rodillos, su largo puede variar entre 2 y 4 metros. La calandrias consta de por lo general de 3 o 4 rodillos. Su disposición puede variar, pero la alimentación casi siempre se realiza por la parte superior.
- § Corte y bobinado: Mediante el calandrado se obtienen diferentes acabados superficiales: brillante, mate, difuminado, texturas. Esto dependerá del recubrimiento aplicado en el último cilindro caliente. Las instalaciones de calandrado son costosas. La puesta en marcha del proceso es de aproximadamente 10 horas, lo que sólo lo hace rentable para grandes volúmenes de producción. Este es un proceso generalmente aplicable a materiales de alta viscosidad (goma) y que se degradan fácilmente (deben estar poco tiempo a temperatura elevada), como por ejemplo el PVC.

### **2.2.8 Diagrama de Pareto**

Generalmente, el análisis de Pareto complementa la información de los diagramas causa-efecto. Niebel, F. (2001), explica el uso de la herramienta de la siguiente forma:

“En el análisis de Pareto, los artículos de interés se identifican y miden en una escala común y después se acomodan en orden ascendente, creando una distribución acumulada. Por lo común 20% de los artículos clasificados representan 80% o más de la actividad total; en consecuencia, la técnica también se conoce como regla 80-20”. (pág. 17)

El diagrama de Pareto ha sido ampliamente utilizado para la resolución de problemas de ingeniería. Su introducción se debe al economista Wilfredo Pareto (1848-1923), quien lo utilizó inicialmente como una herramienta para explicar la distribución de las riquezas. No obstante, es más utilizado en la actualidad en análisis de datos relacionados a problemas de ingeniería y de calidad, gracias al ingeniero Joseph Durán (1904-2008), quien introdujo su aplicación en dicha rama del conocimiento.

Una de las dificultades que puede presentarse en la construcción de un gráfico de Pareto es que en algunos casos, los datos no indican una distinción clara de las diferentes categorías, lo cual se evidencia cuando todas las barras son de la misma altura; para evitar esto, es conveniente realizar un análisis causa-efecto previa la preparación del diagrama de Pareto. Ahora bien, al momento de realizar el análisis de Pareto, es conveniente seguir los siguientes pasos:

1. Identificar el problema o área de mejora en la que se va a trabajar
2. Elaborar una lista de los factores que pueden estar incidiendo en el problema, y definir el período de recolección de los datos relacionados a estas causas.
3. Recolectar los datos, ordenándolos de acuerdo a la frecuencia de los factores.
4. Obtener el porcentaje relativo de cada causa o factor respecto al total, dividiendo la frecuencia de la causa entre el número total de veces que se presentaron las causas.
5. Calcular el porcentaje acumulado, sumando consecutivamente los porcentajes de cada factor.
6. Realizar una tabla que indique las causas encontradas, frecuencia de cada causa, frecuencia relativa, y frecuencia acumulada, ordenándolos de mayor a menor frecuencia.

7. Identificar los ejes del gráfico, anotando en el eje horizontal los factores de izquierda a derecha, y graficando por medio de barras la frecuencia de las causas en el eje vertical izquierdo.

Graduar el eje vertical derecho de acuerdo a los porcentajes acumulados hasta llegar a 100%, y graficar por medio de puntos, el porcentaje acumulado sobre cada barra, tomando en cuenta la numeración del eje.

### **2.2.9 Diagrama de Flujo**

De acuerdo a Maynard, (2011) un diagrama de flujo es una representación gráfica de un proceso. Cada paso del proceso es representado por un símbolo diferente que contiene una breve descripción de la etapa del proceso. Los símbolos gráficos del flujo del proceso están unidos entre sí con flechas que indican la dirección del flujo de proceso.

El diagrama de flujo ofrece una descripción visual de las actividades implicadas en un proceso mostrando la relación secuencial entre ellas, facilitando la rápida comprensión de cada actividad y su relación con las demás, el flujo de la información y los materiales, las ramas en proceso, la existencia de bucles repetitivos, el número de pasos del proceso, las operaciones interdepartamentales... Facilita también la selección de indicadores de procesos.

#### **Beneficios del Diagrama de Flujo**

- § En primer lugar, facilita la obtención de una visión transparente del proceso, mejorando su comprensión. El conjunto de actividades, relaciones e incidencias de un proceso no es fácilmente discernible a priori. La diagramación hace posible aprehender ese conjunto e ir más allá, centrándose en aspectos específicos del mismo, apreciando las interrelaciones que forman parte del proceso así como las que se dan con otros procesos y subprocesos.
- § Permiten definir los límites de un proceso. A veces estos límites no son tan evidentes, no estando definidos los distintos proveedores y clientes (internos y externos) involucrados.

- § El diagrama de flujo facilita la identificación de los clientes, es más sencillo determinar sus necesidades y ajustar el proceso hacia la satisfacción de sus necesidades y expectativas.
- § Estimula el pensamiento analítico en el momento de estudiar un proceso, haciendo más factible general alternativas útiles.
- § Proporciona un método de comunicación más eficaz, al introducir un lenguaje común, si bien es cierto que para ello se hace preciso la capacitación de aquellas personas que entrarán en contacto con la diagramación.
- § Un diagrama de flujo ayuda a establecer el valor agregado de cada una de las actividades que componen el proceso.
- § Igualmente, constituye una excelente referencia para establecer mecanismos de control y medición de los procesos.
- § Facilita el estudio y aplicación de acciones que redunden en la mejora de variables tiempo y costes de actividad e incidir, por consiguiente, en la mejora de la eficacia y la eficiencia.
- § Constituyen el punto de comienzo indispensable para acciones de mejoras o reingeniería.









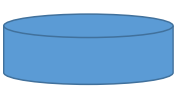

La realización de un diagrama de flujo es una actividad íntimamente ligada al hecho de modelar un proceso, que es por sí mismo un componente esencial en la gestión de proceso.

Frecuentemente los sistemas (conjunto de procesos y subproceso integrados en una organización) son difíciles de comprender, amplios, complejos y confusos; con múltiples puntos de contactos entre sí y con un buen número de áreas funcionales, departamentos y personas implicadas. Un modelo una representación de una realidad compleja puede dar la oportunidad de organizar y documentar la información sobre

un sistema. El diagrama de flujo de procesos constituye la primera actividad para modelar un proceso.

Pero ¿qué es un modelo? un modelo es una representación de una realidad compleja. Modelar es desarrollar una descripción lo más exacta posible de un sistema y de las actividades llevadas a cabo en él.

Cuando un proceso es modelado, con ayuda de una representación gráfica (Diagrama de Flujo de Proceso), pueden apreciarse con facilidad las interrelaciones existentes entre distintas actividades, analizar cada actividad, definir los puntos de contactos con otros procesos, así como identificar los subprocesos comprendidos. Al mismo tiempo, los problemas pueden ponerse de manifiesto claramente dando la oportunidad al inicio de acciones de mejoras. (Ver Figura 1).

Símbolo	Representa	Símbolo	Representa
	<b>Terminal:</b> Indica el inicio o la terminación del flujo de proceso.		<b>Actividad:</b> Representa una actividad llevada a cabo en proceso.
	<b>Decisión:</b> Indica un punto en el flujo en el que se produce una vinculación del tipo "sí" - "no".		<b>Documento:</b> se refiere a un documento utilizado en proceso, se utilice, se genere o se salga del proceso.
	<b>Mutidocumento:</b> Refiere a un conjunto de documentos. Un ejemplo es un expediente que agrupa distintos documentos.		<b>Inspección / Firma:</b> Empleado para aquellas acciones que requieran una supervisión (como una firma o visto bueno).
	<b>Conector de procesos:</b> Conexión o enlace con otro proceso diferente.		<b>Archivo Manual:</b> Se utiliza para reflejar la acción de archivo de un documento.
	<b>Base de Datos / Aplicación:</b> Empleado para representar la grabación de datos.		<b>Línea de Flujo:</b> Proporción o indicación sobre el sentido de flujo del proceso.

**Figura 1,** Figuras usadas en Diagrama de Flujo  
**Fuente:** García C. (2008)

### 2.3 Definición de Términos Básicos

§ **Almacén:** Lugar o espacio físico para el almacenaje de bienes dentro de la cadena de suministro.

- § **Caucho:** Se refiere a un polímero elástico que tiene como fórmula  $C_5H_8$ , que surge como una emulsión lechosa en la savia de varias plantas, pero que también puede ser producido sintéticamente, como derivado del petróleo por ejemplo.
- § **Cepillado:** Acción de cepillar, quitar la suciedad o alisar una superficie.
- § **Cumplimiento:** Refiere a la acción y efecto de cumplir con determinada cuestión o con alguien.
- § **Calidad:** Garantía del cumplimiento de los requisitos, necesidades o expectativas establecidas, generalmente implícitas u obligatorias prensa manual para doblar las láminas.
- § **Disminución:** Ahorro de recursos o capital humano en la elaboración del producto en las diferentes fases.
- § **Enrollar:** Dar a una cosa o producto maleable forma de rollo haciéndola girar sobre si misma o alrededor de otra que sirve de eje.
- § **Eficacia:** Fuerza para obrar ejecutar las acciones.
- § **Extrusión:** Proceso utilizado para crear objetos con sección transversal definida y fija.
- § **Goma:** Sustancia resinosa que se pega muy rápidamente, con un alto peso molecular, estructuralmente muy compleja, siempre con carácter ácido, sólida, aunque su consistencia varía según su procedencia y condiciones.
- § **Indicadores:** Es una relación entre variables que permite observar aspectos de una situación y compararlos con las metas y los objetivos propuestos. Dicha comparación permite observar la situación y las tendencias de evolución de la situación o fenómenos observados.
- § **Macroproceso:** Sistema de gestión mediante el cual se puede visualizar la secuencia e interacción de los procesos que han sido determinados como necesarios para su funcionamiento, ésta herramienta puede ser consultado el nivel de detalle deseado incluyendo las entradas, salidas, controles y recursos o mecanismos que aplican; es aquí donde se encuentran todos los registros,

formatos, manuales y procedimientos para la elaboración de los envases de aluminio y tapas coronas.

- § **Nailon:** El nilón es otro polímero sintético que pertenece al grupo de las poliamidas. Es una fibra textil elástica y resistente, no la ataca la polilla y es utilizado en muchos procesos y artículos cotidianos.
- § **Pegajoso:** Que se pega con facilidad, sin necesidad de aplicar ninguna sustancia.
- § **Retrasos:** Importe que debería satisfacer el cliente para ponerse al día con la totalidad de sus obligaciones de contrato.
- § **Waste:** La definición abarca los dos tipos generales de desechos; tangibles e intangibles. En nuestro caso, estaremos utilizando éste término como el desperdicio tangible no recuperable.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

La metodología se considera un conjunto de procedimientos que se rigen en una investigación científica. Por lo tanto, en todo proceso de investigación, es esencial establecer una metodología que permita alcanzar los objetivos planteados a través de los métodos a emplear en el estudio, el propósito del marco metodológico es poder contar con los métodos e instrumentos destinados a describir y analizar el fondo del problema planteado, a través de procedimientos específicos que incluye las técnicas de observación y recolección de datos, determinando el “cómo” se realizará el estudio.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Tomando en cuenta la importancia que posee dar respuesta a las interrogantes planteadas al comienzo de esta investigación, que tiene como propósito proponer un plan de mejoras en la máquina Spiral Layer Slitter de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A, con la finalidad de disminuir el indicador de waste o desperdicio en el material de la misma, utilizando herramientas de Ingeniería Industrial. De éste modo, se delinearon algunos procedimientos metodológicos que dieron estructura aportaron forma al análisis e interpretación del objetivo general y los objetivos específicos, además de las bases teóricas que sustentan la metodología de esta investigación.

Dentro de éste orden de ideas, la reciente investigación se enmarca como un proyecto factible, ya que consiste en la identificación de la problemática que afecta directamente el desempeño y funcionamiento de la máquina Spiral Layer Slitter y la propuesta de mejoras que garantice un uso correcto de los métodos más apropiados en el proceso productivo. De acuerdo con el manual de trabajo de grado de

especialización y maestría y tesis doctorales, de la Universidad Pedagógica y Experimental Libertador – UPEL (2006):

“El Proyecto Factible consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El Proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades.”(p.13).

Así mismo, el manual anteriormente mencionado, define:

“El Proyecto Factible comprende las siguientes etapas generales: diagnóstico, planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta; procedimiento metodológico, actividades y recursos necesarios para su ejecución; análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del Proyecto; y en caso de su desarrollo, la ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como de sus resultados.” (p.13).

En relación con las definiciones anteriores, este trabajo es un proyecto factible debido a que se elaborará un plan de mejoras para disminuir el desperdicio en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A. ubicados en Valencia, estado Carabobo con el objeto de aportar soluciones e ideas en pro de solventar el problema ya mencionado.

### **3.2 Diseño de la Investigación**

Por su parte, el diseño de la investigación según Arias F. (2006), consiste en:

“la estrategia general que adopta el investigador para responder al problema planteado. En atención al diseño, la investigación se clasifica en: documental, de campo y experimental.” (p. 26).

Basado en la referencia anterior, el presente proyecto factible estuvo sustentado en un diseño de campo, que según UPEL (2006), es:

El análisis sistemático de problemas en la realidad, con el propósito bien sea de describirlos, interpretarlos, entender su naturaleza y factores constituyentes, explicar sus causas y efectos, o predecir su ocurrencia, haciendo uso de métodos característicos de cualquiera de los paradigmas o enfoques de investigación conocidos o en desarrollo.” (p.11)

La elaboración de éste trabajo se basó una investigación de campo, debido a que se, realizó en el sitio, logrando conocer las causas que produjo dicha situación. Con respecto a la investigación descriptiva, Tamayo y Tamayo (2004), asevera que ésta:

“comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual” (p.54).

Éste enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre como una persona, grupo o cosa se conduce o funciona en el presente.

De igual modo, los datos de interés para el estudio fueron recogidos en forma directa de la realidad donde ocurre el fenómeno, puesto que su principal interés fue estudiar la problemática detectada, en la máquina Spiral Layer Slitter, en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A., a través de las fuentes de información primaria, empleando entrevistas y observaciones con los actores directos del problema.

### **3.3 Nivel de la investigación**

Respecto al nivel investigativo, se considera descriptiva y documental; debido a que Balestrini, M. (2008) detalla que, ésta investigación “es aquella que puntualiza o esquematiza procesos de trabajo para su mejora o práctico entendimiento”.

Al mismo tiempo, Arias, F. (2006), considera a la investigación documental como:

“el proceso basado en la búsqueda y análisis de datos secundarios, es decir, datos registrados por otros investigadores en fuentes documentales, impresas, audiovisuales o electrónicas”. (p.84).

Se dice que es una investigación documental, ya que se revisarán los documentos propios de la empresa, tales como: estadísticas, reportes de producción, indicadores de gestión, entre otros. Aunado a esto, se recurrió a fuentes de datos con información ya registrada, tales como libros, páginas web, datos estadísticos, archivos, entre otros y de esta manera fundamentar las conclusiones del estudio en técnicas y herramientas teóricas ya conocidas.

### **3.4 Población y Muestra**

#### **3.4.1 Población**

Para lograr alcanzar ésta fase de la investigación es necesario determinar la población y la muestra a través de las cuales se recopilará información. En relación, Arias, F. (2006), enuncia que la población “es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio” (p.81). En tal sentido, la población del presente estudio está conformada por dos poblaciones: la población conformada por el área de cortadora donde se encuentra la máquina Spiral Layer Slitter y la segunda población conformada por el material en proceso Spiral que ésta produce.

#### **3.4.2 Muestra**

En ocasiones no es posible medir cada uno de los individuos de una población, por ende, se recolecta una muestra representativa de la misma. La muestra descansa en el principio de que las partes representan al todo y, por tal, refleja las características que definen la población de la que fue extraída, lo cual indica que es representativa. De igual forma el mismo autor citado anteriormente, define la muestra como:

“la escogencia de una parte representativa de la población, cuyas características reproduce de la manera más exacta posible”. (p.93).

De dicha población se tomó como objeto de estudio o muestra la máquina Spiral Layer Slitter la cual corta y enrolla el Spiral y una cantidad considerable de material en proceso que pasa por dicha máquina, aproximadamente un 30%.

### **3.5 Técnicas de recolección de datos**

Según Arias (2006) define como las técnicas de recolección de datos "como el conjunto de procedimientos y métodos que se utilizan durante el proceso de investigación, con el propósito de conseguir la información pertinente a los objetivos formulados en una investigación.

De acuerdo a lo anterior, en función de los objetivos de la investigación, donde se plantea un plan de mejoras bajo la modalidad de proyecto factible, se emplearan una serie de técnicas de recolección de información, orientada de manera especial para alcanzar los fines propuestos. Debido a la naturaleza del proyecto y acorde a los datos que se requieren se utilizan las técnicas de investigación, las mismas permiten abordar y desarrollar los requisitos para el diagnóstico del estudio; en las técnicas utilizadas se tienen las siguientes:

### **3.5.1 Observación Directa**

Según Tamayo (2001), “La técnica de Observación directa es aquella en la cual el investigador puede observar y recoger mediante su propia observación a través de esta se puede determinar las fallas en lo que respecta al desempeño de sus funciones así como las causas que lo originan”.

La observación directa será empleada para el diagnóstico de la situación actual de la máquina Spiral Layer Slitter, donde se logrará observar las debilidades dentro del área objeto de estudio. (Ver Anexo A)

### **3.5.2 Entrevista No Estructurada**

Alonso, (2005), la define como “el registro de hechos que se centra en la expresión directa de la actitud del emisor, de la emoción expresada como reflejo de su subjetividad ante el referente de investigación” (p.226). Para dicho autor la información obtenida con esta técnica, proporciona "una orientación e interpretación significativa de la experiencia del entrevistado" (p.226). La misma, será aplicada a los operadores y personal de la muestra sujeta a ser estudiada en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A.

### **3.5.3 Revisión Documental**

Tamayo y Tamayo M., (2009), señala que “esta técnica consiste en recopilar información de documentos, formatos, manuales, entre otros”. (p.82). Dentro de éste enfoque, dicha técnica se aplicará por medio de la lectura general de los registros de los niveles de producción de la máquina Spiral Layer Slitter, que son de interés para esta investigación, como también, los manuales de operación con los que cuenta la

compañía para la ejecución del proceso productivo, órdenes de producción, formatos utilizados, entrada de datos, salida de información y uso y frecuencia de emisión de los mismos.

### **3.6 Instrumentos y Herramientas de Recolección de información**

En cuanto a dichos instrumentos, el autor Arias, F., (2006), establece que: “son los medios materiales que se emplean para recoger y almacenar la información” (p.147), ejemplo de ellos son: formatos de cuestionarios y guías de entrevistas. Entre las técnicas e instrumentos de recolección de datos que serán aplicados en este trabajo investigativo se tiene:

#### **3.6.1 Tormenta de Ideas**

La ejecución de la misma, tiene como la finalidad, de que todas las áreas involucradas en proceso de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A., tengan la oportunidad de expresar sus opiniones sobre las posibles causas del problema detectado en la empresa.

#### **3.6.2 Análisis Operacional**

Se realizará un análisis operacional, con el fin de establecer los factores que afectan el proceso; el mismo está basado en diez criterios, de los cuales, los seleccionados que serán aplicados a la presente investigación son: a) proceso de manufactura, b) materiales, c) condiciones de trabajo, y d) Equipos, herramientas y tiempo de preparación, ya que son los que, según el investigador, se consideran pertinentes para la investigación.

#### **3.6.3 Diagrama de Causa-Efecto**

Adicionalmente, se usará el Diagrama Causa-Efecto, para clasificar las debilidades detectadas en el diagnóstico de la situación actual de la línea máquina Spiral Layer Slitter y los mismos serán distribuidos en los siguientes criterios como son: Materiales, Métodos de Trabajo, Equipos, Medio Ambiente y Mano de Obra, esta clasificación, mostrará una visión sistemática del problema planteado lo cual será vital para posterior análisis.

### **3.6.4 Diagrama de Pareto**

Con los datos obtenidos, en la jerarquización de las causas más frecuentes y de mayor relevancia sobre la problemática que afecta el área estudiada, se construirá el Diagrama de Pareto, a fin de establecer las causas vitales que, pueda estar originando los desperdicios en la máquina de la empresa, caso en estudio. Estas se convertirán en oportunidades de mejoras, que conllevan a plantear la propuesta, como fin último de esta investigación.

### **3.7 Fases Metodológicas**

Este trabajo estará estructurado en cuatro fases, las cuales están relacionadas directamente con cada objetivo específico, todo esto con el fin de lograr el objetivo general, el cual es proponer mejoras que conlleven al cumplimiento de los planes de producción en la máquina Spiral Layer Slitter.

**Fase I. Descripción de la situación actual de los procesos y métodos de trabajo del área de preparación y adecuación del material, causante de desperdicios de la máquina Spiral Layer Slitter de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A.**

En esta fase se inició con el diagnóstico de la situación actual del proceso, es decir, la forma como cada departamento involucrado y sus personas están trabajando actualmente, para esto es necesaria la revisión de los procedimientos operativos y administrativos, condiciones de trabajo y funciones del personal. En tal sentido, en función de lograr interpretar la situación actual acerca de cómo se están realizando los procedimientos, resulta necesario recolectar información, seleccionar técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Por su parte, con la finalidad de evaluar las condiciones de los departamentos involucrados en el proceso, se acudirá a la técnica de observación directa así como la aplicación de entrevistas no estructuradas al personal involucrado.

**Fase II. Análisis de las variables que influyen en la productividad del área de producción, en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A.**

Para el desarrollo de esta fase se realizó una revisión documental de la base de datos de la empresa, donde se carga toda la información asociada a cada una de las ordenes de fabricación para así realizar un estudio de todo los casos que hayan presentado retraso; a su vez se realizara un diagrama de Causa-Efecto del proceso y un diagrama de Pareto a través de los cuales se representara el grado de importancia que tienen los diferentes factores que están afectando los tiempos de entrega, con la finalidad de analizar los datos recolectados en la primera fase para así identificar las fallas existentes y poder desarrollar la propuesta del plan de mejoras.

**Fase III. Propuesta del Plan de Mejoras, que permita disminuir los desperdicios y el aumento de la productividad en el área de preparación de materiales, basado en las causas analizadas, en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A**

Una vez detectadas las causas que afectan el proceso, se propuso un Plan de Mejoras mediante el uso de herramientas de Ingeniería Industrial, las cuales ayudaran a mejorar junto con la colaboración del personal responsable, todos los procesos de cada departamento involucrado en la elaboración del material.

**Fase IV. Evaluación de la relación costo-beneficio, del Plan de Mejoras propuesto, en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A.**

Para esta fase se determinó el costo de la solución propuesta también los beneficios tangibles e intangibles, que se obtendrán de llegar a implementar la mejora propuesta.

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS**

En este capítulo se desarrolló cada una de las fases establecidas, a fin de cumplir con el objetivo de hallar una propuesta de mejora para la reducción de waste en la máquina de Spiral Layer Slitter del área de cortado, utilizando para ello herramientas de ingeniería industrial.

A través de la aplicación de dichas herramientas, se obtuvo información acerca del objetivo de estudio de esta investigación, la cual fue tabulada y registrada para proceder a hacer el análisis e interpretación de la problemática presente en esta área. Los resultados son mostrados por medio de un resumen analítico y gráfico con la finalidad de exponer en detalle, como fue el comportamiento de cada uno de los factores que afectan el proceso. A continuación se muestran los resultados obtenidos:

4.1 Fase I: Descripción de la situación actual de los procesos y métodos de trabajo del área de preparación.

#### **4.1.1 Materia Prima utilizada en el proceso de elaboración de un neumático radial.**

Para la fabricación de neumáticos de tipo radial se utiliza como materia prima fundamental el caucho natural, goma sintética, el azufre, óxido de zinc, y algunas resinas.

En la tabla a continuación, se observan más elementos que se utilizan en la elaboración del neumático radial.

**Cuadro 1****Materia prima utilizada para la fabricación de neumáticos tipo radial.**

MATERIAL
ALAMBRE DE TALON PARA NEUMATICO(BT130Z)
CINTA PARA TALON MONOWIRE 35 mm
ROLLO DE POLYESTER (1500/2)
ROLLO DE TELA NYLON 66 (1260/2)
CAUCHO NATURAL (TC10 NATURAL RUBBER)
GOMA SINTETICA ESTIRENO-BUTADI SBR 1502
GOMA SINTETICA ESTIRENO-BUTADIE S1721
AZUFRE INSOLUBLE
SILANO - 50% ACTIVO
OXIDO DE ZINC Activador de vulcanización
CERA DE PETROLEO MICROCRISTALINA
RESINA FENOPOLICA RECTIVA
ACEITE DE PINO (RESINA LIQUIDA PEGANTE)
RESINA RESORCINOL FORMALDEHIDO
PEPTIZANTE DE GOMA NATURAL (Peptizer)
BORONEODECANOATO DE COBALTO
CUERDA DE ALAMBRE 2+2X0.30 SA-B
GOMA NATURAL TC20 (suciedad menor a 20%)
GOMA SINTETITA Stireno butadieno
GOMA SINTETICA BUTADIENO BR
BROMOBUTILO XBUTYL BBX2 ALTA VISCOSIDAD
ACELERANTE TBBS
ACELERANTE BENZOTIAZIL DISULFIDE
NEGRO DE HUMO N234
NEGRO DE HUMO N330
SILICA AMORFA HIDRATADA
SILICA ULTRASIL VN3
ACIDO ESTEARICO ACTIVADOR VULCANIZACION
RESINA ANTIOXIDANTE ANTIOZONANTE
ANTIOXIDANTE TRIMETILDIHIDROQUINOLINA
ACEITE NAFTENICO (HR TUFFLO 150)

**Fuente:** Departamento de producción (2018)

#### **4.1.2 Descripción general del proceso de elaboración del Neumático Radial.**

Los neumáticos radiales se componen de 7 partes fundamentales, la primera es una capa de goma interna conocida como innerliner, ésta es una mezcla de goma y fibra sintética impermeable evitando fuga de aire al momento del llenado de la llanta, le sigue la tela de cuerpo, generando resistencia en la superficie, luego el tercer componente denominado talón o pestaña, tiene la función de reforzar los bordes del neumático e impedir que se escape el aire interno creando un sello con el “rin” del vehículo, la cuarta es la pared, que se encarga de generar resistencia en la parte lateral del neumático, luego se unen al proceso las telas estabilizadoras como quinto elemento, seguido el Spiral que sería el sexto el cual pertenece a una familia de telas que le dan uniformidad y resistencia a la tela estabilizadora, para finalizar con la séptima parte, el rodado o banda de rodamiento, material resistente que sirve para darle tracción contra el pavimento al vehículo y a su vez contribuye al frenado del mismo.

Una vez terminados todos estos subprocesos, según el tipo de neumático a elaborar, se juntan los 7 diferentes materiales en una máquina armadora generando el “caucho verde” posteriormente el siguiente proceso es el vulcanizado, donde se cocina, cura o vulcaniza el caucho en una prensa, hasta obtener el diseño que el molde posee, gracias a la acción del vapor que se genera internamente en una membrana denominada bladder, la cual se expande y calienta llevando contra el molde el material que se convertirá en el neumático y será examinada minuciosamente para saber si cumple o no con los estándares de calidad de la empresa.

A continuación se muestra el diagrama del proceso de elaboración del neumático radial desde la recepción de materia prima hasta su proceso final (ver Figura 2).

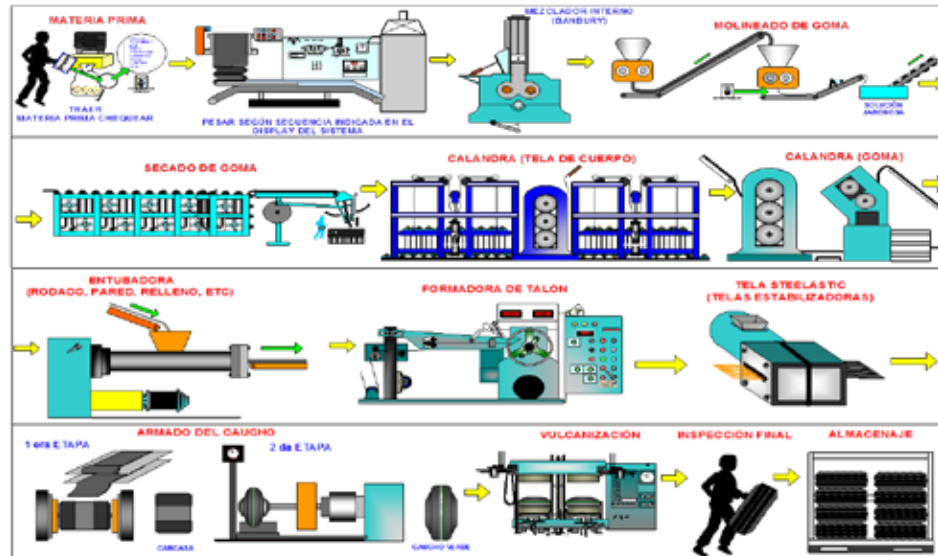


Figura 2: Diagrama de proceso. Elaboración del neumático radial.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

#### 4.1.3 Descripción del proceso de elaboración del rollo de Spiral.

El proceso de elaboración de Spiral Layer, material utilizado en el proceso que lleva a cabo la máquina en estudio, inicia con unas gomas provenientes del Bambury, esas gomas se dirigen a subprocesos donde se juntan o no con otros componentes y se les otorga otras características de tamaño, resistencia y forma; en éste caso la goma resultante se lleva a inspección de calidad en laboratorio y al cumplir los estándares, se introduce en la Calandra 2, ésta máquina lleva a cabo un proceso que consiste en el calentamiento de la goma RN287 por una serie de rodillos hasta llegar a la temperatura idónea y así proceder a la aplicación de la misma en una tela de nylon mediante otros rodillos para obtener una lámina continua de tela calandrada, a este rollo de tela se le otorga el código CAT0002 o clave 204, con características técnicas como 300 metros de largo y  $57 \pm \frac{1}{2}$  pulgadas de ancho (1440 hilos de nylon a lo ancho).



*Figura 3.* Área de trabajo Calandrado.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)



*Figura 4.* Máquina de Calandrado.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

Donde finalmente posterior a este proceso de calandrado mostrado en las imágenes este material será utilizado en la máquina Cameron de tela, una vez que cumpla 48 horas de envejecimiento de material, cabe destacar que el rollo de tela con este código es para la producción del Spiral.



*Figura N° 5.* Cameron de Tela.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

Al tener lo antes mencionado en óptimas condiciones, el rollo de tela calandrada se coloca en la Cameron de Goma, máquina con un eje frontal donde se ensambla un rollo de tela y se introduce entre unos ejes que están paralelos al rollo principal, la operación principal de esta máquina consiste en el rasgado de la tela midiendo 138 mm para crear 11 tortas, en donde 10 poseen 138 mm de ancho y la que resta es el parcial que depende del ancho total del rollo de tela calandrado. Posteriormente, el rollo ya rasgado y como resultado 11 tortas procedentes de la Cameron de tela se van a utilizar y distribuir en las estaciones de la máquina en estudio (Spiral Layer Slitter).



*Figura N° 6. Cameron de Goma.*

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

La máquina Spiral Layer Slitter es una máquina que inicia su proceso recibiendo una torta de tela cubierta de goma con promedio de 138 hilos, 300 metros de largo y 138 mm de ancho aproximadamente que se mueve directamente contra 12 cuchillas que están justo en la entrada de la máquina las cuales tienen como objetivo realizar tiras de tela con 12 hilos exactos. Seguidamente la tira de tela entra en contacto con otras 11 nuevas cuchillas que se encargan de dividir los hilos a la mitad, es decir, 6 hilos.



*Figura 7.* Cuchillas de Corte.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Luego de ser cortado el material por las cuchillas el material es halado por un motor trifásico de 200 voltios con una potencia de 250 watts aproximadamente que mueve un rodillo y lo transporta por una banda hacia las estaciones.



*Figura 8.* Tortas de tela calandrada con goma.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Las estaciones son unos ejes horizontales donde se colocan los Shells, carrete donde es enrollado el material de Spiral, estos ejes son impulsados con un movimiento circular gracias a la acción de unos motores trifásicos de 200 voltios con una potencia de 250 watts aproximadamente un cuarto de caballos de fuerza, además existe un sistema que limita la pista en donde se va a enrollar el material en el “Shells”.



*Figura 9.* Estaciones Spiral Layer.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Una vez que se haga el corte fino que posea 12 hilos de nylon, resultando 11 rollos llamados “Shells” de Spiral Layer con 2400 metros de largo que serán dispuestos para la conformación de aproximadamente 40 a 45 llantas dependiendo del diámetro del modelo.



*Figura 10.* Máquina Spiral Layer Slitter.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Una vez listos los rollos de Spiral, pasan a una inspección visual y de ser aprobados se llevan a las máquinas de armado para que sean colocados sobre las telas estabilizadoras en el proceso de armado y obtener luego el caucho verde para llevar a vulcanizar. Las máquinas de armado se dividen en tres tipos, las de armado de primera etapa donde sólo se dispone de las primeras partes del caucho radial, las de armado de segunda etapa donde se coloca la tela estabilizadora, el Spiral y la banda de rodamiento sobre un subproducto llamado carcaza que cuenta de los primeros 4 elementos que conforman el caucho radial, dejando por ultimo las máquinas del tipo Unistage, combinación de los primeros dos (2) tipos, por lo que nos enfocamos en las de segunda etapa y Unistage ya que en ellas es que se utiliza el material que se produce en la maquina en estudio, en la siguiente imagen se puede apreciar la utilización del rollo procedente de la maquina Spiral Layer.



*Figura 11.* Unistage Armado de neumático radial.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

A continuación se muestran las actividades que se realizan en el proceso de corte de Spiral a través de un diagrama de procesos que se elaboró junto al Departamento de Ingeniería Industrial, ésta herramienta sirvió de ayuda para analizar detalladamente el proceso:

RESUMEN DE OPERACIONES DE ESTÁNDAR DE TRABAJO

Departamento de Ingeniería Industrial

RESUMEN	CANTIDAD	TIEMPO (min)	FECHA EFECTIVO:	10/2018	CÓD.: 3SCOR20A
<input type="radio"/> Operaciones	43		DEPARTAMENTO:	270123	<b>PUESTO DE TRABAJO:</b>
<input type="radio"/> Manejos	8		<b>OPERACIÓN: CORTE DE SPIRAL</b>		<b>SPIRAL LAYER SLITTER</b>
<input type="radio"/> Transportes	0		<b>LAYER</b>		
<input type="checkbox"/> Inspecciones	3				
<input type="checkbox"/> Demoras	0				
<input type="checkbox"/> Almacenajes	1				
Distancia Viajada (m)					

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	Operación	Manejo	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia en m	Cantidad	Tiempo	NOTAS
1.	Realizar Check List del equipo	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Al inicio de turno
2.	Cargar carro móvil con material.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2.1.	Buscar carro con material en área de almacenamiento y posicionar en grúa.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Verificar aprobación y anotar correlación de lote
2.2.	Utilizar grúa para levantar barra con material y retirar carro.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2.3.	Buscar carro móvil en Spiral Layer y llevarlo hasta grúa.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2.4.	Posicionar barra con material en carro móvil utilizando grúa.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Colocar grúa en sitio seguro al terminar el paso
2.5.	Mover carro con shell's vacíos a su área de almacenamiento.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
2.6.	Mover carro móvil con material hasta Spiral Layer y posicionar en máquina.	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Se debe conectar conexión de aire a carro móvil
3.	Bajar las cuchillas.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
4.	Halar material previamente cortado.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
5.	Tomar y enhebrar punta del nuevo rollo a cortar.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
6.	Subir protector de seguridad del Porta-cuchillas.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
7.	Empatar material nuevo al que está en el equipo.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				Debe hacerlo estación por estación para cada tira de 12 hilos.
8.	Aplicar ácido esteárico en empate por el lado superior e inferior.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
9.	Rodillar el empate de cada estación.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				
10.	Subir las cuchillas.	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>				

Figura 12. Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter.  
Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	Operación	Manejo	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia en m	Cantidad	Tiempo	NOTAS
11.	Arrancar equipo a velocidad moderada para cortar el material.	●	○	➡	□	D	▽				Verificar conteo de hilos en cada estación de ser necesario.
12.	Bajar protector de seguridad del Porta-Cuchillas.	●	○	➡	□	D	▽				
13.	Bajar pisador de tela.	●	○	➡	□	D	▽				
14.	Colocar la velocidad de corte en 30 m/min.	●	○	➡	□	D	▽				
15.	Subir pisador de tela.	●	○	➡	□	D	▽				Asegurar que todo el empate haya pasado por el pisador.
16.	Colocar Shell vacío.										
16.1.	Buscar Shell vacío a área de almacenamiento	●	○	➡	□	D	▽				
16.2.	Colocar un Shell vacío en la primera estación	○	●	➡	□	D	▽				
16.3.	Girar eje hasta que el compensador llegue hasta el punto más externo de guía	●	○	➡	□	D	▽				
16.4.	Repetir pasos 14.1, 14.2 y 14.3 en el resto de las estaciones	●	○	➡	□	D	▽				
17.	Oprimir botón para encender con velocidad en posición cero	●	○	➡	□	D	▽				
18.	Arrancar el equipo a baja velocidad aumentando progresivamente	●	○	➡	□	D	▽				Activar cepillo raspador
19.	Separar tiras laterales (de desperdicio) y pasar por rodillos guía e introducir puntas por rodillos motorizados	●	○	➡	□	D	▽				

Figura 12: Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter (Cont.)

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	Operación	Manejo	Transporte	Inspección	Demora	Almacenaje	Distancia en m	Cantidad	Tiempo	NOTAS
20.	Tomar extremo de material y llevar hasta el final del transportador	●	○	➡	□	D	▽				
21.	Colocar en manual cada una de las estaciones	●	○	➡	□	D	▽				
22.	Colocar el potenciómetro de cada una de las estaciones en 70	●	○	➡	□	D	▽				
23.	Sacar dos (2) tiras y colocar en cada una de las estaciones intercaladamente hasta la última estación operativa	●	○	➡	□	D	▽				Colocar tira inicial en el extremo interno del shell
24.	Colocar en automático cada una de las estaciones	●	○	➡	□	D	▽				
25.	Arrancar el equipo	●	○	➡	□	D	▽				
26.	Verificar graduación del enrollado	○	○	➡	■	D	▽				
27.	Cortar el material hasta que esté próximo a terminarse el rollo y detener el equipo	●	○	➡	■	D	▽				
28.	Posicionar nuevo rollo y repetir pasos del 3 al 24	●	○	➡	□	D	▽				
29.	Desmontar rollos cuando tengan aproximadamente 43cm de diámetro y colocar en carro de spiral, usando grúa	○	●	➡	□	D	▽				Se deben colocar dos rollos por percha. Realizar lazo al final de la tira
30.	Colocar tarjetas de identificación a cada uno de los rollos enrollados	●	○	➡	□	D	▽				
31.	Llevar carro de spiral al área de almacenamiento	○	○	➡	□	D	▼				
32.	Desmontaje de shell's vacíos de carro móvil en Spiral Layer										
32.1.	Al vaciar todos los rollos del carro móvil llevarlo hasta grúa	●	○	➡	□	D	▽				

Figura 12: Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter (Cont.)

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

No.	DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES	Operación	Manejo	Transporte	Inspección	Demora	Alineamiento	Distancia en m	Cantidad	Tiempo	NOTAS
32.2.	Buscar carro de almacenamiento vacío y llevarlo hasta grúa	●	○	⇨	□	D	▽				
32.3.	Utilizar grúa para levantar barra con shell's vacíos	●	○	⇨	□	D	▽				
32.4.	Colocar barra con shell's vacíos en carro de almacenamiento con grúa	●	○	⇨	□	D	▽				Ubicar grúa en sitio seguro
32.5.	Llevar carro con shell's vacíos al área de almacenamiento	●	○	⇨	□	D	▽				
33.	Cambio de cuchillas en Spiral Layer										
33.1.	Levantar protector de seguridad del Porta-Cuchillas	●	○	⇨	□	D	▽				Verificar que la máquina esté detenida
33.2.	Girar perillas para bajar base soporte del Porta-Cuchillas	●	○	⇨	□	D	▽				
33.3.	Retirar base Porta-Cuchillas	●	○	⇨	□	D	▽				
33.4.	Utilizar herramienta para liberar dados del Porta-Cuchillas	●	○	⇨	□	D	▽				Aplica para ambos Porta-Cuchillas
33.5.	Separar dados y reemplazar cuchillas requeridas	●	○	⇨	□	D	▽				Aplica para ambos Porta-Cuchillas
33.6.	Alinear cuchillas	●	○	⇨	□	D	▽				
33.7.	Utilizar herramienta para ajustar Porta-Cuchillas	●	○	⇨	□	D	▽				Verificar que dados y cuchillas estén colocados correctamente
33.8.	Montar base Porta-Cuchillas en equipo	●	○	⇨	□	D	▽				
33.9.	Girar perillas y subir Porta-Cuchillas a su posición	●	○	⇨	□	D	▽				

Figura 12: Diagrama de proceso Spiral Layer Slitter (Cont.)

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

#### 4.1.4 Generación del waste en la Spiral Layer Slitter

Por medio de la observación directa, en lo que se refiere al waste de la Spiral Layer, se determinó que éste se presenta en distintos tipos, provenientes desde el proceso de calandrado hasta su manejo en la máquina armadora. Estos defectos son:

- Hilos visibles: está sujeto al proceso de calandrado, ya que en ciertos momentos de la producción la velocidad de los rodillos de la calandra es muy alta, ocurriendo una falla en la cantidad de goma que se debe esparcir a lo largo de todo el nylon. Por lo cual al realizar el pase de la tela calandrada genera falta de skin (piel); es decir, existen zonas del material calandrado sin la capa de goma.



*Figura 13.* Hilos visibles por falta de Skin.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

- Vena por hilo desviado: En el proceso, al terminarse la torta para generar los “Shells” de Spiral, el operador debe juntar el material que queda con el de una torta nueva para no perder el enhebrado que requiere la máquina. Al no quedar alineados correctamente la cantidad de hilos de la torta anterior con la nueva, ésta hala menor cantidad de hilos quedando el resto por fuera y enrollándose sobre el Shell de manera

desproporcionada.



*Figura 14. Vena por hilo desviado.*

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

- Material adherido(rodillos): El material pegajoso se enrolla en “Shells” o cilindros en la Cameron para producir las tortas, hay ocasiones en las cuales el motor que hala el material en la Spiral Slitter no cuenta con la suficiente potencia para realizar su función y el material debe ser cortado con una cuchilla para poder seguir utilizando el cilindro.
- Velocidad de enrollado: Algunas estaciones tienen descalibrados los motores por lo que gira con mayor velocidad en ciertos puntos que en otro cuando el rollo realiza el recorrido horizontal, lo que puede generar desproporcionalidad en el rollo y problemas de adherencia.
- Manipulación: Éste problema produce como resultado fallas de adherencia del Spiral, además de daños en el skin o goma, esto por los malos métodos empleados en el manejo del material.
- Rasgado en Cameron: En éste proceso, no es estandarizada la medida del corte de la tela calandrada por lo que algunas tortas resultantes cuentan con más hilos o menos hilos que otras.
- Filo en cuchillas: Cuchillas viejas o desgastadas.

- Rigidez de las cuchillas: Al estar las cuchillas muy altas, el material pasa más cerca de la base de éstas, lugar dónde se encuentran más rígida la cuchilla, cortando el material de manera inapropiada.

- Temperatura: Altas temperaturas afectan la pegajosidad del material haciendo que se dificulte su manejo.

#### 4.1.5. Producción de Spiral vs. Waste

A medida que se fue avanzando en la descripción del proceso, se tomó en cuenta la cantidad de desperdicio de material comparado con la cantidad de material que es producido para poder analizar el comportamiento de éstas variables.

En el siguiente cuadro proporcionado por el departamento de Waste observamos la totalidad del material rechazado de Spiral en los últimos 3 meses de producción:

**Tabla 1.**

Material rechazado de Spiral Layer Slitter.

TOTAL WASTE DE SPIRAL (kg)		
Agosto	Septiembre	Octubre
887,00	280,00	419,00

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

Esta totalidad de waste, es clasificado por la empresa en dos partes, una perteneciente al borde que arroja la maquina Spiral Layer Slitter durante su proceso de producción y otro el cual es reportado por parte del área de armado del neumático radial, por lo que está contabilizado en la producción de la máquina. En el cuadro 3 observamos las cantidades de waste de los últimos meses en estudio según su clasificación:

**Tabla 2**

Clasificación de Waste Spiral Layer Slitter.

	WASTE DE SPIRAL (kg)		
	Agosto	Septiembre	Octubre
Borde Spiral Layer	681,00	232,00	357,00
Spiral Armado	206,00	48,00	62,00

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

Partiendo de lo antes mencionado podemos apreciar un cuadro que muestra el material que produce la máquina de Spiral Layer Slitter, representado en metros de material; unidad de medida utilizada en el sistema informático que maneja la empresa y a su vez la cantidad de material producida en kilos, gracias a una conversión:

**Tabla 3.**

Producción en Spiral Layer Slitter.

<b>PRODUCCIÓN DE MATERIAL SPIRAL(m)</b>		
Agosto	Septiembre	Octubre
<b>527036,00</b>	<b>447968,00</b>	<b>413701,00</b>
<b>PRODUCCIÓN DE MATERIAL SPIRAL(kg)</b>		
Agosto	Septiembre	Octubre
<b>5744,69</b>	<b>4882,85</b>	<b>4509,34</b>
<b>Cada 10.000 m de spiral equivalen a 109 kg</b>		
<b>WASTE DE MATERIAL SPIRAL(kg)</b>		
Agosto	Septiembre	Octubre
<b>681,00</b>	<b>232,00</b>	<b>357,00</b>
<b>TOTAL DE MATERIAL QUE ENTRÓ A LA MÁQUINA (Kg)</b>		
Agosto	Septiembre	Octubre
<b>6425,69</b>	<b>5114,85</b>	<b>4866,34</b>

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

Aunado a esto, en el cuadro 4 se evidencia el material que ingresa mensualmente en ella, cifra que es calculada con más precisión sumando sólo la producción de material junto a la cantidad de waste denominado Borde Spiral Layer, ya que el waste de Spiral Armado ha sido considerado en el material que resulta del proceso.

En el grafico 1 se observa la relación de waste contra lo que ingresa de material a la maquina observando que a lo largo de los meses de estudio se ingresó menos material al maquinado y presentó cierta variación en la cifra de waste pero de manera ascendente, es decir, cuando se ingresó un porcentaje menor de material más bien se incrementó la cantidad de material rechazado respectivamente como se aprecia a continuación:

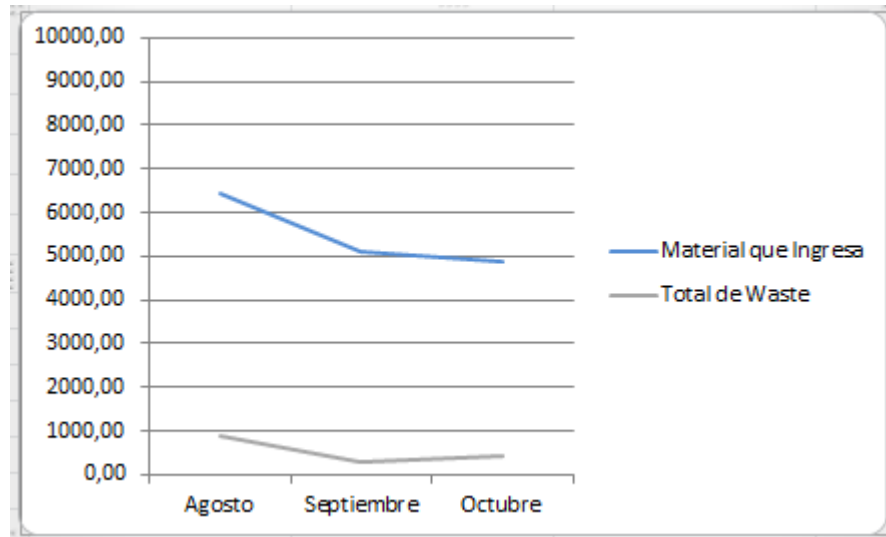


Gráfico 1: Material que ingresa vs. Total waste.

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

#### 4.1.6 Resumen de debilidades encontradas en la observación realizada

Al observar y detallar el proceso de la Spiral, se encontraron debilidades en el proceso productivo que generan waste; los siguientes puntos que se mencionan a continuación provienen de una tormenta de ideas que se realizó durante una reunión con el personal de ingenieros y operadores involucrados con el proceso, las ideas más resaltantes fueron las siguientes:

- Desorden en el área
- Cuchillas desgastadas
- Motores descalibrados en las estaciones
- Sensores en mal estado
- Shells de diferentes diámetros
- Material en mal estado
- Mal manejo de los materiales

## 4.2 Fase II: Análisis de las debilidades encontradas que generan el material waste en la máquina de Spiral.

Una vez encontradas las causas principales de la generación de waste durante el proceso, a través de la observación directa realizada en las instalaciones de las áreas en estudio, entrevistas con el personal involucrado dentro y fuera del proceso, también la revisión documental, se logró realizar una clasificación del diagrama causa-efecto en el que luego se fueron analizando cada una individualmente.

### 4.2.1. Aplicación de una Tormenta de Ideas.

La ejecución de esta técnica, sirvió para identificar cuáles son las posibles causas de las condiciones presentes en el área de preparación de materiales específicamente en la máquina de Spiral Layer Slitter, de la empresa Alice neumáticos de Venezuela C.A.

La tormenta de ideas fue desarrollada con la participación del personal que labora en el área de trabajo en estudio, todo con el fin de obtener información de primera mano para así poder realizar la investigación de forma adecuada.

De acuerdo a la información obtenida mediante esta técnica se agruparon los problemas de la siguiente manera; medio ambiente, equipo, métodos, materiales y mano de obra.

**Cuadro 2.**  
**Tormenta de Ideas**

Ítem	Respuestas
1.	Calor en el área de trabajo.
2.	Mala posición rodillo pisador.
3.	Raspador y rodillos mal ubicados.
4.	Mal funcionamiento de la máquina.
5.	Velocidad de reenrollado de los Liners para tela calandrada.
6.	Diámetro de llenado de las bobinas afecta la velocidad de enrollado.
7.	Los empates no se realizan correctamente.
8.	La altura de las cuchillas no es la adecuada.
9.	Los hilos no se cuentan de la manera más eficiente.
10.	El ancho del corte en Cameron de tela no es el adecuado.

**Cuadro 2**  
**Tormenta Ideas (Cont.)**

Ítem	Respuestas
11.	La velocidad de calandrado es muy alta.
12.	Rodillos saca arrugas en calandra.
13.	Especificación de la tela calandrada
14.	Liners para tela calandrada en mal estado
15.	El material llega con mucha pegajosidad.
16.	Revisión e inspección de los procesos.

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018).

Para realizar la tormenta de ideas se llevó a cabo una reunión con el equipo de ingenieros de la empresa de las áreas involucradas, a continuación en el cuadro 3 se observan los participantes:

**Cuadro 3.**  
**Participantes de la tormenta de ideas**

NOMBRE	CARGO	DEPARTAMENTO
ENRIQUE PEREZ	JEFE DEPARTAMENTO	ING. INDUSTRIAL
NICOLAS PIETERS	JEFE DEPARTAMENTO	WASTE
JOHNDER URDANETA	INGENIERO	ING. INDUSTRIAL
JESUS CANCHICA	INGENIERO	TÉCNICO
JOSE GALINDEZ	INGENIERO	TÉCNICO
CHRISTIAN BOLÍVAR	PASANTE DE INGENIERIA	ING. INDUSTRIAL
JUAN CARPIO	PASANTE DE INGENIERIA	PROGRAMACIÓN
ANDRIN SÁNCHEZ	OPERADOR MÁQUINA SPIRAL	CORTADORAS
ARMANDO GÓNZALEZ	OPERADOR MÁQUINA SPIRAL	CORTADORAS
JEAN CABRERA	OPERADOR MÁQUINA SPIRAL	CORTADORAS

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018).

#### **4.2.2 Resumen de Resultados de la Tormenta de Ideas de la maquina Spiral Layer Slitter.**

Con la aplicación de esta técnica bajo la ejecución de la tormenta de ideas se pudo realizar un sondeo más amplio acerca de la situación que presenta el área en estudio, puesto que estas se realizaron directamente al personal que en ella labora, también al personal encargado del área de proceso y los ingenieros que se encuentran a cargo de ella, quienes a su vez expresaron sus inquietudes y desacuerdos con las condiciones del área y de igual manera fue de utilidad para apreciar el grado de conocimiento y manejo que los mismos poseen sobre los métodos que emplean para llevar a cabo cada una de las operaciones a las que se encuentran asignados.

De la misma forma se evidenció que los operarios tienen muy buenas ideas para aportar mejoras a la situación actual que presenta el área.

De la reunión realizada las opiniones e impresiones obtenidas fueron diversas; los operarios e ingenieros hablaron acerca de las condiciones que está presentando el proceso de producción de la máquina Spiral Layer, las entrevistas fueron realizadas sin ningún formato y de forma directa y personal. En resumen se obtuvo la observación y discusión de los siguientes aspectos:

- **Calor en el área de Trabajo:** De acuerdo a los operarios al momento de realizar las operaciones presentan quejas por las fuertes temperaturas que se presentan en el proceso a lo largo del turno de trabajo, observando falta de ventilación en el área de estudio y cierta incomodidad a la hora de desplazamiento dentro del área.
- **Mala posición rodillo pisador:** A modo de ver de los operarios la línea de trabajo no se encuentra en posición adecuadamente el rodillo puesto que se realizan muchas más operaciones por este factor, lo cual suele ocasionar paradas.
- **Raspador y Rodillos en mala ubicación:** Los ingenieros consideran que no hay buena ubicación de estos sistemas que evitan la pegajosidad excesiva del producto terminado haciendo que el material no presente los parámetros establecidos.
- **Mal funcionamiento de la máquina:** Se escucharon quejas sobre el

funcionamiento de la máquina y que en ocasiones no se encuentra soluciones a la mano dentro del área, ocasionando paradas por desperfectos mecánicos.

- **Velocidad de Reenrollado de los Liners para Tela Calandrada:** Los ingenieros y el personal técnico consideran que establecer una disminución de la velocidad del reenrollado del rollo de Spiral puede ser conveniente para evitar mala sumministrazione del producto durante la fase final del proceso.

- **Diámetro de llenado de las bobinas afecta la velocidad de enrollado:** Se observa por parte del equipo técnico que el diámetro de llenado de estas bobinas es muy excesivo para la velocidad que se plantea actualmente.

- **Los empates no se realizan correctamente:** Se observó y se debatió que los operarios presentaban dificultad a la hora de realizar los empates de un rollo proveniente del proceso anterior con el que viene transitando en la maquina Spiral, de esta manera se presentan inconveniente debido al mal método de trabajo empleado por los mimos, aun así muchas de las herramientas que ellos utilizan ya no son verdaderamente útiles para el proceso.

- **Material llega con mucha pegajosidad:** Tanto los ingenieros como los operarios se encontraron de acuerdo en que el material presenta muchísima pegajosidad al finalizar el proceso de enrollado en la Spiral, lo cual hace que el material se deteriore en procesos aguas arriba cuando se le da uso en la elaboración del caucho radial.

Gracias a la realización de estas entrevistas con diferentes equipos de personas en la empresa, se lograron captar muy buenas ideas sobre cómo se podrían mejorar las condiciones del área de preparación de materiales, específicamente el proceso de Spiral, para hacerla un lugar más confortable y adecuado para el trabajo y por ende volverla más productiva.

#### **4.2.3 Clasificación de las causas encontradas mediante el diagrama causa y efecto.**

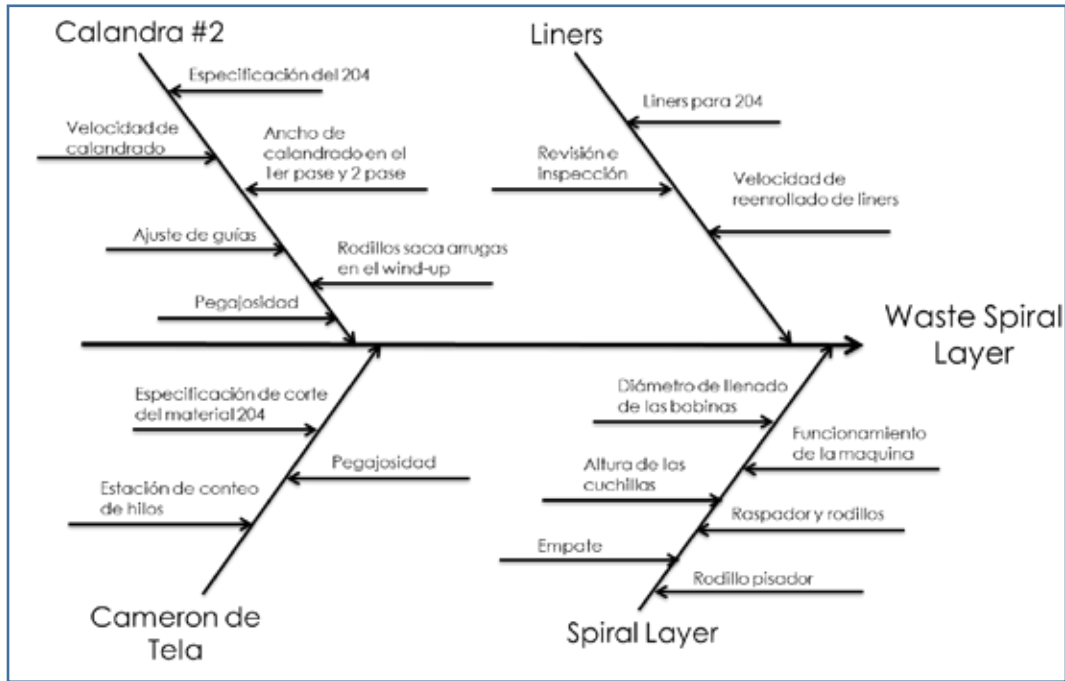


Figura 15: Diagrama Ishikawa.

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

Partiendo de que las principales causas encontradas mediante la aplicación del diagrama de Ishikawa son; velocidad de calandrado y mucha pegajosidad en el área de calandrado del material utilizado por la Spiral (Calandra #2), estación de conteo de hilos deficiente en su método de trabajo (Cameron de tela), revisión e inspección del material reenrollado luego de su rasgado (Liners), altura de las cuchillas, funcionamiento de la maquina con su raspador y distintos rodillos pisadores de material y mal empate de los rollos de material para Spiral (Spiral Layer), entonces esas mismas y entre otras requieren ser atacadas de forma inmediata para ayudar a mejorar en el área de estudio, por esa cierta razón estarán contempladas dentro del grupo de propuestas en la siguiente fase.

Calandra #2: Especificación de la clave o receta de componentes integrados para la elaboración del material calandrado no es bien manejada.

Cameron de tela: La falta de instrumentos o herramientas de precisión para el corte del material, demoran el proceso y hacen aumentar la generación de waste en procesos aguas arriba.

Liners: En el área se observa que el proceso de enrollar nuevamente el material es poco estable ya que se realiza a velocidades inadecuadas aunado a la pegajosidad del material que viene con anterioridad hace que dicho material este más deteriorado en procesos futuros.

Spiral Layer: La máquina presenta deterioro de herramientas, el diámetro del rollo una vez cortado en forma de cintas sobre las bobinas presentan dificultades a la hora de la manipulación del mismo por parte de los operadores y el empate realizado en los rollos a la hora de ingresar para ser cortado y almacenado en dichas bobinas no es preciso.

Por la anterior se toma como premisa las causas aquí descritas para ser consultadas en el método de recolección de datos y así conocer de los involucrados en las distintas fases del proceso sus impresiones de cada posible causa.

**Mediante la herramienta 5W+1H se analizará la situación actual del área:**

A continuación se procede a realizar el análisis de la información obtenida mediante la aplicación de las 5W+1H.

A partir de su aplicación se concluyó que existen altas pérdidas de material debido a los malos métodos de trabajos implementados y herramientas con deterioro y otras inhabilitadas, también se involucran los operadores del área y la falta de implementación de mejores métodos de trabajo para ellos. La información se desprendió de la sexta corrida de despliegue de costos.

#### Cuadro 4.

#### Los 5 ¿Por qué? Y un ¿Cómo?

<b>Descripción inicial</b>	Se identificaron altos niveles de desperdicio en la máquina Spiral Layer Slitter.
What? ¿Qué? ¿Sobre qué Objeto o producto se ha identificado el problema?	Altas pérdidas mensuales de material por el mal manejo de materiales y métodos aplicados.
When? ¿Cuándo? ¿Cuándo ocurre el problema?	Al momento de realizar el corte de Spiral Layer.
Where? ¿Dónde? ¿Dónde se observó el problema por primera vez?	Cifras de Waste generado de Spiral Layer.
Who? ¿Quién? ¿El problema está relacionado con las habilidades y la mano de obra?	La mano de obra debe inspeccionar adecuadamente el proceso y cumplimiento de los métodos.
Which? ¿Cuál? ¿Cuál es el patrón del problema?	Se presenta en todos los turnos de producción y de manera constante.
How? ¿Cómo? ¿Cómo se presentan las condiciones con respecto a la situación ideal?	Existen altos niveles de material perdido debido a procesos de la máquina y condiciones del material.
<b>Descripción Final</b>	De acuerdo a lo observado en la máquina se propone mejorar los métodos de trabajo y las prácticas en el manejo de materiales.

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

Para reforzar el análisis efectuado con las 5W+1H, se presenta el cuadro #, con los resultados de las 5G's.

### Cuadro 5.

#### Las 5 Etapas de la Solución de Problemas.

<b>Gen-Ba</b> Ir al sitio	Se observaron e identificaron las actividades desarrolladas la máquina Spiral Layer.
<b>Gen-Butsu</b> Examinar el objeto	Se analizaron los procesos de las estaciones de Spiral, Cameron y Calandra 2.
<b>Gen-Gitsu</b> Verificar los hechos	Se evaluaron las operaciones asignadas en las once (11) estaciones que conforman la máquina Spiral Layer y se anotaron las veces en que ocurrían los diferentes defectos de los procesos involucrados.
<b>Gen-Ri</b> Solución	Se presenta una propuesta, la cual consiste en realizar un cambio en el método de trabajo y mejoras a la máquina de Spiral, para lograr una disminución en las pérdidas mensuales asociadas a las mismas.
<b>Gen-Soku</b> Sigue el Estándar	Se evalúa el nuevo procedimiento propuesto, comprobando que la pérdida de material ha sido reducida, y los puestos de trabajo mejorados de esta manera se evitará caer en la reincidencia de los mismos, una vez logrado esto pasará a ser el nuevo Estándar.

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

Una vez aplicada la tormenta de ideas, se extrajo conjunto de la herramienta de apoyo 5W+1H, una serie de defectos que ocurren en el proceso que por medio lista de observación que arroja objetivamente la cantidad de veces que sucede un hecho durante la realización de la producción.

Se presenta a continuación la lista de observación de los defectos que ocurren con su respectiva frecuencia de ocurrencia:

**Tabla 4.**

Lista de defectos durante el proceso.

LISTA DE DEFECTOS QUE OCURREN POR	FRECUENCIA DE VECES QUE OCURRE	PORCENTAJE
Calor en el área de trabajo.	0	0,00%
Mala posición rodillo pisador.	5	6,17%
Raspador y rodillos mal ubicados.	4	4,94%
Mal funcionamiento de la máquina.	4	4,94%
Velocidad de reenrollado de los Liners para tela calandrada.	2	2,47%
Diámetro de llenado de las bobinas afecta la velocidad de enrollado.	1	1,23%
Los empates no se realizan correctamente.	10	12,35%
La altura de las cuchillas no es la adecuada.	2	2,47%
Los hilos no se cuentan de la manera más eficiente.	6	7,41%
El ancho del corte en Cameron de tela no es el adecuado.	5	6,17%
La velocidad de calandrado es muy alta.	8	9,88%
Rodillos saca arrugas en calandra.	7	8,64%
Especificación de la tela calandrada	8	9,88%
Liners para tela calandrada en mal estado	3	3,70%
El material llega con mucha pegajosidad.	8	9,88%
Revisión e inspección de los procesos.	8	9,88%
<b>TOTAL</b>	<b>81</b>	<b>100,00%</b>

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

A continuación se muestra un cuadro donde se ordenan los defectos según sea su ocurrencia, de mayor a menor para poder aplicar la técnica de Pareto.

**Tabla 5.**

Lista de defectos de mayor a menor prioridad.

ITEM	LISTA DE DEFECTOS QUE OCURREN POR	FRECUENCIA DE VECES QUE OCURRE	PORCENTAJE	SUMATORIA
A	Los empates no se realizan correctamente.	10	12,35%	12,35%
B	La velocidad de calandrado es muy alta.	8	9,88%	22,22%
C	Especificación de la tela calandrada	8	9,88%	32,10%
D	El material llega con mucha pegajosidad.	8	9,88%	41,98%
E	Revisión e inspección de los procesos.	8	9,88%	51,85%
F	Rodillos saca arrugas en calandra.	7	8,64%	60,49%
G	Los hilos no se cuentan de la manera más eficiente.	6	7,41%	67,90%
H	Mala posición rodillo pisador.	5	6,17%	74,07%
I	El ancho del corte en Cameron de tela no es el adecuado.	5	6,17%	80,25%
J	Raspador y rodillos mal ubicados.	4	4,94%	85,19%
K	Mal funcionamiento de la máquina.	4	4,94%	90,12%
L	Liners para tela calandrada en mal estado	3	3,70%	93,83%
M	Velocidad de reenrollado de los Liners para tela calandrada.	2	2,47%	96,30%
N	La altura de las cuchillas no es la adecuada.	2	2,47%	98,77%
O	Diámetro de llenado de las bobinas afecta la velocidad de enrollado.	1	1,23%	100,00%
P	Calor en el área de trabajo.	0	0,00%	

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

Las causas señaladas anteriormente permiten agrupar las causas con mayor urgencia dentro del área, por lo que se concluyó que se evaluara 9 principales causas como se puede apreciar en el gráfico de Pareto mostrado a continuación.

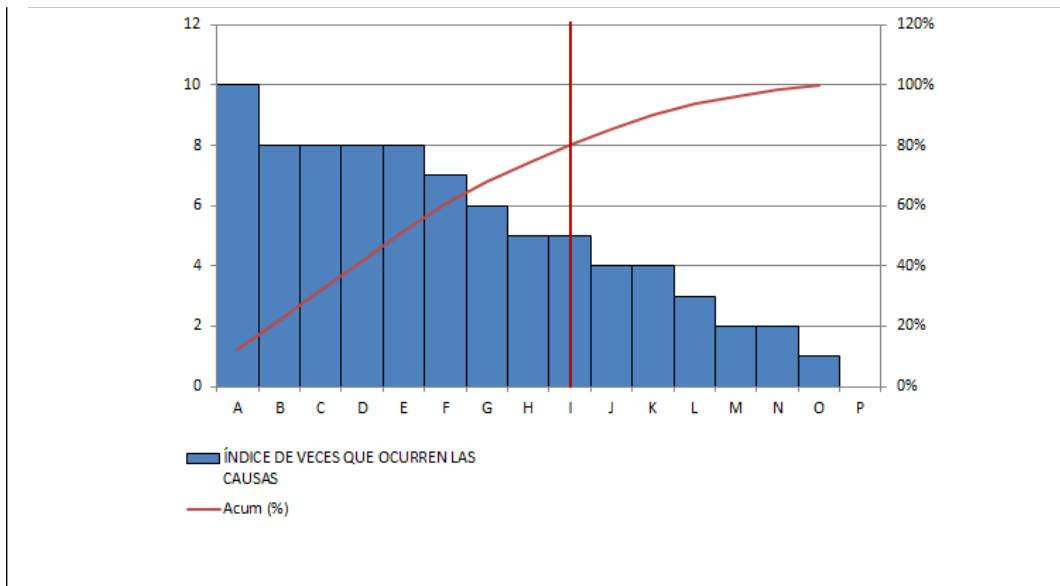


Gráfico 2: Diagrama de Pareto.  
 Autor: Bolívar, C. Carpio, J. (2018)

En el diagrama de Pareto se pueden apreciar las causas que se priorizan para la solución del problema, en donde se tomó como criterio evaluar las primeras ocho causas más relevantes que se presentan en el área de preparación de materiales.

En el siguiente cuadro podemos apreciar el significado de cada letra del diagrama de Pareto asignada a cada defecto encontrado en el proceso, para mejor entendimiento de lo descrito anteriormente.

**Cuadro 6.**  
**Lista de defectos identificadas por letra.**

ITEM	LISTA DE DEFECTOS
A	Los empates no se realizan correctamente.
B	La velocidad de calandrado es muy alta.
C	Especificación de la tela calandrada

D	El material llega con mucha pegajosidad.
---	--

**Cuadro 6.**

**Lista de defectos identificadas por letra (Cont.)**

E	Revisión e inspección de los procesos.
F	Rodillos saca arrugas en calandra.
G	Los hilos no se cuentan de la manera más eficiente.
H	Mala posición rodillo pisador.
I	El ancho del corte en Cameron de tela no es el adecuado.
J	Raspador y rodillos mal ubicados.
K	Mal funcionamiento de la máquina.
L	Liners para tela calandrada en mal estado
M	Velocidad de reenrollado de los Liners para tela calandrada.
N	La altura de las cuchillas no es la adecuada.
O	Díámetro de llenado de las bobinas afecta la velocidad de enrollado.
P	Calor en el área de trabajo.

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

Partiendo de la información antes presentada, en consecuencia, las causas mayores en las que se enfocó el análisis fueron:

- Empates de material mal realizados (A): Se apreció en la estación de trabajo que al momento de realizar el empate de un material en proceso con el nuevo material recibido de parte del operador no se realiza con precisión y muchas veces perjudica el funcionamiento de la máquina.
- Velocidad de Calandrado muy alta (B): Las actividades de calandrado realizadas para acoplar el material de forma adecuada se realizan con velocidades muy elevadas que perjudican y maltratan el material para futuras operaciones aguas arriba.
- Especificación de la tela calandrada (C): Las especificaciones de clave o componentes necesarios para la tela calandrada no se encuentra bien estandarizada.
- El material llega con mucha pegajosidad (D): Debido a que las herramientas que se encuentran en el maquinado de Spiral Layer están bastante deterioradas, los

rodillos y cepillos que permiten que el material se libere de excesiva pegajosidad es deficiente y poco efectivo; esto haciendo que el material presente problemas y no pueda ser utilizado en el área de armando del neumático.

- Revisión e inspección de los procesos (E): En el área de preparación de materiales se evidencia que no es muy eficiente la revisión constante de los procesos que componen esta gran área, entre ellas, la Spiral Layer. De manera que es necesario incrementar estas inspecciones tanto de materiales y maquinaria que están en funcionamiento durante los días de producción.

- Rodillos saca arrugas en calandra (F): Observando las distintas herramientas del área de calandrado del material para Spiral, en la máquina de calandrado el material terminado presenta muchas arrugas y es perjudicial para su uso en la de Spiral Layer.

Las causas antes mencionadas son las que requieren ser atacadas de inmediato para ayudar a la mejora del área, por dicha razón estarán contempladas dentro del grupo de propuestas en la siguiente fase.

#### **4.2.6 Resumen de las oportunidades de mejoras encontradas**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la Fase II, unas de las principales causas de las condiciones presentes en el área de preparación de materiales, es la manipulación y manejo de los materiales procesados, las herramientas obsoletas y deterioradas que los operarios deben utilizar para poder ejecutar las tareas asignadas, las velocidades del calandrado del material no están bien estandarizadas y son bastante elevadas, la falta de especificación de componentes adecuados en las estaciones generan material menos apto para un buen funcionamiento, la falta de ubicación de dispositivos. Para tratar de eliminar o reducir las causas que se determinaron en la fase II que están influyendo en las condiciones presentes en el área, se plantean las siguientes propuestas.

### **4.3 Fase III: Propuesta de un Plan de Mejoras, que permita disminuir los desperdicios y el aumento de la productividad en el área de preparación de materiales, basado en las causas analizadas.**

En vista de haber obtenido las evidencias proporcionadas por la técnica de observación en la Fase II, se planifica un conjunto de mejoras para lograr la reducción de los tiempos de producción tomando en cuenta las oportunidades de mejoras encontradas en el departamento de Cortadora de la empresa ANV. Las propuestas serán consideradas prioritariamente en el orden obtenido en la lista de observaciones, considerando la mayor cantidad de veces que inciden las causas que generan ésta.

#### **4.3.1 PROPUESTA N° 1. Implementación de método al realizar los empates de material.**

A medida que se fue desarrollando la investigación se consideró que la causa del hilo desviado o vena es producto de una mala unión en la actividad de empate que se realiza para no perder el enhebrado, ya que se juntan las tiras y luego se cortan al pasar las cuchillas, lo que hace que la primera parte hale la otra y se salga un hilo de la goma, produciéndose el defecto, por lo que se sugiere atacar la causa A del cuadro 10 cortando antes de entrar a la máquina, las tiras para enhebrar una por una con las tiras que ya pasaron por las cuchillas, haciendo más preciso el empate y obligando a tener todas la misma cantidad de hilos, es decir 6.

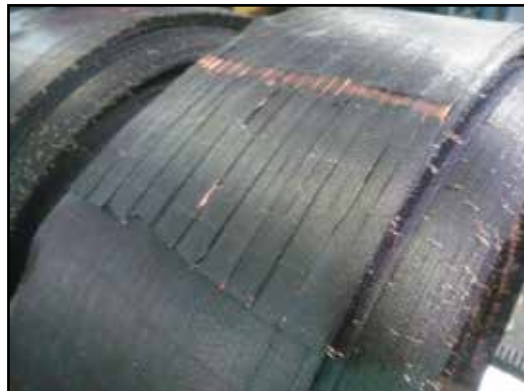
A su vez, se propone abordar la causa G el cual hace referencia al conteo de hilos ineficiente de los rollos del material para la Spiral.

En la figura 16 y 17 se muestran los resultados del método anterior utilizado por los operadores en el área en el proceso de corte con Cameron y su traslado al área donde se realizan el empate del material para el enhebrado (Spiral), donde se puede apreciar que no realiza como bien se dijo o realmente no existe un método estipulado para un conteo preciso de los hilos internos del material.

En la figura 16 se observa también la falla que tiene el material al momento de ser retirado de la bobina, esto sucede por falta de orientación en el empate de los materiales y por falta de un lugar para hacerlo adecuadamente.



*Figura 16.* Generación de Vena por falla en Método de Empate  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 17.* Hilos sueltos por falla en Método de Empate  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Se propone un nuevo método de empate que permita eliminar la causa raíz de la generación de vena de hilos sueltos durante el desenrollado de Spiral Layer en las máquinas de armado.

A continuación se muestran las herramientas propuestas para el área de empate del material en preparación de materiales entre Spiral Layer y Cameron de tela calandrada, donde actualmente este proceso presenta mayor porcentaje de

defectos diarios, el cual podrá servir como referencia para procesos similares en toda la empresa.



*Figura 18.* Puesto de Trabajo para Método de Empate  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 19.* Herramienta tipo plancha para fijar Empate del material  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 20.* Espátula de corte de material.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 21.* Plancha para empate del material.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 22.* Lupa para conteo de hilos.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Reestructuración del área entre la cámara de tela y la máquina Spiral Layer Slitter.

Primeramente se adaptó el área y se realizó la colocación de lámpara y calentador para espátula y se adiciona una nueva estructura de método de operación para este proceso:

- Colocar el carro con tortas de Spiral en la estación de conteo.
- Con la espátula caliente quitar skin de goma a una distancia de 20cm desde el inicio de la tela.
- Iniciar el conteo de hilos, comenzando desde el borde derecho hacia el izquierdo.
- Por cada seis (6) hilos se debe rasgar o cortar la tela siguiendo el hilo de manera de generar tiras para ser enhebradas por las cuchillas.
- Se deben generar once (11) tiras de doce (12) hilos, los hilos que sobren serán

sacados como borde. En caso de no tener las 11 tiras completas la tira que quede con menos de 12 hilos será el borde botado.

- Realizar este procedimiento con cada torta de Spiral.

Finalmente, luego de implementar diferentes herramientas de trabajo como bien se observan una lámina de metal de forma radial que permite hacer referencia de la cantidad de hilos y ancho del material a empatar, colocando en el área una mejor iluminación y mesa de trabajo, una lupa que permite observar el material con mejor exactitud y precisión. Hace que se evidencie una área más idónea para el proceso entre ambas maquinas, donde puede ser verificado e inspeccionado con mayor precisión y por supuesto disminuir el material rechazado por la máquina de Spiral Layer en gran cantidad.

Aunado a lo anterior señalado una vez que el material llega en buen estado para ser empataado con las tortas de Spiral en proceso, se presenta un nuevo método de trabajo en la Spiral Layer que permita realizar dicho empate y evitar la aparición de hilos sueltos en el desenrollado:



*Figura 23.* Empate de un material a otro en Spiral Layer Slitter.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 24.* Área de corte Spiral Layer Slitter.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

- Cortar la cola del material de la torta de Spiral.
- Enhebrar la tela en la máquina de Spiral.
- Cortar la punta de las tiras para separarlas y colocar el área sin skin justo al inicio de las primeras cuchillas.
- Enhebrar cada tira de 12 hilos, pasando el corte central que separa cada tira de 6 hilos por la primera cuchilla y la tira completa entre las dos cuchillas secundarias.
- Una vez completado el enhebrado bajar la pantalla protectora y rodillar los empates.
- Separar manualmente cada tira luego de pasar por las cuchillas.
- Cortar el empate en cada estación y reempatar colocando la tira que inicia por debajo de la que finaliza.

Además de las herramientas y métodos, se plantea la realización de jornadas de inspección en esta nueva área entre las máquinas involucradas, para seguir implementado el método de manera eficiente.

#### **4.3.2 PROPUESTA N° 2. Modificaciones en Calandra 2**

Para el inicio de la siguiente propuesta, se presentan causas asociadas al proceso nombrado anteriormente donde está involucrada la Calandra 2. A pesar de estar ubicado dos pasos antes del caso estudio, es fundamental que el material salga en excelentes condiciones, debido a que las mejoras no podrán ser aplicadas si el producto está defectuoso, ya que esto afecta directamente las cifras de waste de la Spiral Layer Slitter.

Por otra parte la segunda causa arrojada en la lista de defectos la cual se puede observar en el cuadro 10 y que está designada en la leyenda de la lista de causas como la causa B, fue el exceso de velocidad en los rodillos por los cuales pasa la goma para ser tratada y luego integrada con el nylon.

En cuanto a la reducción de la velocidad de los rodillos, se propone llevarla a 15m/min con el fin de que la goma pueda distribuirse proporcionalmente a lo ancho de los rodillos, pasando correctamente sobre toda la superficie del nylon, cosa contraria a lo que ocurre con la velocidad actual de 40 m/min, donde la goma pasa muy rápido y deja áreas sin material y otras con exceso. Como observamos en el cuadro 7 presentado a continuación:

**Cambio de especificación colocando parámetros de procesos que no se encontraban contemplados:**

- Velocidad de Corrida: se cambia la velocidad de corrida de 40 m/min a 15 m/min

**Cuadro 7.****Velocidad de corridas calandra 2.**

Condiciones con 40m/min	Condiciones con 15m/min
Arrugas	Disminución importante de Arruga
Falta de Skin	Sin Falta de Skin
Borde Con Goma	Borde de solo 2mm
Hilo Suelto	Sin Hilo Suelto

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

- Definición de Pre y Post-Tensión:
- Pre-tensión: 650 Kgf en ambos pases
- Post-Tensión: 750 Kgf en el 1er pase y 800 Kgf 2do pase
- Ancho de material Calandrado en el 1er pase
- Se reduce el ancho antes de la mordida de 56,5” a 55,5” de manera de obtener 57” en el material calandrado.

Por otra parte, la causa C de defectos en el material antes mencionados hace referencia a la especificación de la tela calandrada, la cual requiere las siguientes características mostradas en la figura 25 pero primero se detalla con información el sistema de pre y post tensado a continuación:

Inicialmente lo que se refiere el sistema de pre y post tensado, es básicamente un sistema que le brinda al material un estiramiento tenso en este caso del material de tela o nylon que va entre las gomas que se le aplican en el proceso de calandrado en donde está tensión es implementada por unos motores distintos o independientes a los de la calandra, que en sí poseen una velocidad en particular, donde ellos actúan en dirección contraria al recorrido de la máquina de Calandra 2, lo que permite que siempre se mantenga la tensión como bien se mencionó al momento de la aplicación de la goma en ambas caras de esta tela, con esto se logra que cuando la tela va a ingresar al sistema calandrado esta misma se mantiene completamente estirada ya que

al no estar completamente estirado en toda su extensión se presentan ondulaciones en la tela y esto hace que se generen arrugas en el calandrado.

Entre lo anterior mencionado básicamente se propuso una modificación en las velocidades de estos motores tensores se aumentó y se especificó de una manera estándar, donde anteriormente no existía un parámetro de fuerza programada en los motores sino que el mismo operador lo ajustaba según sus criterios o experiencias pero de manera más empírica. Posteriormente se evaluaron diferentes fuerzas de tensión y se determinó que con  $650\pm 50$  KgF se mantenía una mejor condición el pre tensado y  $750\pm 50$  KgF en el post tensado del primer pase y para el segundo pase las fuerzas eficientes deben ser de  $650\pm 50$  KgF en el pre tensado y  $800\pm 50$  KgF en el post tensado, para seguir su recorrido aguas arriba.

Estos rodillos pre y post tensores están ubicados antes y después de la mordida de la calandra, específicamente en la parte superior de la maquina donde se encuentra una mezzanina como se aprecia en la siguiente figura XX:

**Alice** Especificación: **CAL2003-11** Fabricante autorizado  
 Neumáticos de Venezuela C.A. Fecha: 19/10/2017 **Firestone**

SERVICIO TÉCNICO

**ESPECIFICACION DE OPERACIÓN DE CALANDRA #2**

<b>CLAVE</b>	<b>204</b>	<b>CODIGO TESS</b>	<b>CAT0002</b>
--------------	------------	--------------------	----------------

<b>UNICODE</b>	
TELA: HM100H	DH444
GOMA: RN287	

<b>PESO TOTAL (Kg/m2)</b>		
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
0.773	<b>0.833</b>	0.893

<b>P R I M E R  P A S E</b>	<b>ESPEJOR TELA+GOMA (mm)</b>		
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
	0.66	<b>0.71</b>	0.76
	<b>ESPEJOR GOMA (mm)</b>		
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
	0.30	<b>0.35</b>	0.40
	<b>ESPEJOR NYLON (mm)</b>		
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
	1.20	<b>1.30</b>	1.40
	<b>PRESION HIDRAULICA lb/in2</b>		
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
450	<b>500</b>	550	
<b>PESO (Gr/55.314cm2)</b>			
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
3.46	<b>3.79</b>	4.12	
<b>ROLL BENDING (Lbs/plg2)</b>			
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
1300	<b>1350</b>	1400	

<b>S E G U N D O  P A S E</b>	<b>ESPEJOR TOTAL (mm)</b>		
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
	0.76	<b>0.81</b>	0.86
	<b>ESPEJOR GOMA (mm)</b>		
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
	0.14	<b>0.19</b>	0.24
	<b>ESPEJOR NYLON (mm)</b>		
	MINIMO	NOMINAL	MAXIMO
	1.20	<b>1.30</b>	1.40
	<b>PRESION HIDRAULICA lb/in2</b>		
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
800	<b>850</b>	900	
<b>PESO (Gr/55.314cm2)</b>			
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
4.76	<b>5.09</b>	5.42	
<b>ROLL BENDING (Lbs/plg2)</b>			
MINIMO	NOMINAL	MAXIMO	
1300	<b>1350</b>	1400	

<b>PERFORADOR</b>	
<b>P. BREAKER</b>	
<b>Raspador Superior</b>	
<b>Raspador Inferior</b>	



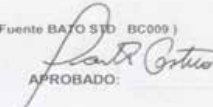
1er PASE	2do PASE
NO	NO
NO	SI
NO	SI
NO	SI

CANCELA: CAL2003-9

MOTIVO: Ajuste de Presión Hidraulica 1er Pase de 400 a 500 y 2do Pase de 1.000 a 850 lb/in<sup>2</sup>

**OBSERVACIONES:**

- 1-) ANCHO DE TELA ORIGINAL A LA MORDIDA: TODAS LAS CLAVES SE CALANDRARAN A  $57 \pm 1/2$  DE PULGADAS (1448 mm)
- 2-) IDENTIFICAR TODAS LAS CLAVES SOLO EN EL 1er PASE
- 3-) PRE-TENSION ESPECIFICADA = 500 Kgrs; TOLERANCIA MAXIMA 1134 Kgrs.
- 4-) POST-TENSION = 375 Kgrs, TOLERANCIA MAXIMA 850 Kgrs
- 5-) Espesores solo como referencia / PESO X M2 USAR COMO CRITERIO DE LIBERACION (Fuente BATO STD BC009)

EMITIDO:  REVISADO:  APROBADO: 

Ed. 000001 - 01/07/2018

Figura 25. Especificación de operación calandra 2.  
 Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018)

Debido a esto, se propone un cambio en el proceso de calandrado aplicando más tensión a la tela que está antes de pasar por los rodillos de la calandra, posición denominada pre tensión, donde se aplica una fuerza a la tela de  $650 \text{ Kgf} \pm 50 \text{ Kgf}$  y una tensión posterior a los rodillos de  $750 \text{ Kgf} \pm 50 \text{ Kgf}$ , llamada post tensión. La figura 26 hace referencia a la especificación propuesta.

Alice Especificación: CAL2003-12 Fabricante autorizada  
 Neumáticos de Venezuela C.A. Fecha: 27/08/2018 Firestone  
 SERVICIO TÉCNICO

### ESPECIFICACION DE OPERACIÓN DE CALANDRA #2

**CLAVE 204**      **CODIGO TESS CAT0002**

UNICODE			
TELA:	HM100H	DH444	
GOMA:	RN287		

PESO TOTAL (Kg/m <sup>2</sup> )		
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
0,773	<b>0,833</b>	0,893

<b>P R I M E R  P A S E</b>	ESPESOR TELA+GOMA (mm)		
	MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
	0,65	<b>0,71</b>	0,76
	ESPESOR GOMA (mm)		
	MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
	0,30	<b>0,35</b>	0,40
	ESPESOR NYLON (mm)		
	MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
	1,20	<b>1,30</b>	1,40
	PRESION HIDRAULICA lb/in <sup>2</sup>		
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
450	<b>500</b>	550	
PESO (Gr/55.314cm <sup>2</sup> )			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
3,46	<b>3,79</b>	4,12	
ROLL BENDING (Lbs/plg <sup>2</sup> )			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
1300	<b>1350</b>	1400	
PRE-TENSION (Kgr)			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
600	<b>650</b>	700	
POST-TENSION (Kgr)			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
700	<b>750</b>	800	

<b>S E G U N D O  P A S E</b>	ESPESOR TOTAL (mm)		
	MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
	0,75	<b>0,81</b>	0,85
	ESPESOR GOMA (mm)		
	MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
	0,14	<b>0,19</b>	0,24
	ESPESOR NYLON (mm)		
	MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
	1,20	<b>1,30</b>	1,40
	PRESION HIDRAULICA lb/in <sup>2</sup>		
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
800	<b>850</b>	900	
PESO (Gr/55.314cm <sup>2</sup> )			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
4,76	<b>5,09</b>	5,42	
ROLL BENDING (Lbs/plg <sup>2</sup> )			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
1300	<b>1350</b>	1400	
PRE-TENSION (Kgr)			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
600	<b>650</b>	700	
POST-TENSION (Kgr)			
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO	
750	<b>800</b>	850	

ANCHO DE TELA ORIGINAL ANTES DE LA MORDIDA (PULG)		
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
55 1/4	55 1/2	55 3/4

ANCHO DE TELA CALANDRARA (PULG)		
MÍNIMO	NOMINAL	MÁXIMO
56 3/4	57	57 1/4

Velocidad de Línea = 15 m/min Reduciendo a 3 m/min en los cambios de pase y empates

Perforador P. Breaker Raspador Superior Raspador Inferior Identificación de clave	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th>1er PASE</th> <th>2do PASE</th> <th>Datos adicionales</th> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>NO</td> <td>Presión: 60 PSI</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>SI</td> <td>Presión: 70 PSI</td> </tr> <tr> <td>NO</td> <td>SI</td> <td>Observar que el tamaño de los cables sea el mismo para el tamaño uniforme</td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>SI</td> <td></td> </tr> <tr> <td>SI</td> <td>NO</td> <td></td> </tr> </table>	1er PASE	2do PASE	Datos adicionales	NO	NO	Presión: 60 PSI	NO	SI	Presión: 70 PSI	NO	SI	Observar que el tamaño de los cables sea el mismo para el tamaño uniforme	SI	SI		SI	NO	
1er PASE	2do PASE	Datos adicionales																	
NO	NO	Presión: 60 PSI																	
NO	SI	Presión: 70 PSI																	
NO	SI	Observar que el tamaño de los cables sea el mismo para el tamaño uniforme																	
SI	SI																		
SI	NO																		

CANCELA: CAL2003-11

MOTIVO: Especificación parametros de procesos

**OBSERVACIONES:**  
 3-ESPESORES SOLO COMO REFERENCIA / PESO X M2 USAR COMO CRITERIO DE LIBERACION (Fuente BATO STD. BC000)

EMITIDO: *caleda*      REVISADO:      APROBADO:

Cod. EST-AR-01 / v. 2.0

Figura 26. Propuesta de especificación de operación calandra 2.  
 Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Aunado a ésta medida que mejora el problema de la tela arrugada, se propone colocar unos rodillos saca arrugas en la máquina que estiran el nylon y permiten obtener una tela calandrada con hilos más derechos, reduciendo el defecto de la misma y aprovechando al máximo este material, respondiendo a la causa E. En la figura, mostrada a continuación, se aprecian los rodillos saca arrugas que serán utilizados en la máquina.



*Figura 27.* Rodillos saca arrugas para Liners.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Estos rodillos saca arrugas están ubicados en el mismo proceso de calandrado pero finalizando las operaciones de bobinado de la misma, es decir ellas están diseñadas para almacenar el material de una manera eficaz y adecuada, en donde este material procesado por la calandra forma parte de futuras operaciones aguas arriba (Spiral) y es almacenado en bobinas con pliegues de tela de separación llamado Liners. Estos rodillos permiten que los Liners estén preparados y perfectamente lisos para recibir el material ejecutado por la máquina y de esta manera la tela calandrada es recogida en mucho mejor estado.

También se pudo observar que dichos Liners presentaban mucho deterioro lo cual se puede apreciar en la figura 28 haciendo difícil el bobinado sin imperfecciones como arrugas y entre otros:



*Figura 28.* Liners para Calandra.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

Por lo que se tomó en cuenta la adquisición de nuevos Liners para beneficiar o bien dicho erradicar los defectos en el proceso en estudio. Dónde:

- Se Asignan Liners exclusivos para el uso de la clave 204
- 5 Liners de 325 metros completados, reparados e identificados.
- Aun por completar 3 Liners de 325 metros y 2 de 650 metros para el primer pase.
- Identificadores de Liners SolP 10026422.
- Cambio de la velocidad de la reenrolladora de Liners de la calandra #2



*Figura 29.* Liners para Calandra propuesto en buen estado.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

#### **4.3.3. PROPUESTA N°3. Reducción de pegajosidad en el material de Spiral.**

Gracias al desarrollo aplicado en la fase anterior se puede deducir que atacando la causa D del caso estudio, aplicando métodos para reducir la pegajosidad del material desde el proceso de la Calandra hasta el corte en la Spiral Layer, se puede disminuir el índice de desperdicio en un 10%.

La propuesta está enfocada en la máquina en estudio directamente, aunque en la Cameron el material luego de ser rasgado entra en contacto una capa sobre otra en las tortas, en la Spiral Layer existe una tensión superior denominada lazo de tiro que es provocada por los motores individuales de cada estación.

Esto se determinó tomando una medición en la velocidad de giro de cada estación como observamos a continuación:

**Velocidad de giro (RPM) de la estación de acuerdo de a la posición del potenciómetro:**

**Tabla 6.**

Velocidad de giro por estación de Spiral Layer Slitter.

Estación/ Posición del potenciómetro	65	60	55	50	45	40	35	Observación
1	153,3	142,9	129,1	94,91	48,33	0		
2	149,8	139,8	123,3	100,1	60,79	0		
3	166,6	157,1	142	118,7	89,67	20,289	0	
4	157,9	146,7	124,1	103,3	49,62	0		Eje Torcido
5	171,7	162,2	149,8	129	99,7	46,201		Eje Torcido
6	172,8	159	146,6	125,7	92,02	0		
7	181,8	173,2	160,9	143	99,54	53,04	0	Eje Torcido
8	162,2	153,2	138,1	118,8	74,01	0		
9	173,3	168,9	156,2	134,9	100,9	56,003	0	
10	170,1	159,3	151,6	141	125,8	111,32	99,09	
11	<b>Potenciómetro no regula</b>							

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

En la tabla se puede apreciar la velocidad de giro de cada estación medida por un potenciómetro eléctrico con el cual se hicieron mediciones con el fin de conocer las velocidades de cada estación para poder estandarizar cada bobinado de Spiral, ya que haciéndolo se logra mantener la tensión del material pareja y una disminución de la pegajosidad en toda su extensión procesada, de esta manera manteniendo las revoluciones en una velocidad estándar.

**Tabla 7.**

RPM y diámetro por estación de Spiral Layer Slitter.

Estación	D (cm)	RPM	VL	D (cm)	RPM	VL	D (cm)	RPM	VL	D (cm)	RPM	VL
1	22	43,3	29,9	26	39,5	32,3	30	30,4	28,7	33	34	35,2
2	22	46	31,8	29	39,8	36,3	30	31	29,2			0,0
3	22	46	31,8	26	42	34,3	30	30,6	28,8			0,0
4	22	46,5	32,1	26	37	30,2	31	31	30,2	34	27	28,8
5	22	46	31,8	26	43	35,1	32	29,7	29,9	35	29,7	32,7
6	23	43	31,1	26	39	31,9	32	30	30,2	34	33	35,2
7	23	44,6	32,2	27	39	33,1	32	32,5	32,7	35	27,7	30,5
8	24	45,6	34,4	27	33	28,0	33	34,5	35,8	35	28,3	31,1
9	24	45,6	34,4	28	33,8	29,7	32	31	31,2	35	30	33,0
10	24	40	30,2	28	34	29,9	32	30	30,2			0,0
11	24	40	30,2	28	35,5	31,2	31	29,6	28,8			0,0

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

A medida que la bobina hace girar el eje, el Shell dispuesto para contener el material comienza a llenarse de manera progresiva, aumentando a su vez la velocidad de giro, con la finalidad de dejar distribuido el material de la mejor manera posible según vaya aumentando el diámetro, evitando disparidad en la superficie de Spiral.

Lo que se busca con esta medición es determinar el estado de los motores y sus controladores electrónicos para poder ajustar las velocidades a una estandarización que permita que las tiras sean templadas con el mismo torque para poder disminuir la fuerza con que se une una tira del material con otra.

Posteriormente se une en la propuesta una de las causas que también se refleja en la pegajosidad del material y es la mala posición del rodillo pisador en la Spiral que va junto al rodillo motriz, el cual se debe fijar más cerca al paso del material. Acá en la figura 30 podemos observar cómo se propone colocar el rodillo:



*Figura 30.* Rodillo pisador de Spiral Layer Slitter.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

A su vez, se desea aplicar un cepillo pisador que elimine la pegajosidad del material para evitar lo más posible que el material presente defectos en el área de armado, donde, luego de ser bobinado en la Spiral requiere ser desenrollado posteriormente y esta vez, sin ningún material de por medio como el Liners por ejemplo.



*Figura 31.* Cepillo pisador de Spiral Layer Slitter.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

También es importante destacar que el bobinado de los rollos de Spiral es importante el diámetro con el cual se realizan estos trabajos por estación, ya que a mayor cantidad de material, mayor diámetro indudablemente, y esto perjudica y afecta en la pegajosidad del material a la hora del desenrollado del mismo, porque el material que está más hacia la parte interna del diámetro del bobinado recibe mayor peso por el material que se encuentra al exterior del diámetro de la bobina, haciendo que a mitad del desenrollado en el área de armado el material presente defectos de Skin(Piel), por cierta razón se propuso un freno en cada estación que permita detener el bobinado a un cierto criterio de llenado diametralmente hablando. Donde tenemos:

- Colocación de tope para limitar llenado de Shell pasando de 44cm de diámetro a 36cm de diámetro.
- Regulación de altura de cuchillas: De forma de evitar el rasgado del material, produciendo hilos visibles y acumulación de pelotas de goma.
- Estudio de funcionamiento de potenciómetros de cada estación.
- Velocidad/Tensión
- Análisis de velocidades de llenado dependiendo del diámetro.

- Método de empate de tiras



*Figura 32.* Freno de bobinado de Spiral Layer Slitter.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).



*Figura 33.* Freno de bobinado de Spiral Layer Slitter.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

#### **4.3.4 PROPUESTA N°4 Revisión e inspección de los procesos**

Durante el desarrollo de la investigación del caso estudio se observó que el inspector que labora en el área de preparación de materiales, no posee ni sigue una secuencia estandarizada de verificación adecuada del proceso de Spiral Layer Slitter y sus procesos posteriores que influyen directamente en el maquinado, por lo que muchas de las tareas de seguimiento de calidad, reportes de diseño y otras observaciones de estos procesos dejan de hacerse, lo que genera que se encuentren fallas y por lo tanto se presentan desperdicios de material elevados en los mismos, también pérdidas de tiempo entre otras.

Por lo que sugiere elaborar un manual de reportes que permita identificar los pasos y actividades añadidas recientemente en los procesos.

En la figura 34 se puede observar el diseño de una hoja de reportes desde el proceso anterior a la Spiral (Cameron) hasta la misma, involucrando las actividades nuevas implementadas entre ambos procesos.

Una vez que se adapte esta hoja de reportes se pueden evitar en gran cantidad fallas, defectos y waste entre ambas maquinas. Este formato deberá ser llenado y entregado semanal posterior a cada jornada semanal de producción que consta de 3 días por semana en la empresa, en donde colocara la fecha, estado de las herramientas en uso, condiciones reportadas y las observaciones del material ejecutado según su respectivo turno, al final del formato deberá colocar la firma para validación del mismo. Por lo que la implementación de este formato de inspección será incluida como una actividad clave entre estos procesos del área de preparación de materiales. (Ver Anexo B)

#### **4.3.5 PROPUESTA N°5. Medición de ancho de rasgado en Cameron de Tela.**

De acuerdo a lo obtenido en la Fase II, una de las causas que influye en el desperdicio, es el ancho de las tortas, producto del rasgado en la Cameron que luego inician en el proceso de la Spiral Layer, máquina caso estudio. Inicialmente, estas no contaban con un estándar en la magnitud de su ancho, sino que se rasgaban con una distancia aproximada según la cantidad de hilos, es decir, se contaban 11 tiras de 12 hilos, dando un total de 132 hilos más 8 que se utilizaban para poder ser cortadas en la Spiral las tiras de los bordes sin afectar el corte en los extremos.

Lo que se propone para mejorar ésta actividad, es modificar la mordida en la Calandra 2 para reducir el ancho del material calandrado y así obtener un rollo de 57'' con hilos más juntos para que en la torta de Spiral se aproveche más el material y se reduzca el desperdicio de los bordes. Adicionalmente se propone medir con una cinta métrica, el ancho de la torta, tomando en cuenta que cada hilo ocupa 1 mm en promedio luego de modificar la mordida de la Calandra, ya que anteriormente

existían menos hilos ocupando más espacio a lo ancho. Se consideró también que con dejar 6 hilos extras para el corte en vez de 8, para aprovechar al máximo el material, dando como resultado una medición de 136 mm por torta. En la figura 34, mostrada a continuación se observa al operador tomando medidas para su posterior rasgado:



*Figura 34.* Método de corte en Cameron de goma.

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

En la siguiente figura, se observa la máquina Cameron en funcionamiento rasgando las tortas a medidas:



*Figura 35.* Material cortado de Cameron de goma.  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A (2018).

#### **4.4 Fase IV. Evaluación de factibilidad económica de la propuesta.**

En esta última fase de la investigación realizada, se efectuó un estudio de la factibilidad económica, en donde, se detallan los requerimientos para la realización de las mejoras propuestas.

Costo total de las mejoras y herramientas implementadas en los procesos productivos:

En esta sección se presenta la sumatoria de los costos unitarios de cada mejora empleada que requiera inversión directa, representando así un total aproximado de 366,00 \$(dólares) y se detallan a continuación:

Se generaliza los materiales y herramientas implementadas y adicionadas en las propuestas expuestas por orden cronológico:

- Propuesta 1: Mesa de trabajo, plancha, espátula, lupa, iluminación de la lupa, cuchillas.
- Propuesta 2: Rodillos saca arrugas, Liners
- Propuesta 3: Rodillo pisador, cepillo pisador, freno de bobinas
- Propuesta 5: Cintas para medir material de Cameron.

**Tabla 8.**

Inversión en el proceso de Spiral Layer Slitter.

Descripción	Cantidad	Costo unitario (\$)	Inversión asociada(\$)
Mesa de trabajo	1	20,00	20,00
Plancha	1	5,00	5,00
Espátula	1	5,00	5,00
Lupa	1	10,00	10,00
Iluminación	1	15,00	15,00
Rodillo saca arrugas	3	60,00	180,00
Liners	6	14,00	84,00
Ajuste de rodillo pisador	1	5,00	5,00
Cepillo pisador	1	20,00	20,00
Freno de bobinas	11	2,00	22,00
		<b>TOTAL</b>	<b>366,00</b>

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

A continuación se observa la tabla XX donde se muestran los costos unitarios de cada material para poder realizar la tela calandrada 204. Ésta se compone de goma y nylon, por lo que podremos conseguir dos tipos de goma, la RN287 y la RN281.

**Tabla 9.**

Componentes de Spiral Layer Slitter.

N° COMPONENTES	TEXTO BREVE-OBJETO	\$/KG
RN287		
WN043	RETARDANTE N-CICLOHEXILTIO-PTHALAMIDA	9,28
WF239	ACELERANTE BENZOTIAZIL DISULFIDE	3,83
WF057	ACELERANTE TBBS	5,53
RE079	AZUFRE INSOLUBLE	4,57
WM422	ANTIOXIDANTE TRIMETILDIHIDROQUINOLINA	2,89
WL013	ACIDO ESTEARICO ACTIVADOR VULCANIZACION	1,75
RL010	OXIDO DE ZINC	3,07
TB037	GOMA SINTETICA	3,04
WH023	NEGRO DE HUMO N330	1,90
WS019	ACEITE NAFTENICO (HR TUFFLO 150)	1,25
TA061	GOMA NATURAL TC20	2,35
RN281		
WM422	ANTIOXIDANTE TRIMETILDIHIDROQUINOLINA	2,89
WL013	ACIDO ESTEARICO ACTIVADOR VULCANIZACION	1,75
RL010	OXIDO DE ZINC	3,07
TB037	GOMA SINTETICA	3,04
WH023	NEGRO DE HUMO N330	1,90
WS019	ACEITE NAFTENICO (HR TUFFLO 150)	1,25
TA061	GOMA NATURAL TC20	2,35
DH444	NYLON 66 (1260/2 DENIER) / HG10	7,26

**Autor:** Bolívar, C. Carpio, J (2018)

De los costos antes suministrados, se obtiene un valor por kilogramo del material que resulta de la materia prima tomando en cuenta su proporción o porcentaje respectivamente, información que es de tipo confidencial. El valor de un kilogramo del material de Spiral es de 6,05\$, lo que nos lleva a obtener la siguiente información de los meses en estudio, tal y como muestra la tabla XX donde se aprecia el costo que tiene el waste para ese periodo de tiempo.

**Tabla 10.**

Waste de material Spiral (Kg)

	WASTE DE SPIRAL (kg)		
	Agosto	Septiembre	Octubre
<b>Borde Spiral Layer</b>	681,00	232,00	357,00
<b>Spiral Armado</b>	206,00	48,00	62,00
<b>TOTAL</b>	887,00	280,00	419,00
<b>COSTO WASTE (\$)</b>	5366,35	1694,00	2534,95

**Fuente:** Bolívar, Carpio (2018).

Se puede apreciar que el mes que más contabiliza pérdidas es Agosto con un total de 5.366,35\$.

Adicionalmente se muestra la tabla XX dónde se muestra el costo de toda la producción que se obtuvo en los meses ya mencionados:

**Tabla 11.**

Material ingresado en el proceso (Kg)

INGRESO A MÁQUINA (Kg)	Agosto	Septiembre	Octubre
	6425,69	5114,85	4866,34
<b>COSTO SPIRAL (\$)</b>	38875,44	30944,85	29441,36

**Fuente:** Bolívar, Carpio (2018).

Aunado a esto, si al material que se pierde, es decir el total de waste mostrado en la tabla XX, se le descuenta al material que ingresa, obtenemos el material efectivo. Utilizando la ecuación 1 podemos plasmar lo que sería el material efectivo:

$$\text{Ec1: Material que Ingresas} - \text{Material Waste} = \text{Material Efectivo}$$

Ejemplo de cálculo Material Efectivo de Agosto:

$$\text{Mea} = \text{Mia} - \text{Mwa}$$

$$\text{Mea} = 6425,69 \text{ Kg} - 887,00 \text{ Kg}$$

$$\text{Mea} = 5538,69 \text{ Kg}$$

Siendo:

- Mea: Material Efectivo Agosto
- Mia: Material que Ingresas Agosto
- Mwa: Material Waste Agosto

Una vez calculadas las cantidades por cada mes en estudio y sumarlas, obtenemos como resultado un total de 14820,88 Kg para todo el periodo.

Al obtener las cantidades de material efectivo sólo debemos multiplicar esos Kg de material por nuestro índice de costo de \$/Kg que es igual a 6,05\$/Kg y obtenemos la información del cuadro XX a continuación:

**Tabla 12.**

Material Efectivo del proceso (Kg)

MATERIAL EFECTIVO (Kg)		
Agosto	Septiembre	Octubre
5538,69	4834,85	4447,34
COSTO MATERIAL (\$)		
33509,09	29250,85	26906,41

Fuente: Bolívar, Carpio (2018).

**Ec2: Costo del Material Efectivo = Material Efectivo x Índice de Costo**

Ejemplo de cálculo costo del material efectivo Agosto:

$$C_{mea} = Mea \times Ic$$

$$C_{mea} = 5538,69 \text{ Kg} \times 6,05 \text{ \$/Kg}$$

$$C_{mea} = 33.509,09 \text{ \$}$$

Siendo:

- C<sub>mea</sub>: Costo del Material Efectivo Agosto
- Mea: Material Efectivo Agosto
- Ic: índice de Costo

Por otra parte, considerando que se implementan las mejoras de las causas principales señaladas en la tabla de observaciones de frecuencia, se obtiene un estimado de mejorar por lo menos en un 60%, las cifras del desperdicio y por ende, una reducción en los costos asociada al 60% tal y como se muestra en la tabla XX, donde se sustrae al costo inicial del waste total, el costo del waste luego de la mejora.

**Tabla 13.**

Waste con aplicación de mejoras (Kg)

WASTE CON MEJORAR 60% (Kg)		
354,80	112,00	167,60
WASTE CON MEJORAR 60% (\$)		
2146,54	677,60	1013,98
REDUCCIÓN DE COSTO (\$)		
3219,81	1016,40	1520,97

Fuente: Bolívar, Carpio (2018).

Prosiguiendo con estos datos, para la evaluación del beneficio que otorga ésta mejora a la organización, se muestran en el cuadro XX la proyección del total de material efectivo que se pudo haber obtenido si se hubiesen aplicado las propuestas en dicho periodo:

**Tabla 14.**

Total de material efectivo (Kg)

<b>MATERIAL QUE INGRESA A LA MÁQUINA (kg)</b>		
<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
6425,69	5114,85	4866,34
<b>WASTE CON MEJORAR 60% (Kg)</b>		
<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
354,80	112,00	167,60
<b>MATERIAL EFECTIVO DESPUÉS DE LAS MEJORAS (kg)</b>		
<b>Agosto</b>	<b>Septiembre</b>	<b>Octubre</b>
6070,89	5002,85	4698,74
<b>TOTAL DE MATERIAL EFECTIVO (kg)</b>		
15772,48		

**Fuente:** Bolívar, Carpio (2018)

De acuerdo a ésta cifra, se entiende que la diferencia entre el material efectivo de la propuesta y el material efectivo que logró Producción en el lapso de tiempo en estudio es de 951,60 Kg, arrojando como resultado, luego de multiplicarlos por el índice, un total de 5.757,18 \$ que pueden ser aprovechados por la organización.

Si a éste monto aprovechable, le reducimos los costos de las herramientas y materiales adicionales al proceso que se deben aplicar, es decir, 366,00 dólares, resulta un valor de beneficio neto de 5.391,18 \$.

## CONCLUSIONES

Luego de concluir con el desarrollo de este proyecto de investigación que tuvo como objetivo general, “Proponer un plan de mejoras en la maquina Spiral Layer Slitter de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A., para la disminución de desperdicios que contribuyan con el aumento de la productividad y rendimiento de la materia prima”, se obtuvieron las siguientes conclusiones.

En la fase del diagnóstico usando las técnicas de observación directa y los diagramas de proceso de la máquina caso estudio, se pudo conocer el estado en el que realmente se encuentra el área. La recolección de datos se hizo por medio de los registros internos que posee la empresa lo que representa datos confiables y precisos para hacer un análisis exitoso. Mediante el desarrollo de la Fase II, con la aplicación de la tormenta de ideas, el diagrama de Ishikawa y la técnica 5W+1H, se pudo determinar cuáles eran las causas que generan las condiciones presentes dentro del área.

Con el fin de reducir el desperdicio de la máquina SPIRAL LAYER SLITTER en la empresa ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A., se plantearon una serie de propuestas para reducir el impacto que tienen en la situación problemática, aplicando mejoras al proceso en estudio y procesos previos al mismo, mejorando la calidad del material y actualizando las instrucciones sobre los nuevos métodos de trabajo para que los operarios.

En tal sentido, y para solventar las necesidades detectadas, se planteó por medio de la fase III, la aplicación de la propuesta para corregir la problemática existente y de esta manera dar lugar a mejoras en el aprovechamiento del material Spiral Layer, que a su vez trae como consecuencia un aprovechamiento de los recursos asociados, además de un beneficio de 5.391,18\$ disponibles para uso de la empresa.

## **RECOMENDACIONES**

Dentro de las recomendaciones generales que se pueden ofrecer, se encuentran:

- Implementar las Propuestas, para que el efecto de las mejoras sea el deseado.
- Capacitar al personal en la realización de las operaciones.
- Supervisar el método de trabajo y las herramientas utilizadas en el proceso.
- Mantener la motivación desde los niveles gerenciales hasta los niveles subalternos reconociendo el valor individual de las personas y promoviendo el trabajo en equipo.
- Estandarizar la cantidad de los materiales en proceso según su tipo, independientemente de la máquina que lo produzca para facilitar la toma de inventario.
- Una vez implementadas las mejoras hacer seguimiento a las mismas para asegurar su desarrollo continuo.
- Aunado a esto, se recomienda expandir la mejora a otros procesos similares que se llevan a cabo en planta donde se puedan implementar las herramientas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amaya, O. (2011): **WorldClassManufacturing: Esquema y aplicación práctica de un problema o situación, Chrysler de Venezuela. (2ª Rev)**. Recuperado el 27 de Mayo de 2014, de la base de datos de Chrysler de Venezuela L.L.C.

Arias, F. (2006): **El proyecto de la investigación**, Epítima. Caracas Venezuela.

Arnal, J. y Latorre A. (1994) (2003): **Investigación educativa**. Fundamentos y metodología. Editorial LABOR, S.A. Barcelona, España.

Balbo, J. (2005): **Guía práctica para la investigación sin traumas**. Editorial Feunet. San Cristóbal, Edo. Táchira- Venezuela.

Balestrini, M. (2008): **Cómo se Elabora el Proyecto de Investigación** (8vo. ed.). Editorial B.L Consultores Asociados. Caracas - Venezuela.

Besterfield, D. (2009): **Control de Calidad**. Octava edición. México.

Burgos, F. (2012): **Ingeniería de métodos**. Calidad y productividad. (Maracay. Venezuela: Universidad de Carabobo.

Chase, Jacobs (2001): **Administración de Producción y Operaciones**. México: McGraw-Hill / Interamericana.

Chrysler de Venezuela L.L.C. (2014): **Manufactura de Clase Mundial WCM**. Valencia, Venezuela.

Díaz, Alfredo (2011): **Manufactura de clase mundial se aplica en Venezuela**. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.guia.com.ve/noti/75299/manufactura-de-clase-mundial-se-aplica-en-Venezuela>. [Consulta 2014].

Duffuaa, S. Raouf, A. Dixion, C. (2002): **Sistemas de Mantenimiento planeación y control**. LimusaWiley. México.

Falconi, Vicente (1992): **Control de calidad total: Al estilo japonés**. Brasil: Universidad Federal de Minas Gerais.

Fonseca, E. (2002): **Elementos de una empresa eficiente**. [Documento en línea]. Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/emprededora/articulos/17/segindustrial.htm>. [Consulta 2014, Mayo 3].

- Hernández, R (2003): **Métodos de la investigación, Investigación estadística.** Editorial Mc Graw Hill: México, D.F.
- Hurtado y Toro (2001): **Método de la Investigación Científica.** Editorial Mc Graw Hill. Bogotá Colombia.
- Imai, M (1998): **Como implementar el kaizen en el sitio de trabajo.** México D.F., México: Editorial Mc Graw Hill.
- Lira, J. (2009):**Justo a tiempo.** Instituto tecnológico de San Andrés. Tuxtla.  
Recuperado el 14 de Mayo de 2014, de  
<http://www.scribd.com/doc/55983804/Filosofia-Justo-A-Tiempo>.
- Palella y Martins (2006): **Metodología de la Investigación Cuantitativa.** Fondo Editorial de la Universidad Experimental Libertador Caracas.
- Pineda, D (1999): **Metodología de la Investigación.** Editorial. Océano. Madrid- España.
- Roosevelt (2000): **El muestreo censal.** Editorial librería destino. Caracas.
- Salazar, Bryan (2011): Balanceo de línea [Documento en línea]. Disponible en: ingenierosindustriales.jimdo.com/herramientas-para-elingenieroindustrial/producción/balanceo-de-línea/. [Consulta: 2013, Noviembre 8].
- Sánchez, V (2001): **Manufactura de clase mundial – Aplicación.** Recuperado el 25 de mayo del 2014 de,  
[http://www.sapiens.com/castellano/articulos.nsf/Producci%C3%B3n/Manufactura\\_de\\_clase\\_mundial\\_Aplicaci%C3%B3n/D95D767F91AD07B841256AAA005C8772!opendocument](http://www.sapiens.com/castellano/articulos.nsf/Producci%C3%B3n/Manufactura_de_clase_mundial_Aplicaci%C3%B3n/D95D767F91AD07B841256AAA005C8772!opendocument).
- Sabino (2002): **El Proceso de Investigación.** Editorial Panapo. Caracas.
- Tamayo y Tamayo (2003): **Proceso de Investigación Científica** (4edición) Editorial Lumisa Noriega.
- Toyota. (2014): **Desperdicio.**Recuperado 12 de Junio de 2014, de  
<http://bpa.peru.v.com/base-toyota>.
- Yamashina, H. (2008): **Métodos y herramientas del sistema de producción automotriz del grupo Fiat (Documento Corporativo).**México D.F., México

# ANEXO

**ANEXO A**  
**Guía de Observación**



**Departamento:**

---

**Realizado**

**por:**

---

**Supervisado**

**por:**

---

<b>Proceso</b>	<b>Tarea</b>	<b>Observación</b>



## ANEXO C

### Desperdicio de material por turno



Desperdicio en el área de estudio.

