



UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS
EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN
DE PESTAÑAS SIMÉTRICAS PARA
NEUMÁTICOS EN LA PLANTA DE
GOODYEAR DE VENEZUELA**

Autor: Santiago Silva
CI: V-25.582.993

Urb. Yuma II, calle N° 3. Municipio San Diego
Teléfono: (0241) 8714240 – 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 EL
PROCESO DE ELABORACIÓN DE PESTAÑAS
SIMÉTRICAS PARA NEUMÁTICOS EN LA PLANTA DE
GOODYEAR DE VENEZUELA.**

**Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
INGENIERO INDUSTRIAL**

Autor: Silva, Santiago
CI: V- 25.582.993
Tutor Académico:
Ing. José Manuel Sánchez
CI: V-12.040.726

San Diego, Abril de 2018



Universidad José Antonio Páez
Facultad de Ingeniería

FI-1-017-2018-1

Valencia, 25 de Enero de 2018.

Ciudadano:
Silva Santiago
C.I: 25.582.993
Presente.-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 1-2018 de fecha 25/01/2018 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **"PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PESTAÑAS SIMÉTRICAS PARA NEUMÁTICOS EN LA PLANTA DE GOODYEAR DE VENEZUELA."** Presentado por usted como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. José Sánchez, C.I. 12.040.726 y la Ing. Alicia Yanez de Pizzella, 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

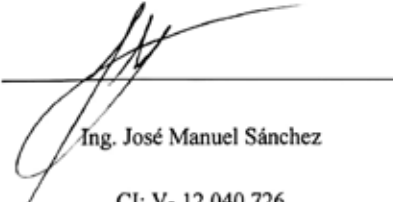


REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

ACEPTACIÓN DEL TUTOR

Quien suscribe, Ingeniero José Manuel Sánchez portador de la cédula de identidad N°12.040.726, en mi carácter de tutor del trabajo de grado presentado por el ciudadano Santiago Silva, portador de la cédula de identidad N° 25.582.993, titulado **PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE PESTAÑAS SIMÉTRICAS PARA NEUMÁTICOS EN LA PLANTA DE GOODYEAR DE VENEZUELA**, 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.

San Diego, a los 11 días del mes de Abril del año dos mil dieciocho.



Ing. José Manuel Sánchez
CI: V- 12.040.726

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradezco a Dios y a mi familia, por siempre guiarme y apoyarme a lo largo de toda mi carrera universitaria, y en cada una de las etapas de mi vida.

Agradezco a la Universidad José Antonio Páez, específicamente a la Facultad de Ingeniería, y todos sus integrantes y colaboradores, por permitirme formarme como Ingeniero Industrial.

Agradezco a mi tutor académico, el Ing. José Manuel Sánchez, por aceptar asesorar, y brindar sus conocimientos, antes y durante el desarrollo del presente trabajo de grado.

Agradezco a todos mis compañeros, colegas y amigos, por el apoyo brindado durante toda la carrera, mención especial a mi colega, amiga y novia, Daniela Andrea López Guerra.

Por último, agradezco a la empresa C.A Goodyear de Venezuela, específicamente a la División A-2, del área preparatoria de la planta, por permitirme el desarrollo del presente trabajo de grado, y a las áreas de “Armado” y “Almacén 400”, por permitirme adquirir experiencia de utilidad, para mi desarrollo profesional.

ÍNDICE

CONTENIDO	Pp.
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
RESUMEN	x
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	
EL PROBLEMA	
1.1. Planteamiento del Problema.	4
1.2. Formulación del Problema.	6
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.	7
1.5. Alcance.	8
II MARCO TEÓRICO	
2.1. Antecedentes.	9
2.2. Bases Teóricas.	12
2.2.1. Mejora Continua.	12
2.2.1.1. Seis Sigma.	12
2.2.1.1.1. DMAIC (Define, Meadure, Analyze, Improve, Control).	13
2.2.2. Los cinco ¿Por qué?	14
2.2.3. Diagrama de Ishikawa.	15
2.2.4. Diagrama de Pareto.	16
2.2.5. Mantenimiento.	17

2.2.5.1. Mantenimiento correctivo.	18
2.2.5.2. Mantenimiento Preventivo.	18
2.2.5.3. Mantenimiento Proactivo.	18
2.2.6. Productividad.	19
2.2.7. Calidad.	19
2.2.8. Poka-Yoke.	20
2.3. Definición de Términos Básicos.	20
III MARCO METODOLÓGICO	
3.1. Tipo de Investigación.	22
3.2. Nivel de la Investigación.	22
3.3. Diseño de la Investigación.	22
3.4 Población y muestra	
3.4.1. Población.	23
3.4.2. Muestra.	24
3.4.3. Informantes claves.	25
3.5. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	25
3.5.1. Observación Directa.	26
3.5.2. Entrevistas No Estructuradas.	26
3.5.3. Revisión Documental.	26
3.6. Fases Metodológicas.	27
IV RESULTADOS.	29
CONCLUSIONES.	85
RECOMENDACIONES.	88
BIBLIOGRAFÍA.	90

ÍNDICE DE TABLAS

TABLAS	Pp
1. Tabla 1. Población.	24
2. Tabla 2. Muestra.	25
3. Tabla 3. Costos asociados a la reparación de hormas.	77
4. Tabla 4. Costos asociados plan de mantenimiento preventivo.	78
5. Tabla 5. Costos asociados a modificación de procedimiento cambio y ajuste de código.	80
6. Tabla 6. Costos asociados modificación de carros de almacenamiento.	81

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS	Pp
1. Figura 1. Pestaña simétrica.	6
2. Figura 2. DMAIC.	14
3. Figura 3. Los cinco ¿Por qué?	15
4. Figura 4. Diagrama de Ishikawa.	16
5. Figura 5. Diagrama de Pareto.	17
6. Figura 6. Diagrama de proceso de elaboración de pestañas simétricas.	30
7. Figura 7. Medidor de diámetro Bartell.	32
8. Figura 8. Sistema de gestión integrado.	33
9. Figura 9. Compuesto elástico (goma).	34
10. Figura 10. Bobina de alambre.	35
11. Figura 11. Desenrollador de alambre.	36
12. Figura 12. Molino.	37
13. Figura 13. Cabezal de Molino.	38
14. Figura 14. Festoon.	39
15. Figura 15. Formadora de pestañas simétricas.	40

16. Figura 16. Layout proceso de pestañas simétricas.	41
17. Figura 17. Formato control de pestañas scrap div. A2.	45
18. Figura 18. Diagrama de Ishikawa Goodyear de Venezuela.	46
19. Figura 19. Cinco ¿por qué?	47
20. Figura 20. Horma con segmentos desgastados.	48
21. Figura 21. Horma en estado de corrosión.	49
22. Figura 22. Panel de control averiado.	49
23. Figura 23. Diagrama de Pareto de causas de no conformidad.	50
24. Figura 24. Diagrama de Ishikawa pestañas simétricas.	51
25. Figura 25. Pestaña simétrica alambre expuesto.	56
26. Figura 26. Segmentos de horma desgastados.	59
27. Figura 27. Etapas procedimiento de reparación de hormas.	60
28. Figura28. Plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas. ...	62
29. Figura 29. Checklist actividades de mantenimiento preventivo.	63
30. Figura 30. Cronograma de mantenimiento preventivo.	64
31. Figura 31. Horma con segmentos descalibrados.	66
32. Figura 32. Procedimiento de cambio y ajuste de código.	68
33. Figura 33. Patrón para hormas a prueba de errores.	69
34. Figura 34. Modo de utilización de patrón.	70
35. Figura 35. Propuesta de modificación de procedimiento de cambio y ajuste de código.	71
36. Figura 36. Carro de almacenamiento de pestañas simétricas vacío.	72
37. Figura 37. Carro de almacenamiento de pestañas simétricas lleno.	73
38. Figura 38. Propuesta de carros de almacenamiento.	74
39. Figura 39. Propuesta de carros de almacenamiento (perspectiva dif.). ...	75

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS	Pp
1. Cuadro 1. Estatus de hormas Pestañadora Gadsden.	52
2. Cuadro 2. Cinco ¿por qué? Variación de diámetro interno.	53
3. Cuadro 3. Cinco ¿por qué? Cambio y ajuste de código.	55
4. Cuadro 4. Cinco ¿por qué? Alambre expuesto.	57
5. Cuadro 5. Causas de no conformidad y planes de acción.	58



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

**PROPUESTA DE UN PLAN DE MEJORAS EN EL PROCESO
DE ELABORACIÓN DE PESTAÑAS SIMÉTRICAS PARA
NEUMÁTICOS EN LA PLANTA DE GOODYEAR DE VENEZUELA.**

Autor: Silva Santiago

Tutor: José Manuel Sánchez

Fecha: Marzo, 2018.

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló en la empresa C.A Goodyear de Venezuela, la cual se dedica a la fabricación de neumáticos para vehículos de pasajeros, camionetas y camiones. En los últimos meses, ha existido gran preocupación con las pestañas simétricas producidas, ya que estas presentan una alta cantidad de unidades no conformes en su proceso productivo, bajo la responsabilidad de la Pestañadora “Gadsden”, perjudicando de diversas maneras a la empresa. Siendo la pestaña la parte interior del neumático, que crea un sello hermético entre el neumático y la llanta de la rueda. Por esta problemática, en el presente trabajo de grado, se propone un plan de mejoras para el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela, el cual tiene la finalidad de disminuir las no conformidades presentes en las mismas. Para ello, se realizó un diagnóstico de la situación actual, se determinaron las causas que originan las fallas presentes en el proceso, para posteriormente, proponer dicho plan de mejoras, dentro del cual, se establecieron las propuestas de: reparación de hormas, compra de hormas, un plan de mantenimiento preventivo, modificación de procedimiento y modificación de carros de almacenamiento de pestañas. Finalmente, se realizó un estudio económico de las propuestas planteadas, que resultando 28,93 en una relación beneficio-costos, justifica el desarrollo de la investigación. La investigación se elaboró bajo la modalidad de un proyecto factible, con un diseño documental y de campo, y un nivel de investigación descriptiva. Se aplicarán técnicas como la observación directa y entrevistas no estructuradas. Todo lo anterior descrito, se realizó en un lapso de tiempo de ocho meses.

Descriptor: Mejoras, Calidad, Proceso productivo, No conformidad

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe un alto nivel de competencia entre las empresas a nivel mundial, tanto manufactureras, como de servicios, viéndose en la posición de tener que mejorar continuamente sus procesos de producción, para satisfacer las necesidades y exigencias de sus cliente para ser competitivos en el mercado. Con tanta competencia, contar con estándares óptimos de calidad en el producto a comercializar, se ha vuelto un requisito indispensable en las empresas. Es por esto que cualquier variación o no conformidad existente, que se pueda presentar en el proceso productivo de dicho producto, podría afectar a la empresa directamente en su nivel de competitividad, alejándola de la posibilidad de diferenciarse entre las otras empresas.

La empresa C.A Goodyear de Venezuela es una empresa transnacional, con una trayectoria de 61 años en el país, ubicada en Los Guayos, Edo. Carabobo. Ésta organización, dedicada a la fabricación de neumáticos para para vehículos de pasajeros, camionetas y camiones, siendo una empresa pionera en su sector, se ha posicionado en el mercado venezolano por su caracterización de mantener los más altos estándares de calidad en sus productos.

Con el propósito de mantener su alta posición y buena reputación en el mercado venezolano, y en respuesta a las necesidades cambiantes de sus clientes y de sus procesos de manufactura, Goodyear de Venezuela se encuentra continuamente en búsqueda de mejoras en todas las operaciones y actividades que se realizan diariamente en la compañía, con la finalidad de reducir o eliminar los defectos que afecten la calidad de los productos fabricados en la planta de la empresa.

En los últimos meses, ha surgido una gran preocupación con las pestañas simétricas producidas en el área preparatoria de la planta, específicamente en la División A-2, ya que estas presentan una alta variabilidad en su diámetro interno,

generando pestañas fuera de especificación, bajo la responsabilidad de la máquina Pestañadora “Gadsden”, perjudicando de diversas maneras, ya que genera desperdicios, improductividad e ineficiencia en dicho proceso. Siendo la pestaña la parte interior del neumático, fabricada de acero trenzado de alta resistencia, recubierto de goma, creando un sello hermético entre el neumático y la llanta de la rueda.

De esta manera, una vez definidos los factores a considerar, se procederá a realizar una propuesta de mejoras del proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos. Dicha propuesta se evaluará comparando el impacto económico del plan de mejoras con respecto a la situación actual de la empresa, para demostrar la importancia de su aplicación y su factibilidad.

A partir de lo planteado anteriormente, el presente trabajo de grado tiene como objetivo proponer un plan de mejoras en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en la empresa C.A Goodyear de Venezuela, con la finalidad de disminuir la variabilidad en el diámetro interno en las mismas, así como también el producto fuera de especificación que ésta problemática genera.

El presente trabajo de grado, consta de cuatro (4) capítulos, los cuales se encuentran estructurados en el siguiente orden:

Capítulo I, titulado “El Problema”, describe todo lo referente a la problemática de la investigación, se detalla el planteamiento del problema y se definen los objetivos generales y específicos, así como también, se justifica la realización de la investigación y se define el alcance de la misma.

Capítulo II, titulado “Marco teórico”, este contiene los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, y posteriormente la definición de términos básicos del presente trabajo de grado.

Capítulo III, titulado “Marco Metodológico”, este hace referencia a la metodología utilizada en la investigación, destacando el tipo, nivel y diseño de la investigación, y cuenta con las estrategias de la investigación, para el cumplimiento

de los objetivos establecidos en el “Capítulo I”. También hace mención a las técnicas e instrumentos de recolección de datos del estudio.

Capítulo IV, titulado “Resultados”, cuenta con el desarrollo de cada una de las fases del presente trabajo de grado, para lograr el cumplimiento de los objetivos específicos, empleando diferentes estrategias y técnicas de recolección de datos.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema:

El transporte a lo largo de los años se ha convertido en una necesidad para los seres humanos, teniendo una relevancia extraordinaria en la sociedad, ya que permite la circulación de bienes y de personas, logrando una integración social que favorece al desarrollo. Es por este motivo que con el paso del tiempo podemos observar una mejora significativa en la eficiencia de los medios de transporte, con servicios cada vez más superiores, y con una utilización menor de recursos.

Debido al deseo y la necesidad que ha tenido el ser humano de querer llegar cada vez más lejos, desde el principio de los tiempos, surgieron grandes inventos, tal y como lo es el automóvil. Hoy en día los automóviles son el medio de transporte más utilizado por los seres humanos, siendo los responsables de su traslado de un lugar a otro día tras día. Una de las partes fundamentales del automóvil, para que este pueda cumplir con su función como medio de transporte, son las ruedas o neumáticos, el cual su función principal es la de permitir el contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando al automóvil el arranque, el frenado, y la guía del mismo.

Motivado por esto, a lo largo de los años se han creado una gran cantidad de empresas a nivel mundial dedicadas a la fabricación de neumáticos para todo tipo de automóviles, con la finalidad principal de ofrecer productos de primera, desarrollados de manera innovadora y con altos estándares de calidad, logrando satisfacer la necesidad de los seres humanos de transportarse diariamente.

Con la finalidad de cubrir esta demanda a nivel mundial, se funda The Goodyear Tire and Rubber Company en 1898 en la ciudad de Akron, Ohio, extendiendo sus operaciones a Venezuela en Agosto de 1956, al inaugurar su planta

actualmente ubicada en Los Guayos, Carabobo, bajo el nombre de C.A Goodyear de Venezuela. Siendo una empresa pionera al iniciar en el país la fabricación de neumáticos para vehículos de pasajeros, camionetas y camiones.

The Goodyear Tire and Rubber Company, así como también su sede de Venezuela, se caracteriza por la excelente calidad que presentan en sus productos, es por esto que actualmente existe una gran preocupación con las pestañas simétricas producidas, ya que estas presentan un alto volumen de unidades fuera de especificación, en el área preparatoria de la planta en la División A-2, bajo la responsabilidad de la máquina Pestañadora “Gadsden”, perjudicando de diversas maneras, ya que genera desperdicios, improductividad e ineficiencia. El porcentaje de desperdicio máximo objetivo en la compañía se sitúa en un 2,2%, y el desperdicio actual que presenta el proceso estudiado, es de un 4,3%, representando de esta manera un problema sumamente grave para la compañía. Siendo la pestaña la parte interior del neumático, fabricada de acero trenzado de alta resistencia, recubierto de goma, creando un sello hermético entre el neumático y la llanta de la rueda. Esta problemática afecta directamente a todos los procesos posteriores al proceso de elaboración de pestañas simétricas, lo cual se puede decir que son la mayoría, debido a que la pestaña se fabrica en el área preparatoria de la planta. Las pestañas producidas fuera de especificación que pasan la prueba de calidad debido a la ineficiencia que puede presentarse por parte del operario al hacer la inspección de las mismas, afecta directamente a su cliente interno en el proceso productivo de la planta, el cual es el departamento de “armado”, generando pérdidas de tiempo y dinero, al ser las carcasas fabricadas en “armado” desechadas. También existe la posibilidad de que en dicho departamento, el producto pase la prueba de calidad aun estando fuera de especificación, y así sucesivamente hasta llegar al departamento de “línea final”, en el cual ya el neumático está completamente fabricado y tiene que estar estrictamente dentro de las especificaciones establecidas, si se da el caso de que la pestaña está fuera de especificación, el mismo se desecha, generando pérdidas cada vez mayores.

La materia prima utilizada en este proceso actualmente es de sumo valor para la compañía, dado a que el alambre utilizado en este proceso es el más costoso de seis (6) tipos de alambres que en total se utilizan en la planta, así como también el compuesto de goma utilizado en este proceso, que ocupa un lugar en el Top diez (10) de los más costosos en toda la planta entre los treinta y tres (33) compuestos de esta categoría. En los dos (2) primeros trimestres del año, el proceso de elaboración de pestañas simétricas registró pérdidas de 2.877.134.100 BsF,

Al ser la pestaña una parte muy particular en el neumático, la cual debe ser controlada, se requiere focalizar sus causas y raíces del problema. Es por esto que se requiere enfocar acciones que permitan normalizar este proceso, analizar muy de cerca, y diagnosticar cualquier oportunidad de mejora para mantener las especificaciones de calidad de esta variable bajo control. A continuación, para lograr una mejor relación visual, se presenta la figura de una pestaña simétrica. (Ver figura 1)



Figura 1: Pestaña simétrica.

Fuente: Silva, S (2017)

1.2. Formulación del Problema:

¿De qué manera se logrará disminuir la cantidad de pestañas simétricas no conformes en la planta de Goodyear de Venezuela?

1.3. Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Proponer un plan de mejoras en el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos en la planta de Goodyear de Venezuela, con la finalidad de disminuir las no conformidades en las pestañas simétricas.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diagnosticar la situación actual del proceso de elaboración de pestañas simétricas.
- Determinar las causas que originan las fallas presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas.
- Diseñar un plan de mejoras para el proceso de elaboración de pestañas simétricas.
- Evaluar el impacto económico del plan de mejoras con respecto a la situación actual de la empresa.

1.4 Justificación de la Investigación

Actualmente la empresa C.A Goodyear de Venezuela, ha determinado que el proceso de elaboración de pestañas simétricas, presenta una alta cantidad de unidades no conformes, lo cual representa una pérdida monetaria importante para la compañía de 479.522.350 BsF al mes, debido al desperdicio que arroja este proceso.

La empresa ha determinado que este tipo de desperdicio se encuentra en el top cinco (5) de desperdicios para la planta en “fricción de alambre” debido al alto costo de la materia prima que el proceso requiere, como se especificó anteriormente, es por esto que la realización de una propuesta de plan de mejoras resulta vital para la compañía, ya que se pretenden disminuir las no conformidades presentes en las pestañas producidas en la Pestañadora “Gadsden”. Esta disminución de la producción de pestañas con características fuera de especificación, beneficiará a C.A Goodyear de Venezuela de diversas formas, principalmente en la reducción de las pérdidas de carácter monetario por el desperdicio que este proceso genera, como se mencionó anteriormente.

Es indispensable generar una propuesta de plan de mejoras para la empresa, ya que colaborará en la notable disminución de la producción pestañas fuera de especificación que disminuirán las pérdidas que este proceso genera actualmente.

1.5. Alcance

El alcance del presente trabajo de investigación cumplirá con la elaboración de una propuesta de plan de mejoras, en el proceso de fabricación de las pestañas simétricas producidas en el área preparatoria de la planta, en la División A-2, de la planta de C.A Goodyear de Venezuela.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

Según Pérez, J (2010), “El marco teórico, marco referencial o marco conceptual tiene el propósito de dar a la investigación un sistema coordinado y coherente de conceptos y proposiciones que permitan abordar el problema”.

2.1 Antecedentes.

Correa, M (2016), realizó una investigación titulada **“Propuesta de un plan de mejoras en el proceso de tapado de la línea 1 de pasta de tomate en la empresa procesadora Naturalyst S.A, ubicada en Naguanagua Edo. Carabobo”** en la Universidad José Antonio Páez, como requisito para la obtención del título de Ingeniero Industrial. La presente investigación, nace debido a la presencia de frecuentes fallas o averías en la máquina tapadora de la Empresa Procesadora Naturalyst S.A, lo cual ocasionaba un aumento en los productos no conformes, en el caso específico de la elaboración de pasta de tomate, es decir, los envases tapados de manera inadecuada.

Dicha avería en la máquina tapadora de la Empresa Procesadora Naturalyst S.A ocasionaba un incumplimiento con los objetivos del 100% de su producción mensual. Según información obtenida, durante el mes de Diciembre la producción alcanzada fue de un 76.95%. Es por ello que se decidió proponer un plan de mejoras en dicha área, mediante la aplicación de estrategia Kaizen, con la finalidad de incrementar los niveles de producción.

Para finalizar, se mejoró el proceso de tapado con la adquisición de una tolva de almacenamiento y escalera, logrando incrementar el rendimiento tanto de la mano de obra como de la productividad de la empresa, y por último, se estructuró un plan

de mejoras constituido por el diseño de un plan de mantenimiento preventivo en dicha máquina.

Existe una relación entre el antecedente mencionado y el presente trabajo de grado debido a que realiza una gestión de mantenimiento sobre los equipos que manejan el producto a estudiar, en este caso, la pasta de tomate. Adicionalmente, dentro del sistema de gestión de mantenimiento, se realizan una serie de procedimientos aplicables al presente trabajo de grado. Agregando, la relación en el plan de mejoras partiendo de las distintas modificaciones en los procesos involucrados, con el fin de reducir el producto no conforme que afecta a la compañía de diversas maneras.

Seguidamente, Delgado (2015) desarrolló un trabajo de grado titulado **“Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos”** en la Pontificia Universidad Católica del Perú, como requisito para optar por el grado de Magíster en Ingeniería Industrial. El presente trabajo nace por la necesidad de reducir el desperdicio en una planta de producción de frascos para el sector cosmético, farmacéutico y alimenticio. Específicamente el estudio es realizado en las cuatro líneas de polietileno con que cuenta la planta de producción.

Según data obtenida, en el año 2014 el desperdicio producido fue del 21%, existiendo una gran brecha con el objetivo de la empresa el cual es de 5%, por lo que se plantea aplicar la metodología Seis Sigma, por sus casos de éxito conocidos en la reducción del desperdicio. Se empleó un plan piloto aplicando el método DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), en la línea 1 con ayuda de herramientas como el Mapa de procesos, Pareto 80-20, diagrama causa-efecto así como también de herramientas estadísticas.

Luego de desarrollar las mejoras, se tomaron datos para un nuevo proceso de análisis y se desarrollaron pruebas de hipótesis, encontrándose que en dos meses se obtuvo una mejora importante del 5%, comprobándose lo efectivo de la metodología para la reducción de desperdicios.

Este trabajo de grado se toma como antecedente debido a que está relacionado con el presente trabajo de investigación en el uso de herramientas las cuales permitirán la detección de causas que afectan a las no conformidades en el producto terminado, agregando que la correcta aplicación metodológica de las mismas es determinante para el desarrollo del presente trabajo de investigación.

Por último, Diago (2013), realizó una investigación en su trabajo de grado titulado **“Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma”** en la Universidad de la Costa de Barranquilla, Colombia, como requisito para obtención de título de Ingeniero Industrial. La investigación se realiza mediante la aplicación de la metodología de análisis y mejora Seis Sigma. Se siguen los cinco pasos de la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), empleando herramientas específicas en cada etapa de la investigación, con la finalidad de reducir las unidades no conformes generadas por el proceso e incrementar la productividad.

La aplicación de esta metodología permitió identificar la situación problema en el proceso de envasado, además de conocer las especificaciones del proceso y del cliente para el producto final. En función de esto se definieron las variables de entrada y salida que intervienen en el proceso, y la forma en que estas afectaban en la consecución de los requerimientos del proceso y del cliente en el producto.

En el trabajo de grado de Diago, se pudieron desarrollar las etapas del ciclo DMAIC, y por este motivo se alcanzaron los objetivos planteados al inicio del proyecto satisfactoriamente.

Existe una relación entre el antecedente mencionado y el presente trabajo de grado en la apropiada determinación de la causa de las no conformidades en los productos, así como también en la determinación de la causa-raíz del mismo. Se puede decir, que existe una vinculación en el plan de mejoras de los procesos involucrados, ya que ambos tienen la finalidad de reducir las no conformidades de dichos procesos, que afectan directamente la productividad y a la economía de la

organización.

2.2 Bases Teóricas

Según Bavaresco, A (2006), las bases teóricas tienen que ver con las teorías que brindan al investigador el apoyo inicial dentro del conocimiento del objeto de estudio, es decir, cada problema posee algún referente teórico, lo que indica, que el investigador no puede hacer abstracción por el desconocimiento, salvo que sus estudios se soporten en investigaciones puras o bien exploratorias. Es por esto, que se desarrollaran a continuación las siguientes teorías o metodologías:

2.2.1 Mejora Continua

Según Deming, E (1996), la administración de la calidad total requiere de un proceso constante, que será llamado Mejoramiento Continuo, donde la perfección nunca se logra pero siempre se busca. La mejora continua, se trata de la forma más efectiva de mejora de la calidad y la eficiencia en las organizaciones. Cuando hay crecimiento y desarrollo en una organización o comunidad, es necesaria la identificación de todos los procesos y el análisis mensurable de cada paso llevado a cabo. Algunas de las herramientas utilizadas en esta metodología incluyen acciones correctivas, preventivas y el análisis de la satisfacción en los miembros o clientes. Las metodologías de mejora continua a utilizar en el presente trabajo de investigación será la siguiente:

2.2.1.1 Seis Sigma

Según Gutiérrez y De la Vara (2004), Seis Sigma “es una estrategia de mejora continua que busca identificar las causas de los errores, defectos y retrasos en los diferentes procesos de negocio, enfocándose en los aspectos que son críticos para el cliente”. (p. 548). La estrategia Seis Sigma se basa en métodos estadísticos rigurosos que emplean herramientas de calidad y análisis matemáticos, ya sea para diseñar productos y procesos o mejorar los ya existentes. La meta de ésta metodología es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de eventos u oportunidades, entendiéndose como defecto cualquier evento en que un producto o servicio no logra cumplir los requisitos del cliente.

Según Polesky (2006), dentro de Seis Sigma se tienen diferentes metodologías las cuales son diferentes en fines y usos. A continuación se da una breve descripción las mismas:

- (a) DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control): Se utiliza para mejorar procesos ya existentes.
- (b) DMADV (Define, Measure, Analyze, Design, Verify): Se utiliza para el rediseño de procesos que no alcanzan la mejora aun siendo mejorados.
- (c) IDOV (Identify, Design, Optimize, Validate): Se aplica para nuevos procesos o productos, y no existe medición alguna disponible.
- (d) CQDFSS (Commercial, Quality, Design, For Six Sigma): Se utiliza para la búsqueda y aseguramiento en introducción de productos o servicios al mercado.

2.2.1.1.1 DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control)

Según Pries (2006), este proceso, que es conducido por datos, consiste en mejoras procesos ya existentes (Ver figura 2), y está compuesto por 5 fases que se listan a continuación:

- (a) Define (Definir): Se refiere a definir los requerimientos del cliente y entender los procesos importantes afectados. Este paso se encarga de definir quién es el cliente, así como sus requerimientos y expectativas.
- (b) Measure (Medir): El objetivo de esta etapa es medir el desempeño actual del proceso que se busca mejorar. Consiste en entender el funcionamiento actual del problema o defecto.
- (c) Analyze (Analizar): En esta etapa se lleva a cabo el análisis de la información recolectada para determinar las causas raíz de los defectos y oportunidades de mejora.
- (d) Improve (Mejora): Se diseñan soluciones que ataquen el problema raíz y lleve los resultados hacia las expectativas del cliente.
- (e) Control: Tras validar que las soluciones funcionan, es necesario

implementar controles que aseguren que el proceso se mantendrá en su nuevo rumbo. Para prevenir que la solución sea temporal, se documenta el nuevo proceso y su plan de monitoreo.



Figura 2: DMAIC

Fuente: <http://sixsigmamethodologies.com>

2.2.2 Los cinco ¿Por qué?

Según Lugo, G. (2004), la herramienta de los cinco ¿Por qué? es denominada como una técnica para realizar preguntas iterativas usadas para explorar las relaciones de causa y efecto subyacentes a un problema particular. El objetivo principal de la técnica es determinar la causa raíz de un defecto o problema repitiendo la pregunta "¿Por qué?". Cada respuesta forma la base de la siguiente pregunta. El "5" en el nombre se deriva de la observación empírica en el número de iteraciones típicamente requeridas para resolver el problema. (Ver Figura 3).

Defect	Reasons
Why-1: Why did THE DEFECT occur?	
Why-2: Why did THAT occur?	
Why-3: Why did THAT occur?	
Why-4: Why did THAT occur?	
Why-5: Why did THAT occur?	
Why-6: Why did THAT occur?	

Figura 3: Los cinco ¿Por qué?

Fuente: <https://www.pdcahome.com>

2.2.3 Diagrama de Ishikawa

Kaoru Ishikawa (1943), concibe el diagrama de Ishikawa, el cual consiste en una representación gráfica sencilla en la que puede verse de manera relacional una especie de espina central, que es una línea en el plano horizontal, representando el problema a analizar, que se escribe a su derecha. También se le conoce por el nombre de diagrama de espina de pescado, diagrama de causa-efecto, diagrama de Grandal o diagrama causal, se trata de un diagrama que por su estructura ha venido a llamarse también: diagrama de espina de pez.

Este diagrama causal es la representación gráfica de las relaciones múltiples de causa-efecto sobre diversas variables que intervienen en un proceso. En teoría general de sistemas, un diagrama causal es un tipo de diagrama que muestra gráficamente las entrada, el proceso y las salidas de un sistema (causa-efecto), con respectiva retroalimentación para el subsistema de control. (Ver Figura 4).

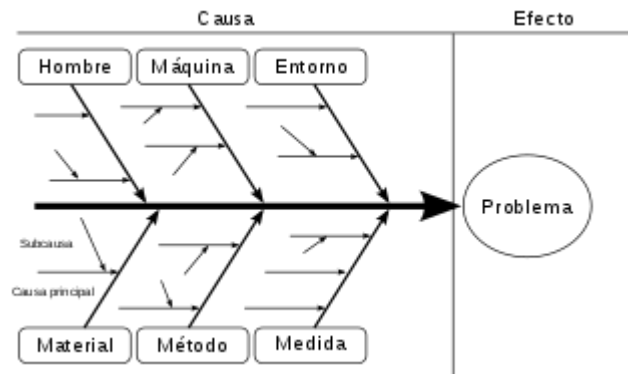


Figura 4: Diagrama de Ishikawa

Fuente: <https://es.wikipedia.org>

2.2.4 Diagrama de Pareto

Según Maneiro y Mejías (2009), un histograma de ocurrencias por categoría (en el cual las categorías están ordenadas por el número de ocurrencias) se denomina comúnmente como un gráfico, diagrama o carta de Pareto. El diagrama de Pareto se basa en el principio 80-20; el 20% de las causas representan el 80% de las ocurrencias. Aunque en principio fue presentado por el economista Wilfredo Pareto (1848-1923) en términos de distribución de la riqueza, su aplicación en el área de ingeniería y calidad se le atribuye a Joseph Duran (1904-2008). El diagrama de Pareto es una herramienta de análisis de datos ampliamente utilizada, y es por lo tanto útil en la determinación de la causa principal durante un esfuerzo de resolución de problemas. Dicho diagrama, permite identificar cuáles son los problemas más grandes, permitiéndoles a los grupos establecer prioridades. (Ver Figura 5).

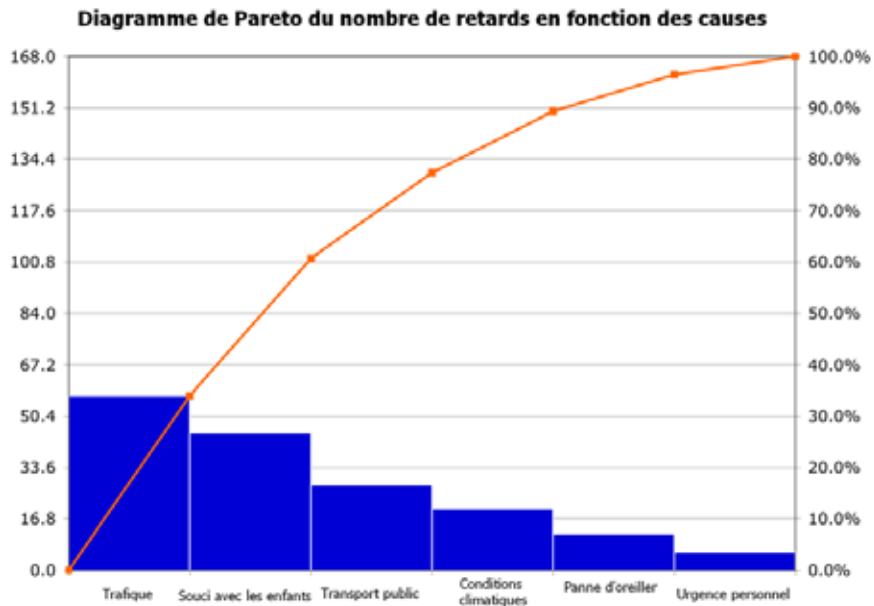


Figura 5: Diagrama de Pareto

Fuente: <https://commons.wikimedia.org>

2.2.5 Mantenimiento

Según Duffuaa (2005), el mantenimiento se define como "la combinación de actividades mediante las cuales un equipo o un sistema se mantiene o se restablece en un estado en el que puede realizar las funciones designadas". Esta definición reafirma la premisa difundida de que con acciones oportunas de mantenimiento se consigue que un equipo de producción opere dentro de las especificaciones y cumpla su función dentro del proceso productivo otorgándole un alto nivel de calidad. El mantenimiento es un factor importante en la calidad de los productos y puede utilizarse como una estrategia para una competencia exitosa. Las inconsistencias en la operación del equipo de producción dan por resultado una variabilidad excesiva en el producto y, en consecuencia, ocasionan una producción defectuosa. Para producir con un alto nivel de calidad, el equipo de producción debe operar dentro de las especificaciones, las cuales pueden alcanzarse mediante acciones oportunas de mantenimiento.

2.2.5.1 Mantenimiento Correctivo

Según Duffuaa (2005), el mantenimiento correctivo se define como "el conjunto de acciones necesarias para devolver un equipo a condiciones operativas luego de la aparición de una falla". En esta estrategia se permite que la máquina funcione hasta que se produzca la falla, y en ese instante se realiza la reparación o reemplazo de ella. El mantenimiento correctivo se caracteriza por ser urgente la intervención del equipo para solucionar en forma inmediata el motivo de la falla o avería, para evitar pérdidas de tiempo de producción, lo cual se traduce en indisponibilidad del equipo.

2.2.5.2 Mantenimiento Preventivo

Según Duffuaa (2005), el mantenimiento preventivo "es el mantenimiento realizado a intervalos predeterminados o con la intención de minimizar la probabilidad de falla o la degradación del funcionamiento del equipo". (p.43)

Adicionalmente, Mora (2009), señala que el mantenimiento preventivo es la ejecución de un sistema de inspecciones periódicas programadas racionalmente sobre el activo fijo de la planta y sus equipos. Con el fin de detectar condiciones o estados inadecuados de esos elementos, que pueden ocasionar circunstancialmente paros en la producción o deterioro grave de máquinas, equipos o instalaciones, y realizar en forma permanente el cuidado de mantenimiento de la planta para evitar tales condiciones, mediante la ejecución de ajuste o reparación, mientras las fallas potenciales están aún en estado inicial de desarrollo. (p.429)

2.2.5.3 Mantenimiento Proactivo

Según Mora (2009), el mantenimiento proactivo "es una táctica de mantenimiento dirigida fundamentalmente a la detección y la corrección de las causas que generan el desgaste y que conducen a la falla de la maquinaria. Una vez localizadas las causas, no se debe permitir que estas continúen presentes en las maquinarias, ya que, de hacerlo, su vida y desempeño se ven reducidos". Adicionalmente, Klusman (1995), establece que "el mantenimiento proactivo utiliza las acciones correctivas de acuerdo con la criticidad encontrada; y con sus efectos potenciales en los sistemas".

2.2.6 Productividad

Según Martínez (2007), la productividad “es un indicador que refleja que tan bien se están usando los recursos de una economía en la producción de bienes y servicios; traducida en una relación entre recursos utilizados y productos obtenidos, denotando además la eficiencia con la cual los recursos (humanos, capital, conocimientos, energía, etc.) son usados para producir bienes y servicios en el mercado”. Por esto, puede considerarse la productividad como una medida de lo bien que se han combinado y utilizado los recursos para cumplir los resultados específicos logrados.

Adicionalmente, López J. (2012), Establece que para definir la productividad se necesita entender que aún con tecnología más desarrollada en los procesos y con el equipo más sofisticado en informática, no puede activarse la productividad si no hay participación coordinada de toda la gente involucrada, en la creación de bienes y servicios. La productividad puede definirse como lo producido en un tiempo; en el lenguaje empresarial es la producción del número de objetos en un tiempo. La productividad siempre es afectada por un nivel de eficiencia, ésta siempre es menor proporcionalmente a la unidad. La eficiencia siempre reduce de forma directa a la productividad y la convierte en una productividad estándar, la cual sirve para calcular y planear, la cantidad y la capacidad de producción.

2.2.7 Calidad

Según Deming (1989), la calidad “es traducir las necesidades futuras de los usuarios en características medibles, solo así un producto puede ser diseñado y fabricado para dar satisfacción a un precio que el cliente pagará; la calidad puede estar definida solamente en términos del agente”. Por otra parte, para Crosby (1961), la calidad “es conformidad con los requerimientos. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos; las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos; la no conformidad detectada es una ausencia de calidad”. Por esto, se puede decir que la

calidad es cumplir con los requerimientos que necesita el cliente con un mínimo de errores y defectos.

2.2.8 Poka-Yoke

Villaseñor Contreras (2007), establece que “Poka-Yoke en japonés significa evitar errores y consiste en considerar la inteligencia de los trabajadores, los cuales asumen las tareas repetitivas o acciones que dependen de la memoria. El Poka-Yoke, es una herramienta formidable para alcanzar el cero defectos y, eventualmente, eliminar las inspecciones de control de calidad puede liberar el tiempo y mente de un trabajador para que así se dedique a actividades más creativas o que añaden valor”.

Adicionalmente, Steven R. Schmid (2002), establece que “Poka-Yoke es un sistema que significa a prueba de errores, que garantiza la seguridad en los procesos o procedimientos, evitando accidentes de cualquier tipo. Lo que se busca como resultado es resaltar los errores, con el fin de que sea muy obvio, y que ningún operario del proceso productivo los pueda cometer. Generalmente se maneja por un sistema de alarma (visual y sonora comúnmente) que avisa al trabajador de producirse el error para que él lo resuelva”.

2.3 Definición de Términos Básicos

Abstracción: Es el proceso intelectual a través del cual separamos mentalmente las cualidades particulares de varios objetos para fijarnos únicamente en uno o diversas características comunes.

Activo Fijo: Un activo fijo es un bien de una empresa, ya sea tangible o intangible, que no puede convertirse en líquido a corto plazo y que normalmente son necesarios para el funcionamiento de la empresa y no se destinan a la venta.

Fricción de Alambre: Es el tipo de desperdicio que se genera en la planta, referente a cualquier compuesto mezclado con alambre.

Indicador: Cuantificador, entendido como procedimiento que permite cuantificar alguna dimensión conceptual y que, cuando se aplica, produce un número.

Iteración: significa el acto de repetir un proceso con la intención de alcanzar una meta deseada, objetivo o resultado.

Merma: La merma, es una reducción de una determinada cantidad del total de algo cuantificable.

Neumático: también denominado cubierta, llanta, caucho o goma en algunas regiones, es una pieza toroidal de caucho que se coloca en las ruedas de diversos vehículos y máquinas. Su función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento, posibilitando el arranque, el frenado y la guía.

Pestaña: parte interior del neumático, fabricada de acero trenzado de alta resistencia, recubierto de goma, que crea un sello hermético entre el neumático y la llanta de la rueda.

Pestaña simétrica: Es el tipo de pestaña fabricada específicamente para neumáticos radiales.

Pestañadora “Gadsden”: Máquina responsable del proceso de elaboración de pestañas simétricas.

Plan piloto: Es aquella experimentación que se realiza por primera vez con el objetivo de comprobar ciertas cuestiones. Se trata de un ensayo experimental, cuyas conclusiones pueden resultar interesantes para avanzar con el desarrollo de algo.

Producto no conforme: El producto no conforme o producto fuera de especificación, es todo aquel que no cumple con algún requisito determinado por el sistema de gestión de calidad.

Tolva de almacenamiento: Se denomina tolva a un dispositivo similar a un embudo de gran tamaño destinado al depósito y canalización de materiales granulares o pulverizados, entre otros.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1 Tipo de la Investigación

El presente trabajo de investigación se demarca como un proyecto factible. En este sentido, la UPEL (1998) define el proyecto factible como un estudio “que 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” (p.7).

3.2 Nivel de la Investigación

Según Fidias G. Arias (2005), el nivel de investigación “se refiere al grado de profundidad con que se aborda un objeto o fenómeno. Aquí se indicará si se trata de una investigación exploratoria, descriptiva o explicativa”. El presente estudio reúne las características para ser una investigación de nivel descriptivo. La investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento, y sus resultados son de tipo intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos a los que se refiere.

3.3 Diseño de la Investigación

Según lo señalado por Arias (1999), el diseño de la investigación se define como “la estrategia que adopta el investigador para responder al problema planteado” (p.30). Es por ello, que es necesario resaltar que el diseño del presente trabajo de grado se consideró como una “investigación de campo”, y también como una “investigación documental”, ya que se determinó un plan de mejoras en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos en la planta de C.A Goodyear de Venezuela. La investigación de campo consiste en la recolección de datos

directamente de la realidad donde ocurren los hechos, sin manipular o controlar variable alguna, así como también se define la investigación documental como un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales, o electrónicas. Como en toda investigación, el propósito de este diseño es el aporte de nuevos conocimientos.

3.4 Población y muestra

3.4.1 Población

Fidias G. Arias (2005), define la población como “un conjunto finito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Ésta queda delimitada por el problema y por los objetivos del estudio”. Partiendo de lo definido anteriormente, se consideró como población de maquinaria a los distintos tipos de equipos presentes en el área preparatoria, de la División A-2, en la planta de Goodyear de Venezuela. (Ver Tabla 1).

Tabla 1: Población

Población	Descripción	Cantidad
Equipos presentes en el área preparatoria de la División A-2 en la planta de Goodyear de Venezuela.	Montacargas	2
	Máquina cortadora	2
	Plataforma con ángulo	2
	Máquinas enrrolladoras	12
	Molino	4
	Calandra	3
	Cuarto frío	1
	Banda transportadora	6
	Balanza	2
	Cuarto de Creel	3
	Alimentador de Alambre	2
	Feestom	3
	Tambores de enfriamiento	32
	Cabezal	6
	Extrusora	6
	Inserto	1
	Hormas	12
	Bartell de medición	1
	Carro de Pestaña	70
	Carros transportadores	10
Skid	20	
Tela cruda	10	
Polea señorita	1	
Carro de corte	4	
	Total	215

Fuente: Área preparatoria, División A-2, planta de Goodyear de Venezuela. (2017)

Por otro lado, se consideró también como población, las pestañas no conformes producidas en el área estudiada, de la empresa Goodyear de Venezuela, dicha población mensual es de 5.840 Pestañas/Mes.

3.4.2 Muestra

Fidias G. Arias (2005), define la muestra como “un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible”. En este sentido, a través de un muestreo no probabilístico a conveniencia del investigador, se consideró como muestra de maquinaria, el total de equipos a utilizar en el proceso de elaboración de

Pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela. (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Distribución de la Muestra

Muestra	Descripción	Cantidad
Equipos utilizados en el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela.	Cuarto de Creel	1
	Alimentador de Alambre	1
	Feeston	1
	Tambores de enfriamiento	3
	Cabezal	1
	Extrusora	1
	Hormas	12
	Bartell	1
	Balanza	1
	Carro de Pestaña	30
Carros transportadores	10	
	Total	62

Fuente: Área preparatoria, División A-2, planta de Goodyear de Venezuela. (2017)

Por otra parte, se consideró como muestra, el 100% de las pestañas no conformes producidas en el área estudiada, es decir, una cantidad de 5.840 Pestañas/Mes, durante el periodo estudiado.

3.4.3 Informantes claves

Para efectos de la presente investigación, se tomaron en cuenta a aquellos trabajadores que efectúan operaciones directas en el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela. Para éste fin, la empresa permitió el acceso al operario responsable de dicho proceso, por lo que los informantes claves del presente trabajo, están constituidos por: El Ingeniero de planta, el líder de la división, el supervisor de la división, un operario y un trabajador del área de mantenimiento. Representando de ésta manera, la muestra, y las fuentes de información, las cuáles aportaron los datos necesarios para establecer las causas de la problemática existente, para llegar a una solución eficaz del mismo.

3.5. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

Respecto a las técnicas de recolección de datos, Sabino (1992), establece que un instrumento de recolección de datos es en principio cualquier recurso de que pueda

valerse el investigador para acercarse a los fenómenos y extraer de ellos información. De este modo el instrumento sintetiza en sí toda la labor previa de la investigación, resume los aportes del marco teórico al seleccionar datos que corresponden a los indicadores y, por lo tanto a las variables o conceptos utilizados. Es por esto que para la realización de la recolección de datos en el presente trabajo, se aplicaron las siguientes técnicas:

3.5.1 Observación Directa

Según Fidias G. Arias (2006), la observación directa “es un técnica que consiste en visualizar o captar mediante la vista, en forma sistemática, cualquier hecho, fenómeno o situación que se produzca en la naturaleza o en la sociedad, en función de unos objetivos de investigación preestablecidos.” Esta técnica es de gran importancia, ya que por medio de esta será posible conocer el correcto funcionamiento del equipo a estudiar en el presente trabajo de grado. Así como todo lo involucrado en el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela.

3.5.2 Entrevista no estructurada

Según lo señalado por Fidias G. Arias (2006), en la modalidad de entrevista no estructurada “no se dispone de una guía de preguntas elaboradas previamente. Sin embargo, se orienta por unos objetivos preestablecidos, lo que permite definir el tema de la entrevista. Es por eso que el entrevistador debe poseer una gran habilidad para formular las interrogantes sin perder la coherencia”. Esta técnica se utilizó para adquirir y recolectar información a través de las personas que laboran y trabajan día a día con el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos.

3.5.3 Revisión Documental

Según Hurtado (2008, p. 247), la revisión documental “es una técnica en la cual se recurre a información escrita, ya sea bajo la toma de datos que pueden haber sido producto de mediciones hechas por otros, o como texto que en sí mismo constituyen los eventos del estudio”. Esta técnica se empleó en el presente trabajo de grado, al recurrir e investigar acerca de la problemática actual, los datos que ha

arrojado este proceso y su evolución a lo largo del tiempo. Cabe destacar que toda esta información ha sido recopilada anteriormente por la empresa.

3.6 Fases metodológicas:

El presente trabajo de grado se desarrolló en cuatro (4) fases, en función a sus objetivos específicos, las cuales se explicarán a continuación:

Fase I: Diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de pestañas simétricas.

En esta fase inicial de la investigación, se estudió cuidadosamente la situación actual del proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos en la planta de Goodyear de Venezuela, para determinar los factores que afectan a la calidad de las mismas. Esta fase contó con la utilización de técnicas de recolección de datos, tales como lo son la observación directa y la revisión documental. Para desarrollar las mismas con éxito, fue necesario recopilar toda la información posible referente al proceso a estudiar.

Fase II: Determinación de las causas que originan las fallas presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas.

En esta fase, se procedió a determinar y a analizar, cuáles son las principales causas en el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos, que están ocasionando actualmente variabilidad en el diámetro interno de las mismas, así como también Pestañas simétricas fuera de especificación. Para la implementación de esta fase se aplicaron técnicas que facilitaron el análisis del problema a estudiar, tales como la observación directa en dicho proceso productivo, y se realizaron entrevistas no estructuradas a los trabajadores pertinentes al proceso, con la finalidad de determinar la causa raíz de la problemática. Para asegurar el éxito de esta fase, se contó con la utilización de herramientas de mejora continua, tales como los cinco ¿Por qué?, el diagrama de Ishikawa, diagramas de Pareto.

Fase III: Diseño del plan de mejoras para el proceso de elaboración de pestañas simétricas.

En la presente fase, luego de haber estudiado la situación actual del proceso, y

de haber analizado e identificado las principales causas y fallas que generan variabilidad en el diámetro interno de las Pestañas simétricas, generando producto fuera de especificación, a través de los resultados de las fases I y II, se procedió a plantear un plan de mejoras que ataque directamente a la problemática existente en el proceso estudiado.

Fase IV: Evaluación del impacto económico del plan de mejoras con respecto a la situación actual de la empresa.

En esta fase, se realizó una evaluación económica de la solución propuesta en la fase anterior, tomando en cuenta todos los costos que estarían implicados en dicha inversión, con la finalidad de recolectar todos los elementos, datos y argumentos necesarios para la toma de decisión referente a la ejecución del proyecto. De esta manera se determinaron los beneficios que traerá dicho plan de mejoras propuesto, al proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

En el presente capítulo, se explicará y analizará el desarrollo de cada una de las fases establecidas, correspondientes a cada uno de los objetivos específicos de la presente investigación. Todo esto, con el fin de cumplir con el objetivo del estudio, el cual es “Proponer un plan de mejoras para el proceso de elaboración de Pestañas simétricas para neumáticos en la planta de Goodyear de Venezuela, con la finalidad de disminuir la variabilidad en el diámetro interno de las mismas”, así como también se hará mención de las técnicas utilizadas para llevar a cabo dichos objetivos.

Fase I: Diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de pestañas simétricas.

En la presente fase, se diagnosticó la situación actual en el proceso de elaboración de pestañas simétricas en la planta de Goodyear de Venezuela, y para ello, fué necesario realizar una descripción de dicho proceso, con la finalidad de lograr una mayor comprensión de las cuatro (4) fases planteadas en el presente trabajo de grado. A continuación, se presenta el diagrama de flujo correspondiente al proceso de elaboración de pestañas simétricas. (Ver figura 6).

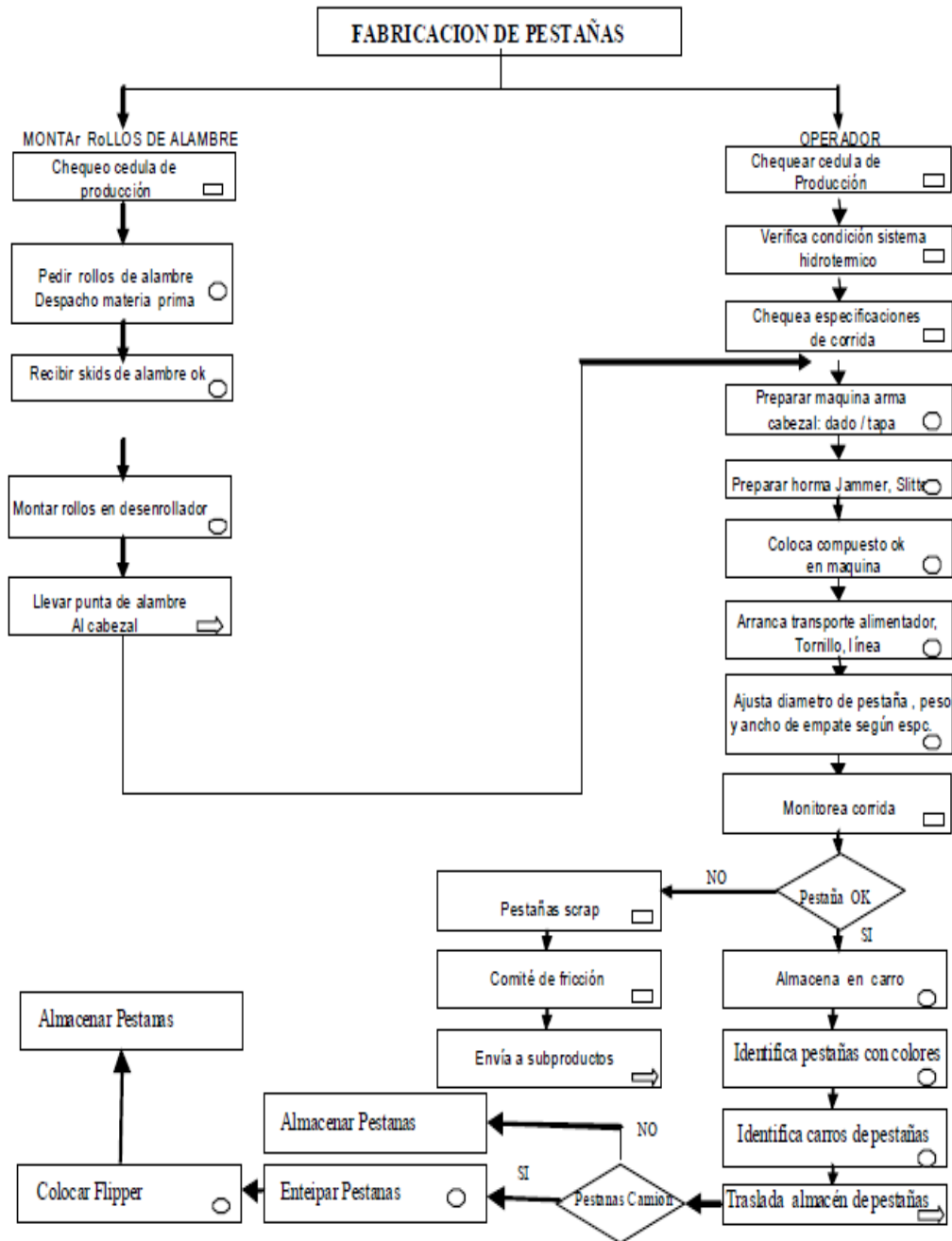


Figura 6: Diagrama de proceso de elaboración de pestañas simétricas

Fuente: Manual OBT Goodyear de Venezuela.

Puesta a punto del proceso.

La primera etapa del proceso: consiste en recibir los rollos de alambre (especificados en la cédula de producción), se procede a montarlos en el desenrollador de alambres, y el operador lleva la punta del alambre al cabezal.

La segunda etapa del proceso: se verifican las especificaciones de las pestañas simétricas a producir (señaladas en la cédula de producción), se arma el cabezal de la máquina, y se prepara la horma, el jammer y el slitter (de acuerdo a lo especificado en la cédula de producción).

La tercera etapa del proceso: se coloca el compuesto elástico (goma específica) en el molino de la máquina; para que a través del cabezal del mismo, se le suministre el compuesto a los alambres. De esta manera al poner en marcha el proceso, el compuesto se adhiere a los alambres provenientes de los desenrolladores.

La cuarta etapa del proceso: se ajusta el peso, diámetro y el número de vueltas que dará la horma para determinar el ancho del empate de las pestañas (según la especificación solicitada).

Proceso general.

Se pone en marcha el proceso.

Se realiza una primera corrida para monitorear y determinar que las pestañas a producir están dentro de especificación, utilizando el medidor de diámetro “Bartell”, y comparando con el especificado en el Runing Card.

- Sí se cumple con todas las especificaciones, se continúa con el proceso.
- En caso contrario, deben ser segregadas e identificadas con la tarjeta de retención, y el operador de turno al detectar el problema, debe detener el proceso, y reiniciar el proceso nuevamente hasta que los parámetros se encuentren bajo control.

Con las pestañas dentro de sus especificaciones y sin ningún tipo de problema o anomalía, se continúa con el proceso, y se produce la cantidad de unidades solicitadas por la cédula del día, almacenándolas en el carro de pestañas. Luego son

identificadas por color dependiendo del código de la pestaña, así como también se identifica el carro de pestañas según el código de las mismas. Por último, al cumplirse con la cantidad solicitada a producir, y luego de identificarlas correspondientemente, éstas son trasladadas al almacén. A continuación, se muestra una figura del medidor de diámetro Bartell. (Ver figura 7).



Figura7: Medidor de diámetro Bartell

Fuente: Silva, S (2017)

Materiales

Dentro del proceso de elaboración de pestañas simétricas, en la planta de Goodyear de Venezuela, interactúan únicamente dos diferentes materiales: Goma y Alambre. Las pestañas producidas en este proceso, deben cumplir y estar al margen de ciertos estándares y variables físico-químicas para que éste pueda considerarse un producto conforme, de lo contrario, el proceso afectaría a todos sus clientes internos en la planta, incluyendo la línea final, trayendo como consecuencia, la posibilidad de no poder comercializar el producto terminado. El proceso comienza con la recepción de los materiales debidamente liberados por el laboratorio, tanto las bobinas de

alambre la goma a utilizar. En este sentido, Goodyear de Venezuela basa sus estándares de calidad, en un Sistema de Gestión Integrado, el cual incluye Sistemas de Gestión de Calidad, Ambiente y Seguridad, bajo los estándares ISO/TS 16949, ISO/14001, OHSAS 18001. (Ver figura 8).



Figura8: Sistema de gestión integrado

Fuente: Departamento de calidad, Goodyear de Venezuela (2017)

Con respecto a la Goma, Goodyear de Venezuela cuenta con una serie de requisitos para que esta pueda ser involucrada en el proceso productivo. Todo Skid con tiras de goma debe poseer su respectiva tarjeta de identificación. El compuesto podrá ser utilizado sólo si presenta la tarjeta y el sello de aprobación del laboratorio. El operador de la pestañadora o en su defecto el transporte del área debe extraer una muestra del Skid, que se utilizará junto con la tarjeta de identificación del mismo, para luego proceder a llevarlo al laboratorio, para que el analista de laboratorio le realice un análisis al compuesto entregado por el operador de pestañadora. Si este análisis arroja un resultado positivo, la tarjeta de aprobación de laboratorio es impresa y sellada, de lo contrario, es informado al departamento técnico para la correcta disposición del material.

El manejo de las tarjetas de identificación del compuesto es responsabilidad del Operador de la Pestañadora y cualquier irregularidad que presente la información contenida en la misma deberá ser comunicada al Líder de Proceso. El transporte del área debe garantizar el sistema FIFO (First In First Out) para el consumo del

compuesto, así como también, debe asegurarse de consumir el compuesto de acuerdo a la fecha de producción y registrar en orden secuencial dicho consumo. A continuación, se presenta una figura en la que se aprecia el compuesto elástico utilizado en el proceso estudiado. (Ver figura 9)



Figura 9: Compuesto elástico (goma)

Fuente: Silva, S (2017)

Con respecto al Alambre, así como con la goma, Goodyear de Venezuela cuenta con una serie de requisitos para que el alambre pueda ser involucrado en el proceso productivo de la elaboración de pestañas simétricas para neumáticos. Una vez que la bobina de alambre sea retirada del Skid metálico y retirada su envoltura plástica, el operador debe proceder a inspeccionar la condición de la misma y a guardar la etiqueta del proveedor a un lado del Rack. Si la bobina presenta algún defecto, el operador retendrá la tarjeta que identifica a la bobina y se la entregará al Líder de Proceso. El Especialista de Producción retornará la bobina defectuosa al Dpto. De Recepción de Materiales, con su tarjeta de transferencia y respectiva tarjeta de Bobina. Los defectos que pueden presentar las bobinas de alambre son los siguientes:

- Bobina Floja: ocurre cuando el alambre no está compactado y en su sentido circunferencial presenta ondulaciones.
- Bobina Ancha: ocurre cuando el ancho de la bobina no permite que ésta sea montada en el carrete.

- Mal Identificada: ocurre cuando la flecha que indica el sentido de enrollado está invertida.
- Alambre Brilloso: es una condición la cual hace que el compuesto no se adhiera al alambre, generando alambre descubierto en las pestañas.
- Punto de Soldadura: ocurre cuando a la bobina de alambre, no se le elimina el punto de soldadura.

A continuación, se presenta una figura en la que se puede apreciar una bobina de alambre utilizada en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos. (Ver figura 10)



Figura 10: Bobina de alambre

Fuente: Silva, S (2017)

Maquinaria

El proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, está constituido por una serie de equipos, los cuales interactúan constantemente con el material en proceso, para poder llevar a cabo exitosamente la elaboración del producto final, que en este caso serían las pestañas simétricas. Toda la maquinaria y equipos mencionados anteriormente, son de la marca *Gadsden Tool Inc.* Entre ellos, se encuentra el desenrollador de alambres, el cual cumple la función de desenrollar e

integrar al proceso todos los rollos de alambres involucrados, especificados en la cédula de producción, al colocarlos en los “puestos de creel” de la misma. El desenrollador de alambre, tiene una capacidad para 32 bobinas de alambre. (Ver figura 11)



Figura11: Desenrollador de alambre

Fuente: Silva, S (2017)

Por otra parte, en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, está involucrado el Molino de la máquina, el cual, a través de cambios de temperatura, logra transformar la contextura del compuesto, hasta cierto punto requerido, ya que dicho compuesto viene en tiras de correas. El molino, es el responsable de inyectarle la goma a los alambres a medida que avanzan en el proceso, a través del cabezal del mismo, de manera que estos se adhieran y formen una especie de cinta, la cual luego de terminado el proceso, dará como resultado la pestaña del neumático. (Ver figura 12)



Figura 12: Molino

Fuente: Silva, S (2017)

Adicionalmente, para proporcionar un mayor entendimiento, se proporciona la siguiente figura en la cual se aprecia el cabezal del equipo. (Ver figura 13)



Figura 13: Cabezal de Molino

Fuente: Silva, S (2017)

Seguidamente, se encuentra el Festoon, el cual está compuesto por diferentes componentes, con funciones específicas en el proceso. Este equipo está compuesto por dos (2) tambores de enfriamiento, los cuales cumplen la función de enfriar la cinta de alambre y goma, ya que esta posee una alta temperatura luego de pasar por el cabezal del molino, en el cual se le inyecta la goma a los alambres. Seguidamente, se encuentra un (1) cilindro transformador de cinta, el cual desempeña la función de proporcionar la flexibilidad adecuada al alambre, con la finalidad de realizar sin problema alguno el empate de la pestaña al final del proceso. Por último, se encuentra una (1) torre, la cual es la responsable, en conjunto de la horma de la formadora de pestañas, de controlar y distribuir la velocidad del cuerpo desenrollador de alambres. A continuación, se muestra una figura en la que se aprecia el Festoon utilizado en el proceso. (Ver figura 14).



Figura 14: Festoon

Fuente: Silva, S (2017)

Por último, se encuentra la formadora de pestañas, la cual tiene la función primordial de formar el producto terminado del proceso, es decir, la pestaña. Entre los principales componentes de la formadora de pestañas, se encuentra el Slitter, el cual cumple la función de cortar y separar, de acuerdo a la especificación de cada código, la cinta proveniente del Festoon. Seguidamente, se encuentra el carro vía, el cual sirve como guía de la cinta ya cortada, y se puede configurar, subir o bajar de altura, de acuerdo especificación de cada pestaña. Luego, se encuentra la horma de la máquina, la cual tiene la función de proporcionarle una perfecta forma redonda de aro a la pestaña, y define el número de vueltas y el ancho del empate de la pestaña, dependiendo de su especificación. Seguidamente se encuentra el Jammer, el cual se sitúa arriba de la horma, y sirve como una guía para separar las tiras de cintas cortadas, cuando la horma está girando. Para finalizar, se encuentra la cuchilla de corte, la cual al completar la horma el número de vueltas que la especificación requiera, esta interviene y corta las cintas, convirtiéndolas finalmente en pestañas

simétricas. A continuación, se muestra una figura de la formadora de pestañas simétricas de la Pestañadora Gadsden. (Ver figura 15).



Figura: Formadora de pestañas simétricas

Fuente: Silva, S (2017)

Medio Ambiente

Se observó que el proceso de elaboración de pestañas simétricas en la planta de Goodyear de Venezuela, cuenta con un área de 240 m², el cual se encuentra bajo un techo de 6 m de altura, a una temperatura de 24°C; asimismo, en el perímetro del área se encuentran una serie de lámparas de luz suspendidas, aproximadamente a 2,80 m de altura, y a una distancia de 2 m de separación entre ellas.

A continuación, se muestra el siguiente Layout, en el cual se señala el área destinada al proceso de elaboración de pestañas simétricas, en la planta de Goodyear de Venezuela. (Ver figura 16).

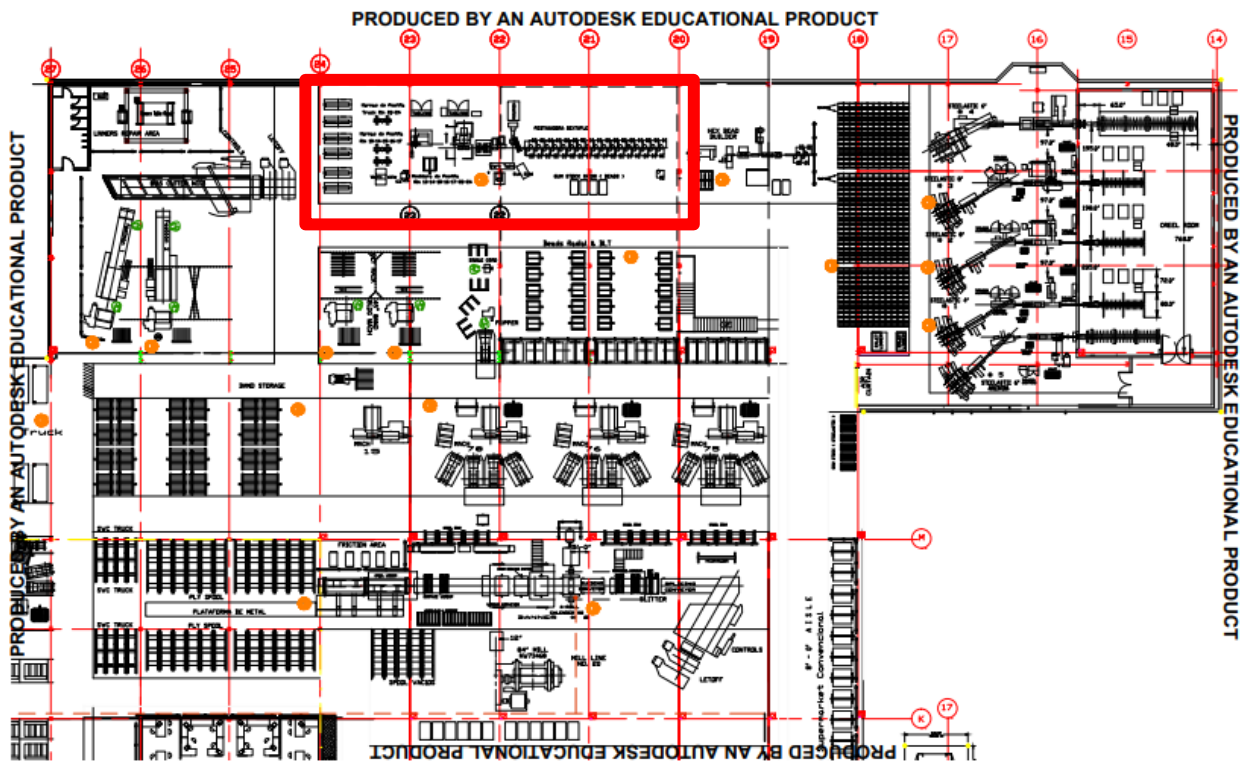


Figura 16: Layout proceso de pestañas simétricas

Fuente: Departamento de Ingeniería industrial, Goodyear de Venezuela (2017)

Mano de obra

Goodyear de Venezuela cuenta con una serie de trabajadores, de distintos departamentos, que interactúan en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, de diferentes maneras, cumpliendo diferentes funciones. Entre ellos se encuentran:

- Departamento de Calidad:

Este departamento está conformado por 5 trabajadores, que trabajan en un horario fijo de 7:30 am – 4:30 pm, de los cuales, tres (3) forman parte de labores organizativas y administrativas del departamento, y dos (2) trabajan como analistas de calidad en el área. Todo material fuera de especificación, debe ser segregado e identificado con la tarjeta de retención, y se le debe informar al líder del proceso sobre dicho material, para que de esta manera, el

líder del proceso en conjunto del analista, procedan a detectar el problema, para posteriormente detener el equipo, ajustar, arrancar, y evaluar nuevamente hasta que los parámetros del mismo estén controlados.

- Departamento de producción

El mismo está conformado por nueve (9) trabajadores, de los cuales, tres (3) forma parte de labores organizativas y administrativas del departamento, y trabajan en un horario fijo de 7:30 am – 4:30 pm, seis (6) son operadores del proceso, y trabajan en turnos rotativos, siendo el primer turno en un horario comprendido de 6:00 am - 2:00 pm, el segundo turno de 2:00 pm – 10:00 pm y el tercer turno de 10:00 pm – 6:00 am, rotando semanalmente, y uno (1) ejerce el puesto de “Leader Hand”, el cual cumple la función de líder del proceso productivo, y es el responsable de interactuar con la parte administrativa, y los trabajadores. Este departamento es el responsable de llevar a cabo el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, controlando una serie de variables, para que posteriormente el producto terminado pueda ser entregado exitosamente a los clientes internos del proceso.

- Departamento de Mantenimiento

Este departamento cuenta con once (11) trabajadores. Dos (2) de ellos son los responsables de realizar el mantenimiento preventivo en el proceso, trabajando en un horario fijo de 6:00 am a 2:00 pm, seis (6) trabajadores son responsables de realizar el mantenimiento correctivo en el proceso, dividiéndose en dos (2) trabajadores por turno, y trabajando rotativamente en los tres (3) turnos explicados anteriormente, un (1) trabajador hace la función de planificador de mantenimiento, y trabaja en un horario fijo de 7:00 am a 3:00 pm, y los otros dos (2) trabajadores forma parte de labores organizativas y administrativas del departamento, y trabajan en un horario fijo de 7:30 am – 4:30 pm. El departamento de mantenimiento participa activamente en el proceso, cada vez que

se presentan fallas en los equipos involucrados en la investigación, así como también a la hora de realizar mantenimiento, o alguna mejora que requiera de su participación.

- Departamento de Control de Producción

Este departamento está compuesto por dos (2) trabajadores, los cuales trabajan en un horario fijo de 7:30 am – 4:30 pm, ambos cumpliendo labores organizativas y administrativas en el proceso. Estos dos (2) trabajadores cumplen con el cargo de “Programador de Producción”, y “Gerente de Control de Producción”.

Métodos

- De la recolección y análisis de la muestra

Como parte del proceso del análisis las pestañas simétricas para neumáticos, antes de enviar el producto terminado a su cliente interno, el cual es “Armado”, un analista del departamento de calidad debe tomar tres (3) muestras, de los tubos de almacenaje en cada de cada uno de los carros de pestañas, trayendo cada carro de pestañas, seis (6) tubos para almacenaje, y no necesariamente el carro de pestañas debe estar lleno por completo, ya que esto depende de la programación del código a producir. El analista al tomar las muestras debe chequear y comprobar que una serie de factores cumplan con las especificaciones del código producido, tales como lo son el diámetro interno de la pestaña, el largo del empate de la pestaña, el peso de la pestaña, y el número de vueltas y de alambres utilizados. Posteriormente, el analista debe proceder a enviar un correo al jefe del departamento, indicando la aprobación o rechazo del producto.

- De los mantenimientos

Por otra parte, para la aplicación de mantenimientos preventivos, el planificador en conjunto de la gerencia del departamento de mantenimiento, es el encargado de programar los mantenimientos preventivos a realizar para

cada uno de los activos involucrados en el proceso, así como también se deben atender los mantenimientos correctivos solicitados en el área de estudio, y a partir de allí, los operadores encargados del mismo, ejecutan el mantenimiento programado, mientras que el planificador de mantenimiento hace seguimiento a las actividades.

- De las no conformidades

Cada vez que se presenta una no conformidad en el proceso productivo de las pestañas simétricas para neumáticos, el departamento de calidad convoca a un “comité” de producto no conforme, el cual tiene como finalidad segregar e identificar la raíz de las causas de la no conformidad, ya que en un mismo lote de material defectuoso, se pueden presentar distintas causas. Para su desarrollo, es necesaria la interacción activa del ingeniero de procesos del área de calidad del departamento, y de un representante del departamento de Recepción de Desperdicios, ya que, dentro del marco de dicho comité, son utilizadas distintas herramientas como los cinco ¿por qué? y el diagrama de Ishikawa, requiriendo del conocimiento de cada uno de los involucrados, para determinar de manera asertiva, las causas que han ocasionado las no conformidades de las pestañas simétricas. Luego de realizado el comité, y de finalmente concluir las causas de la no conformidad, el ingeniero de procesos del departamento de calidad, debe proceder a llenar y archivar el formato “Control de Pestañas Scrap Div A-2”, para que de ésta manera, exista registro de la segregación de las no conformidades, y esta información pueda ser cargada al sistema. Adicionalmente, se realizan diariamente reuniones, en las que participa toda la división A-2, y tratan también, las posibles causas y soluciones, referentes al producto no conforme presentado en el proceso estudiado.

Utilizando la revisión documental como una de las técnicas de recolección de datos empleadas en la presente fase del trabajo de grado, a

continuación, se muestran imágenes de los formatos de documentación utilizados en los “comité” de producto no conforme. El siguiente formato a mostrar forma parte de la primera documentación que se debe llenar en dichos comités, y la función del mismo es colocar información relevante al tema tratado, por ejemplo: código de la pestaña, defecto de la no conformidad, cantidad de producto no conforme, observaciones, fecha ocurrida, entre otras. (Ver figura 17).

CONTROL DE PESTAÑAS SCRAP DIV. A2								
FECHA: _____			TURNO _____			CUA _____		
OPEARADOR: _____			ANALISTA DE LA DIV. A2: _____					
No.	CODIGO DE PESTAÑA BE	GADSDEN O KELLY				DEFECTO		
		GODIGO	MAQUINA	CANTIDAD KG	COLOR	DEFECTO	DIV A2	OBSERVACIONES
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
				Total				

RQA-170 Rev.00 (2003/2017)

Figura 17: Formato control de pestañas scrap div. A2

Fuente: Departamento de calidad, Goodyear de Venezuela (2017)

Como complemento del formato mostrado recientemente, se presenta la siguiente figura correspondiente al diagrama de Ishikawa como herramienta de apoyo para determinar las causas de la no conformidad, en el formato de “Control de pestañas Scrap Div A-2”. (Ver figura 18).

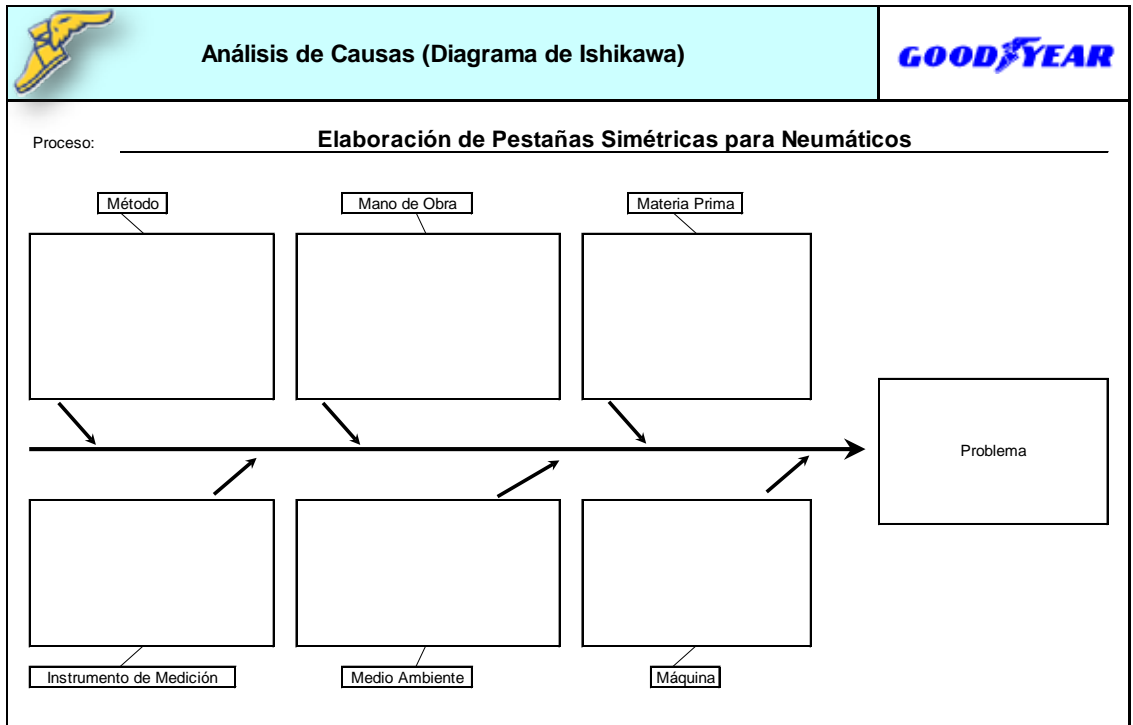


Figura 18: Diagrama de Ishikawa Goodyear de Venezuela

Fuente: Departamento de calidad, Goodyear de Venezuela (2017)

Una vez desarrollado el diagrama de Ishikawa, se procede a llenar un formato correspondiente a la obtención de la raíz de las causas más relevantes de la no conformidad, utilizando la herramienta de los cinco ¿por qué? necesario para la elaboración de los planes de acción. (Ver figura 19).

5 ¿POR QUÉ?			
N°	Causa Raíz Detectada		
1	¿Por qué?	Pregunta: Repuesta:	Por lo tanto
2	¿Por qué?	Pregunta: Repuesta:	Por lo tanto
3	¿Por qué?	Pregunta: Repuesta:	Por lo tanto
4	¿Por qué?	Pregunta: Repuesta:	Por lo tanto
5	¿Por qué?	Pregunta: Repuesta:	Por lo tanto

Figura 19: cinco ¿por qué?

Fuente: Silva, S (2017)

Las no conformidades que presenta el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, tienen como consecuencia un gran impacto económico en la empresa, ya que las pestañas simétricas que presentan no conformidades, no pueden ser reprocesadas, es decir, todo el material se pierde automáticamente, y a su vez, éstas no conformidades presentan un impacto en la marca. Por estas razones, es necesario realizar un análisis de las fallas presentes, para posteriormente diseñar un plan de mejoras en dicho proceso.

Fase II: Determinación de las causas que originan las fallas presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas.

En la presente fase, resulta necesario estudiar y analizar las fallas que presenta el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, con la finalidad de realizar una propuesta de mejoras en dicho proceso. Utilizando técnicas de recolección de datos empleadas en la presente investigación, tales como la observación directa, se ha logrado observar en diversas oportunidades condiciones y circunstancias no adecuadas en el proceso, tales como: desgaste en los segmentos de las hormas, hormas que presentan corrosión, panel de control averiado, entre otras condiciones. A continuación, se muestran imágenes de ciertas condiciones que se presentan en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos.

Segmentos de la horma de la Pestañadora “Gadsden” desgastados. (Ver figura 20)

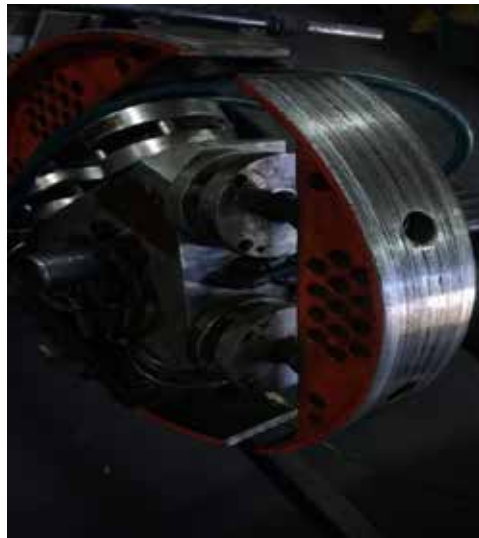


Figura 20: Horma con segmentos desgastados

Fuente: Silva, S (2017)

Hormas de la pestañadora “Gadsden” en estado de corrosión. (Ver figura 21)



Figura 21: Hormas en estado de corrosión

Fuente: Silva, S (2017)

Panel de control en la Pestañadora “Gadsden” averiado. (Ver figura 22)



Figura 22: Panel de control averiado

Fuente: Silva, S (2017)

A partir de las malas condiciones que presentan ciertos activos en el área de estudio, se han desencadenado una serie de no conformidades en el producto, las cuales perjudican significativamente a la empresa, generando un impacto económico por desperdicios. Se pretende atacar las fallas que están generando las no conformidades en las pestañas simétricas, por ésta razón, se recopiló toda la documentación generada en los “comité” de producto no conforme, así como de los formatos de “Control de pestañas Scrap Div A-2”, correspondientes a las no conformidades asociadas al proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en el lapso de tiempo comprendido entre Octubre-Noviembre del 2017, con la finalidad de elaborar un diagrama de Pareto que permita visualizar las fallas más repetitivas en el registro de dicha documentación y en su orden de frecuencia. A continuación, se muestra el diagrama de Pareto, el cual se obtuvo a partir de la recopilación mencionada anteriormente, que contiene los diferentes casos de no conformidad asociados al proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en el lapso de tiempo estudiado. (Ver figura 23).

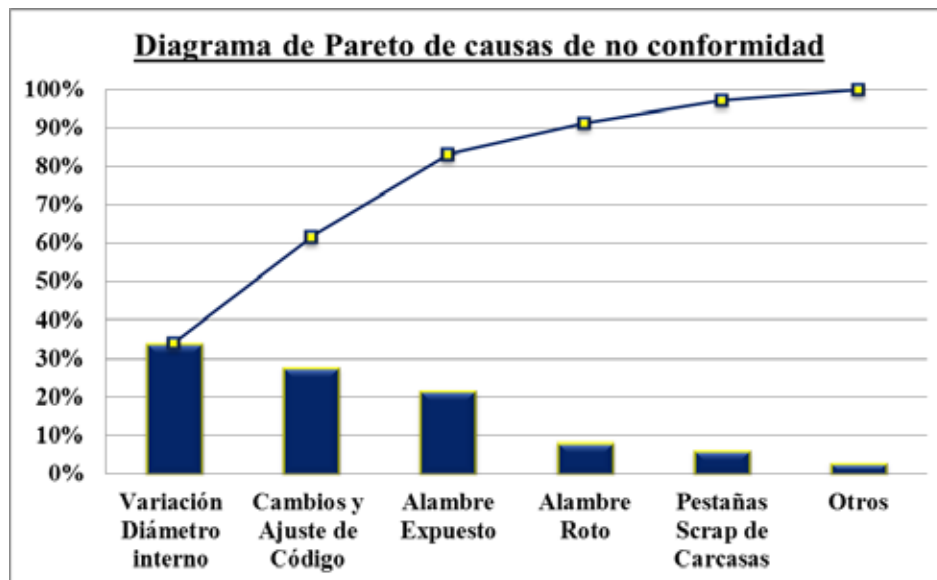


Figura 23: Diagrama de Pareto de causas de no conformidad

Fuente: Silva, S (2017)

En el presente trabajo de grado, se atacarán las tres (3) primeras causas de no conformidad más recurrentes en el proceso, dejando las causas restantes para ser estudiadas en futuras investigaciones, de modo que, se establecerán planes de acción para las siguientes causas: Variación de diámetro interno (34%), cambios y ajuste de código (28%), Alambre expuesto (21%). Se aspira analizar cada una de las causas mencionadas anteriormente antes de proceder a la elaboración de dichos planes de acción, con la finalidad de disminuir el producto fuera de especificación, en el proceso estudiado. A continuación, se realizará el análisis de causa raíz del proceso, utilizando la herramienta del Diagrama de Ishikawa. (Ver figura 24).

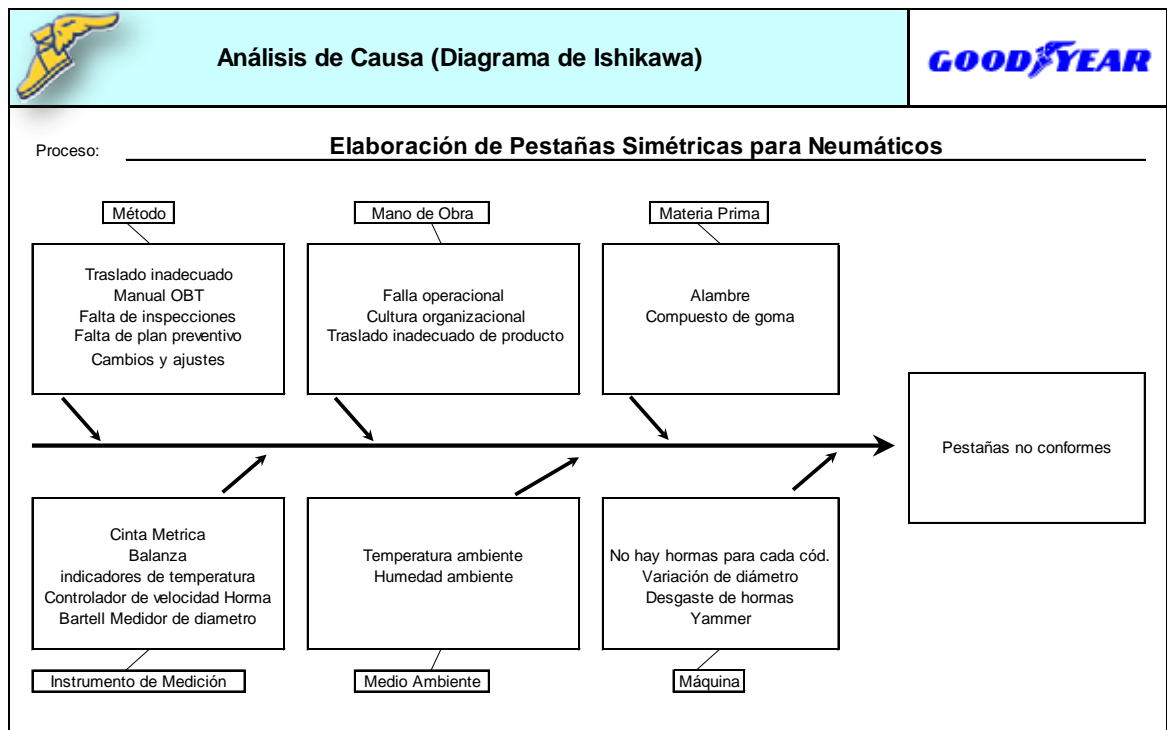


Figura 24: Diagrama de Ishikawa pestañas simétricas

Fuente: Silva, S (2017)

A partir de la elaboración del diagrama de Ishikawa realizado anteriormente, y en concordancia al diagrama de Pareto, se analizará a profundidad las tres (3) causas de no conformidad, en orden de obtener planes de acción que pretendan minimizar, o disminuir la recurrencia de dichas causas de no conformidad, en el proceso de

elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela.

Variación de diámetro interno (34%)

Actualmente, el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, cuenta con diez (10) Hormas, de las cuales sólo el 30% de ellas, se encuentran en óptimas condiciones para producir, y el resto, presenta una serie de condiciones no favorables como: Desgaste de los segmentos de la Horma, falta de mantenimiento en pistones y mangueras, entre otras. A continuación, se presenta de manera gráfica el estatus y el estado de las Hormas utilizadas en el proceso estudiado. A continuación, se presenta de manera gráfica, el estatus de las hormas de la Pestañadora Gadsden. (Ver cuadro 1).

Cuadro 1: Estatus de hormas Pestañadora Gadsden

RIN	DIÁMETRO INTERNO PESTAÑA	CANTIDAD DE HORMAS	HORMAS BUENAS CONDICIONES	HORMAS MALAS CONDICIONES
13"	13.06"	1		0
	13.08"	1		0
14"	14.06"	1		0
	14.08"	1		0
15"	15.06"	1		0
	15.14"	1		0
16"	16.08"	1		0
	16.18"			0
	16.34"	1	1	0
20"	20.70"	1	1	0
	20.82"			
24"	24.66"	1	1	0

Fuente: Silva, S (2017)

En consecuencia a las malas condiciones, con respecto a la variación del diámetro interno de las pestañas, se pretende determinar la raíz de la causa que

actualmente genera un 34% del total de las no conformidades en el presente proceso, en este sentido, se aplica la herramienta de los cinco ¿por qué? con la objetivo de determinar el plan de acción necesario que permita disminuir la causa en estudio. (Ver cuadro 2)

Cuadro 2: cinco ¿por qué? Variación de diámetro interno

5 ¿POR QUÉ?			
Nº	Variación del Diámetro Interno de las Pestañas Simétricas.		
1	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué existe variación en el diámetro interno de las pestañas simétricas? Repuesta: Porque las hormas no se encuentran en óptimas condiciones.	Por lo tanto
2	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué las hormas no se encuentran en óptimas condiciones? Repuesta: Porque las hormas presentan desgaste en sus componentes.	Por lo tanto
3	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué las hormas presentan desgaste en sus componentes? Repuesta: Porque no existe una inspección que se le realice a los componentes de las hormas.	Por lo tanto
4	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué no existe una inspección que se le realice a los componentes de las hormas? Repuesta: Porque a las hormas no se le aplica el mantenimiento preventivo adecuado	Por lo tanto
5	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué a las hormas no se les aplica el mantenimiento preventivo adecuado? Repuesta: Porque las hormas en la Pestañadora Gadsden no cuentan con un plan de mantenimiento preventivo.	Por lo tanto

Fuente: Silva, S (2017)

Luego de haber realizado el análisis de la raíz de la causa, a través de la herramienta de los cinco ¿por qué? se plantea la propuesta de compra de nuevas hormas, así como también, se plantea la propuesta de reparación de las hormas que actualmente posee la empresa, y por último, se plantea también, la propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado específicamente en las hormas de la Pestañadora Gadsden, y se procede a analizar la segunda causa de no

conformidad más recurrente en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticas.

Cambios y ajuste de código (28%)

Cómo toda organización que cuenta con una amplia cantidad de productos, sus procesos, por lo general se deben adaptar a diferentes especificaciones que exige un determinado producto, para cumplir satisfactoriamente con la fabricación del mismo. Goodyear de Venezuela no es la excepción en este aspecto, es por esto, que en el proceso de elaboración de pestañas simétricas, se deben cumplir una serie de especificaciones para cada medida de pestaña especificada por el Running Card diariamente. En el “Manual OBT Procedimiento de trabajo de pestañadoras” se especifica que al inicio de cada corrida de producción en el que se deba realizar un cambio de código, el operador debe tomar una pestaña, y chequear el diámetro de la misma utilizando el medidor de diámetro “Bartell”, y compararlo con el especificado en el Running Card. En el caso de que dicho diámetro no concuerde con el especificado, el operador deberá realizar los ajustes pertinentes a la máquina, y volver a repetir este procedimiento (chequear el diámetro) el número de veces que sea necesario para que el producto se sitúe dentro de especificaciones, y posteriormente, desechar todas las pestañas que no cumplieron con los requerimientos estipulados. A continuación se aplica la herramienta de los cinco ¿por qué? en referencia a la presente causa de estudio, en conjunto del plan de acción resultante de la misma. (Ver cuadro 3).

Cuadro 3: cinco ¿por qué? Cambios y ajuste de código

5 ¿POR QUÉ?			
Nº	Cambios y Ajuste de Código		
1	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué existen pérdidas por cambio y ajuste de código? Repuesta: Porque se debe realizar una prueba de diámetro interno a las pestañas cada vez que inicie el proceso productivo en la Pestañadora Gadsden.	Por lo tanto
2	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué se le debe realizar una prueba de diámetro interno a las pestañas cada vez que inicie el proceso productivo en la Pestañadora Gadsden? Repuesta: Porque el operador se debe asegurar que el lote de producción estará dentro de las especificaciones antes de empezar a producir.	Por lo tanto
3	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué el operador se debe asegurar que el lote de producción estará dentro de las especificaciones antes de empezar a producir? Repuesta: Porque es posible que la horma no se encuentre calibrada correctamente, y que las pestañas no estén dentro de especificaciones.	Por lo tanto
4	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué es posible que la horma no se encuentre calibrada correctamente y que las pestañas no estén dentro de especificaciones? Repuesta: Porque se utiliza una misma horma para producir diferentes códigos, los cuales tienen medidas diferentes, por lo cual la horma se ajusta acorde al código solicitado manualmente.	Por lo tanto
5	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué se utiliza una misma horma para producir diferentes códigos? Repuesta: Porque no hay una horma para cada código de pestañas.	Por lo tanto

Fuente: Silva, S (2017)

A partir de la aplicación de los cinco (5) ¿por qué? en la presente causa, se plantea la propuesta de compra de nuevas hormas, y a su vez, se plantea la propuesta de modificación del procedimiento actual de los cambios y ajustes de código, en conjunto de una propuesta de creación de dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke), y se procede con el análisis de la tercera causa más recurrente en el proceso estudiado en la presente investigación.

Alambre expuesto (21%)

Al ser las pestañas simétricas un componente del neumático que no es posible reprocesar, debido a la importancia que repercute en este componente en lo que

respecta a la seguridad y calidad del neumático, el trato que se le da a las mismas debe ser el más óptimo. La presente causa de no conformidad por “Alambre expuesto” consiste en que a un segmento de la pestaña, independientemente de su tamaño, tenga visible el alambre utilizado para su construcción, en vez de estar recubierto totalmente por el compuesto de goma que se utiliza en el proceso. Como se mencionó anteriormente, este segmento de alambre puede ir desde una pequeña porción de alambre visible, hasta una o más vueltas enteras que se despegan del mismo, posicionándose las pestañas simétricas que presentan este defecto, como un desperdicio para la organización. A continuación, se muestra una figura en la que se evidencia una pestaña simétrica, que presenta la causa de no conformidad de “Alambre expuesto”. (Ver figura 25).



Figura 25: Pestaña simétrica alambre expuesto

Fuente: Silva, S (2017)

Dándole continuidad a los análisis de raíz de las causas de no conformidades tratados anteriormente, se mostrará la herramienta de análisis utilizada de los cinco ¿por qué?, en conjunto del plan de acción a proponer para la causa estudiada. (Ver cuadro 4).

Cuadro 4: cinco ¿por qué? Alambre expuesto

5 ¿POR QUÉ?			
Nº	Alambre Expuesto en Pestañas Simétricas.		
1	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué en las pestañas se presenta el defecto de "Alambre expuesto"? Repuesta: Porque la goma de la pestaña se despega al momento de que el operador la necesita, y la agarra en el área de "Armado".	Por lo tanto
2	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué la goma de la pestaña se despega en el momento que el operador agarra? Repuesta: Porque la goma de la pestaña se queda pegada con la pestaña que tiene detrás de ella.	Por lo tanto
3	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué la goma de la pestaña se queda pegada con la pestaña que tiene detrás de ella ? Repuesta: Porque en el carro de pestañas, las pestañas están muy unidas y presionadas.	Por lo tanto
4	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué en el carro de pestañas, las pestañas están muy unidas y presionadas? Repuesta: Porque el operador introduce en el carro de pestañas el número de pestañas permitidas, y las empuja ocasionalmente hacia el fondo del carro para hacer espacio.	Por lo tanto
5	¿Por qué?	Pregunta: ¿Por qué el operador introduce en el carro de pestañas el número de pestañas permitidas, y las empuja ocasionalmente hacia el fondo del carro para hacer espacio? Repuesta: Porque el carro de pestañas y sus métodos de uso están diseñados de esa manera.	Por lo tanto

Fuente: Silva, S (2017)

Luego de que se ha empleado la herramienta de los cinco ¿por qué? en la presente causa, se plantea la propuesta de modificación de los carros utilizados actualmente para almacenar las pestañas simétricas, en la planta de Goodyear de Venezuela.

Fase III: Diseño del plan de mejoras para el proceso de elaboración de pestañas simétricas.

Una vez definidas, estudiadas y analizadas las causas que generan un mayor impacto en las no conformidades presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas, se procede a elaborar una serie de planes de acción para dichas causas, con el propósito de disminuir la cantidad de desperdicios que el proceso posee actualmente. Desarrollar el plan de mejoras le permitirá a la empresa desarrollar

mecanismos, que le proveerán la oportunidad de reducir el impacto económico y de marca a causa de las no conformidades presentes en el proceso estudiado, así como también, le permitirá alcanzar metas propuestas a futuro. A continuación, se presentan los planes de acción propuestos por cada causa de no conformidad estudiada presente en el proceso. (Ver cuadro 5).

Cuadro 5: Causas de no conformidad y planes de acción

Cuadro de causas de no conformidad y planes de Acción			
N°	%	Causas de no conformidad	Planes de Acción
1	34%	Variación diámetro interno en las pestañas simétricas	Reparación de hormas
			Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas
			Compra de nuevas hormas
2	28%	Cambios y ajuste de código	Modificación de procedimiento y creación de dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke)
3	21%	Alambre expuesto	Modificación de carros de almacenamiento de pestañas simétricas

Fuente: Silva, S (2018)

Reparación de hormas.

La elaboración de la presente propuesta, le permitirá a la organización minimizar notablemente las no conformidades que actualmente existen en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, correspondientes a la causa de “Variación de diámetro interno en las pestañas simétricas”, las cuales representan un 34% del total de las no conformidades. Como en todo proceso productivo, es indispensable que los componentes de la maquinaria involucrada en el mismo, se encuentren en óptimas condiciones, para que favorezcan a la eficiencia del proceso, y se puedan evitar pérdidas de diferentes tipos.

Con la ayuda de la anterior realización del análisis de los cinco ¿por qué?, se puede evidenciar, que el principal problema de que las pestañas simétricas producidas en el proceso, presenten no conformidades correspondientes a la variación del

diámetro interno, es debido al estado en que actualmente se encuentran las hormas, ya que se observa, que las mismas presentan desgaste en sus segmentos, lo cual disminuye la precisión en el diámetro interno al momento de que se forman las hormas. A continuación, se muestra una figura en la que se puede apreciar el estado de desgaste en el que se encuentran los segmentos de una de las hormas utilizadas en el proceso estudiado, en la pestañadora Gadsden. (Ver figura 26).



Figura 26: Segmentos de horma desgastados

Fuente: Silva, S (2017)

El procedimiento que se propone para reparar las hormas de la pestañadora Gadsden, consiste en desarmar los segmentos de las hormas que se encuentren en estado de desgaste, para posteriormente, rellenar las cavidades desgastadas del segmento, soldándolos, utilizando aproximadamente 2 kg de electrodos 6013 3/32 para cada horma. Luego de que se ha realizado el trabajo mencionado anteriormente, se propone que dichos segmentos se mecanicen en el torno de la empresa, removiendo los excesos de soldadura, para posteriormente obtener como resultado, la total uniformidad de los segmentos. Asimismo, para lograr una relación visual de cada uno de las etapas del procedimiento propuesto para la reparación de las hormas, se muestra la siguiente figura compuesta por una recopilación de imágenes, de cada una de las etapas. (Ver figura 27).

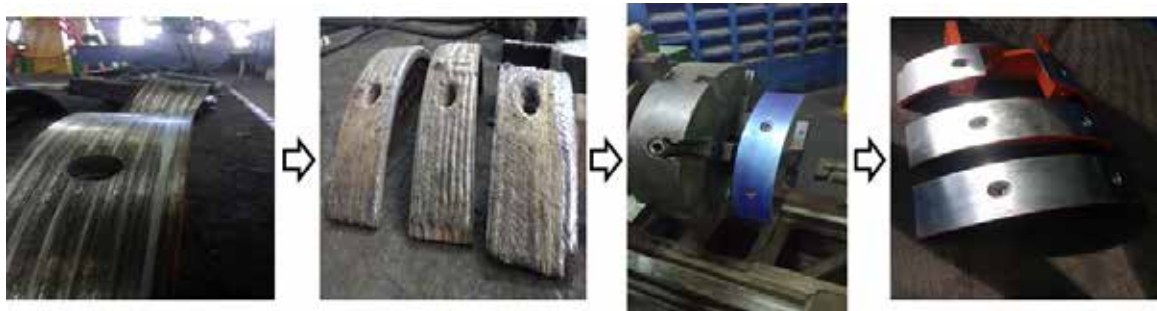


Figura 27: Etapas procedimiento de reparación de hormas

Fuente: Silva, S (2017)

Luego de la realización de la presente propuesta referente a la reparación de las hormas que se encuentran en estado de desgaste, se pretende minimizar el producto no conforme, correspondiente a la causa de “Variación de diámetro interno en las pestañas simétricas”. La aplicación de la presente propuesta, disminuiría en su totalidad, la variación en la superficie desgastada, que actualmente presenta el 70% de las hormas disponibles en la Pestañadora Gadsden, siendo esta la principal razón de que las pestañas simétricas producidas en el proceso estudiado, presenten la causa de no conformidad de “Variación de diámetro interno en las pestañas simétricas”.

Elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas.

En correspondencia con el análisis de la raíz de la causa de “Variación de diámetro interno” realizado previamente, empleando la herramienta de los cinco ¿por qué?, se plantea la propuesta de mejora de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo, enfocado específicamente en las hormas de la Pestañadora Gadsden, en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos . Con la presente propuesta, se busca prevenir y evitar que se produzcan no conformidades, correspondientes a la variación del diámetro interno de las pestañas simétricas, las cuales representan un 34% del total de las causas de no conformidad, siendo la de mayor recurrencia entre todas las causas de no conformidad en el proceso estudiado.

Dicha propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas, pretende alargar la vida útil de las mismas por medio de la

inspección, el ajuste, la limpieza y el reemplazo de piezas y componentes del equipo, librando así, a la empresa de la necesidad de comprar nuevas hormas para el proceso, cada vez que una de ellas no se encuentre en condiciones óptimas.

Para la elaboración del plan de mantenimiento preventivo, enfocado en las hormas de la Pestañadora Gadsden, en conjunto del departamento de mantenimiento, se realizó un análisis de los componentes que lo conforman, entre los cuales se encuentran los segmentos, los tornillos y tuercas de graduación, el O-ring central, los resortes, las conexiones y los pistones. Como se mencionó anteriormente, en conjunto del departamento de mantenimiento y por medio de la observación directa, se estudió cada uno de los componentes, y se plantearon las frecuencias para cada una de las actividades que se deben realizar, para de esta manera, elaborar exitosamente dicho plan de mantenimiento preventivo, en conjunto de su debido checklist de verificación de la realización de actividades, y el cronograma determinado para realizar las actividades de acuerdo a lo estipulado en el plan de mantenimiento, y que de esta manera, la empresa sea capaz de mantener un constante seguimiento y comprobación del correcto funcionamiento de los componentes involucrados en dicho plan. De acuerdo a lo mencionado previamente, a continuación, se muestra el plan de mantenimiento propuesto, correspondiente al plan de acción de la causa de “Variación de diámetro interno”. (Ver figura 28).


		PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS FORMAS DE LA PESTAÑADORA GADSDEN					REVISIÓN:
C.A. GOODYEAR DE VENEZUELA							PÁGINA:
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO							
ACTIVIDAD	No.	COMPONENTE	QUÉ SE DEBE HACER	DURACIÓN	REQUERIMIENTOS	FRECUENCIA	RESPONSABLE
Inspección	1	Tornillos y tuercas de graduación	Verificar que los tornillos y tuercas no se encuentren aislados.	15 min	Destornillador, llave ajustable y alicate. Visual.	2 veces / mes	Mecánico de mantenimiento y operadores.
	2	Segmentos	Verificar si existe desgaste.	6 min	Visual.	2 veces / mes	Mecánico de mantenimiento y operadores.
	3	Pistones	Verificar que no existan botes de aceite ni retornos	10 min	Destornillador, llave ajustable y alicate. Visual.	2 veces / mes	Mecánico de mantenimiento y operadores.
	4	Resortes	Verificar que no exista deformaciones y que no estén vencidos.	12 min	Destornillador, llave ajustable y alicate. Visual.	2 veces / mes	Mecánico de mantenimiento y operadores.
	5	Conexiones	Verificar el estado de las conexiones.	18 min	Destornillador, llave ajustable y alicate. Visual.	2 veces / mes	Mecánico de mantenimiento y operadores.
	6	O-ring central	Verificar que no existan filtraciones ni suciedad.	10 min	Destornillador, llave ajustable y alicate. Visual.	2 veces / mes	Mecánico de mantenimiento y operadores.
Ajuste	8	Tornillos y tuercas de graduación	Ajustar los tornillos y tuercas	40 min	Llave de 1" y llave Allen de 3/8"	2 veces / mes	Mecánicos de mantenimiento.
	9	Conexiones	Ajustar conexiones	30 min	Llave ajustable y alicate.	2 veces / mes	Mecánicos de mantenimiento.
Limpieza	10	O-ring central	Limpiar con estopa o paño de tela.	40 min	Estopa/paño de tela	2 veces / mes	Mecánicos de mantenimiento.
	11	Conexiones	Limpiar con desengrasante usando la estopa o paño de tela.	40 min	Desengrasante, estopa/paño de tela.	2 veces / mes	Mecánicos de mantenimiento.
Reemplazo	12	Conexiones	Se retiran las tuercas de las conexiones y se reemplazan por las nuevas	1 h	Llave de medida específica para cada horma.	1 vez / año	Mecánicos de mantenimiento.
	13	Pistón	Se retira el tornillo base y se coloca el nuevo componente, o se reemplazan los sellos.	1 h	Llave allen.	1 vez / año	Mecánicos de mantenimiento.
	14	O-ring central	Se retiran los tornillos y se despegan el O-ring con un destornillador y se coloca el nuevo.	1 h	Destornillador y llave.	1 vez / año	Mecánicos de mantenimiento.
	15	Tornillos y tuercas de graduación	Se retira los tornillos tuercas y se reemplazan por unos nuevos	1 h	Llave de 1" y llave Allen de 3/8"	1 vez / año	Mecánicos de mantenimiento.

Figura 28: Plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas

Fuente: Silva, S (2018)

A continuación, se muestra el checklist de la verificación de realización de actividades elaborado, que acompañara a dicho plan de mantenimiento establecido. (Ver figura 29).


		CHECKLIST ACTIVIDADES DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA LAS HORMAS DE LA PESTAÑADORA GADSDEN					REVISIÓN:
							PÁGINA:
DEPARTAMENTO DE MANTENIMIENTO							
ACTIVIDAD	No.	COMPONENTE	QUÉ SE DEBE HACER	DURACIÓN	FECHA	RESPONSABLE	FIRMA
Inspección	1	Tornillos y tuercas de graduación	Verificar que los tornillos y tuercas no se encuentren aislados.	15 min			
	2	Segmentos	Verificar si existe desgaste.	6 min			
	3	Pistones	Verificar que no existan botes de aceite ni retornos	10 min			
	4	Resortes	Verificar que no exista deformaciones y que no estén vencidos.	12 min			
	5	Conexiones	Verificar el estado de las conexiones y mangueras.	18 min			
	6	O-ring central	Verificar que no existan filtraciones ni suciedad.	10 min			
Ajuste	8	Tornillos y tuercas de graduación	Ajustar los tornillos y tuercas	40 min			
	9	Conexiones	Ajustar conexiones	30 min			
Limpieza	10	O-ring central	Limpiar con estopa o paño de tela.	40 min			
	11	Conexiones	Limpiar con desengrasante usando la estopa o paño de tela.	40 min			
Reemplazo	12	Conexiones	Se retira las tuercas de las mangueras de las conexiones y se reemplazan por las nuevas	1 h			
	13	Pistón	Se retira el tornillo base y se coloca el nuevo componente, o se reemplazan los sellos.	1 h			
	14	O-ring central	Se retiran los tornillos y se despegan el O-ring con un destornillador y se coloca el nuevo.	1 h			
	15	Tornillos y tuercas de graduación	Se retira los tornillos tuercas y se reemplazan por unos nuevos	1 h			

Figura 29: Checklist actividades de mantenimiento preventivo

Fuente: Silva, S (2018)

Seguidamente, se presenta el cronograma determinado, para realizar las actividades del plan de mantenimiento preventivo propuesto, según las frecuencias que indica el mismo, en las semanas del año. (Ver figura 30).

Se pretende que a partir de la mejora propuesta, de la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas, como se dijo anteriormente, se minimicen ampliamente las fallas y averías que causan en el proceso, producto no conforme a causa de la variación del diámetro interno que presentan las pestañas simétricas, que actualmente representa la mayor causa producto no conforme en el proceso de elaboración de pestañas simétricas. La aplicación de dicha propuesta, representa además, un ahorro para la organización, al evitar o posponer, la compra de nuevos equipos, al prolongar la vida útil de los mismos, proporcionalmente.

Compra de nuevas hormas.

En el cuadro mostrado anteriormente, se puede apreciar la cantidad de códigos de pestañas simétricas que actualmente produce la empresa, así como también, se observa la cantidad de hormas disponibles y la condición en la que se encuentra (Ver cuadro 1). En consecuencia, se puede evidenciar que actualmente existen diez (10) hormas, de las cuales sólo tres (3) se encuentran en buenas condiciones, para satisfacer las necesidades de producción de doce (12) códigos de pestañas simétricas distintos. Analizando las causas de no conformidad de “Variación de diámetro interno” y “Cambios y ajuste de código”, se establecerá como propuesta de mejora, la compra de nuevas hormas para el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en la planta de Goodyear de Venezuela.

Referente a la causa de “Variación de diámetro interno”, la propuesta de mejora planteada, se debe a que el 70% de las hormas disponibles actualmente no se encuentran en condiciones óptimas para trabajar y garantizar la calidad en el proceso productivo, generando una gran cantidad de producto no conforme, debido a la causa mencionada anteriormente.

Asimismo, haciendo referencia a la causa de “Cambio y ajuste de código”, la propuesta de mejora establecida, se debe a que actualmente existen diez (10) hormas para satisfacer las necesidades de producción de doce (12) códigos de pestañas simétricas distintos, como se mencionó anteriormente, lo cual produce que en distintos casos se utilice una misma horma para producir códigos diferentes,

ocasionando que los operadores necesiten calibrar los segmentos de las hormas varias veces al día en algunas oportunidades, incrementando las posibilidades de recurrencia de producto no conforme, ya sea por la causa de “variación de diámetro interno” o por la causa de “Cambios y ajuste de código”. Asimismo, se incrementan las posibilidades de que los segmentos de las hormas no se encuentren perfectamente calibrados, de acuerdo a las especificaciones que exige el código a producir. A continuación, para proporcionar un mayor entendimiento, se muestra una figura de una horma con sus respectivos segmentos descalibrados. (Ver figura 31).



Figura 31: Horma con segmentos descalibrados

Fuente: Silva, S (2018)

Actualmente, la empresa fabricante y proveedora de tales hormas, recibe el nombre de Gadsden Tool Inc, y se encuentra ubicada en Alabama, Estados Unidos. Se pretende que a partir de la propuesta de mejora planteada previamente, se minimice en un 100% la recurrencia de las no conformidades, de las dos causas involucradas. Respecto a la causa de “Variación de diámetro interno”, porque se reemplazarán las hormas que no presentan condiciones óptimas para operar, por unas totalmente nuevas, eliminando por completo la posibilidad de que se presenten no conformidades a causa de variación del diámetro interno, por irregularidades y desgaste que pueda haber en la superficie de los segmentos de las hormas, y con respecto a la causa de “Cambios y ajuste de código”, debido a que se eliminará por

completo la actividad que debe realizar el operador, de calibrar la horma para satisfacer las especificaciones de algún código en específico, ya que para que la propuesta sea exitosa, se pretende que la compra de las hormas sea de una horma para cada código, respectivamente, y de acuerdo a las especificaciones de cada código. A continuación, se procede a la realización del estudio de la propuesta de mejora, correspondiente a la causa de no conformidad de “Cambios y ajustes de código”.

Modificación de procedimiento y creación de dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke).

La elaboración de la presente propuesta, le permitirá a la empresa Goodyear de Venezuela, minimizar las no conformidades presentes en el proceso, correspondientes a los cambios y ajustes de código. Es indispensable que el procedimiento de cambio y ajuste de código que actualmente se emplea en el proceso de elaboración de pestañas simétricas sea modificado, de manera que sea lo más favorable posible para el proceso. A continuación, se presenta el procedimiento utilizado actualmente referente a los cambios y ajustes de código de pestañas. (Ver figura 32).

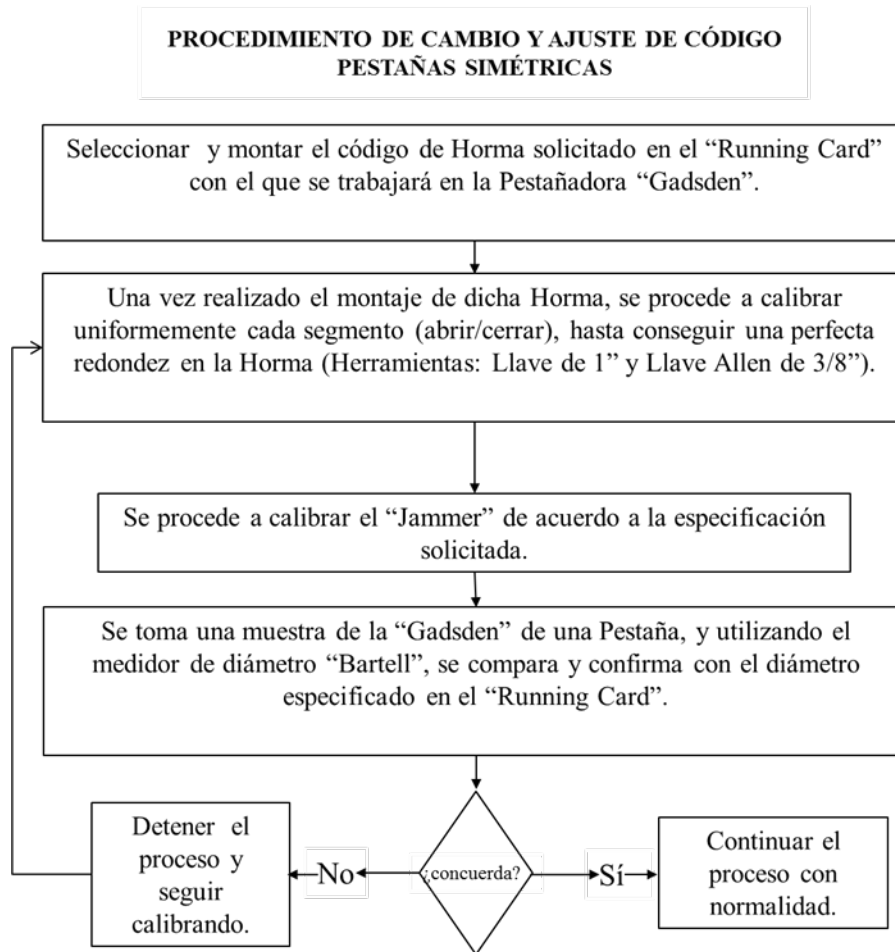


Figura 32: Procedimiento de cambio y ajuste de código

Fuente: Departamento de calidad, Goodyear de Venezuela (2018)

En el procedimiento de cambio y ajuste de código de pestañas simétricas presentado anteriormente, se puede evidenciar la impropiedad del mismo. Dicho procedimiento no es el más apropiado para la realización de la actividad de cambios y ajustes de código, ya que al ser este procedimiento realizado de manera manual, existe una gran posibilidad de que puedan ocurrir errores, que le cuesten dinero a la compañía, específicamente a causa de las no conformidades por cambio y ajuste de código. Es por esto, que se planteará la propuesta de mejora para atacar la causa de no conformidad por cambio y ajuste de código, de la modificación del procedimiento de cambio y ajuste de pestañas simétricas, en conjunto de la creación de un dispositivo a

prueba de errores (Poka-Yoke) incluido en el procedimiento, que permita minimizar las no conformidades por dicha causa en el proceso estudiado, las cuales corresponden al 28% de las totales.

Dicha propuesta de creación de un dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke), consistirá básicamente en un patrón, compuesto de un aro de aluminio, de un espesor adecuado, que posea de diámetro interno, la misma medida que el código de la pestaña simétrica que solicita el Running Card. Cabe destacar que para que dicha propuesta sea exitosa, debe existir un patrón por cada código de pestaña simétrica existente. A continuación se muestra una figura del patrón mencionado previamente. (Ver figura 33).



Figura 33: Patrón para hormas a prueba de errores

Fuente: Silva, S (2018)

De esta manera, cuando el operador se encuentre en la fase del procedimiento en el que calibra la horma, dicho patrón sea insertado en ella, creando una especie de límite o techo para los segmentos de la horma, para que de este modo el operador calibre los segmentos hasta que todas las partes del mismo se encuentren en contacto con el patrón. Así mismo, para lograr una relación visual de lo explicado anteriormente, a continuación se presenta una figura que muestra el modo de la utilización del patrón mencionado anteriormente. (Ver figura 34).



Figura 34: Modo de utilización de patrón

Fuente: Silva, S (2018)

Luego de haber explicado de qué trata dicho dispositivo a prueba de errores (PokaYoke), así como su propósito, se procede a efectuar la propuesta de mejora planteada, de la realización de una modificación en el procedimiento de cambio y ajuste de código en las pestañas simétricas, incluyendo en dicha modificación, el patrón planteado anteriormente. A continuación, se muestra el procedimiento de cambio y ajuste de códigos de pestañas simétricas, con las modificaciones pertinentes planteadas en la presente propuesta de mejora. (Ver figura 35).

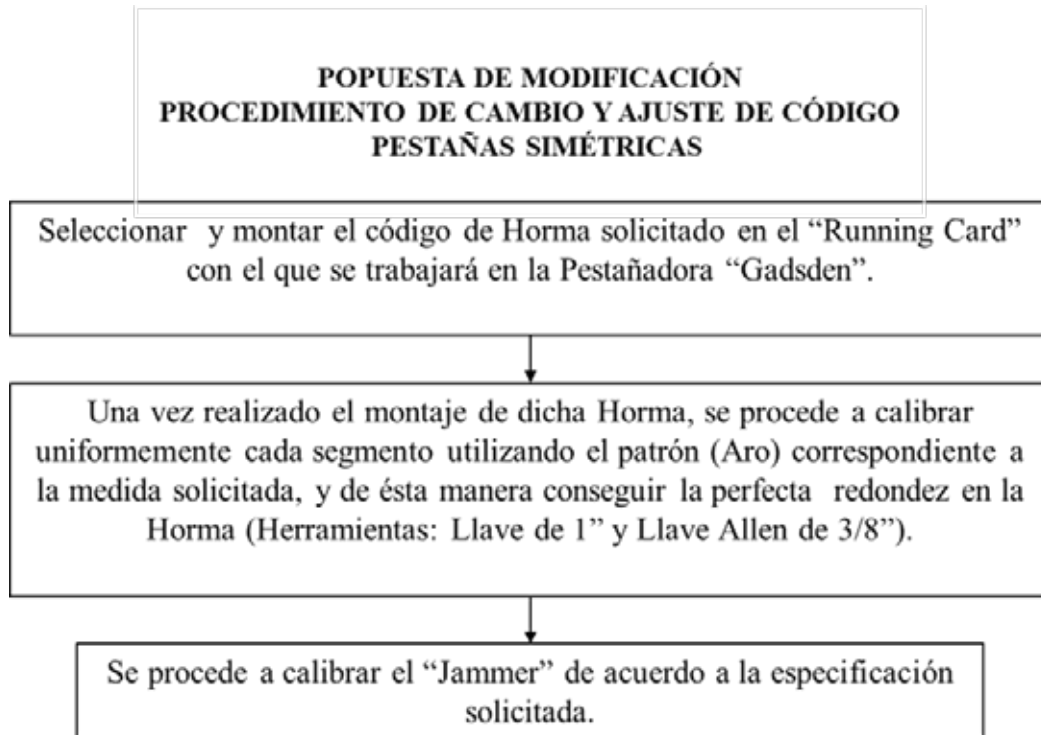


Figura 35: Propuesta de modificación de procedimiento de cambio y ajuste de código

Fuente: Silva, S (2018)

Luego de la realización de la presente propuesta mejoras de modificación del procedimiento de cambio y ajuste de códigos de pestañas simétricas, incluyendo en ella la utilización del dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke) planteada anteriormente, se pretende erradicar la tercera causa de no conformidades en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, correspondiente a los cambios y ajustes de código, en un 100%, reduciendo de esta manera los costos monetarios y de tiempo en el proceso en estudio, atribuibles a la presente causa. Por último, se realizará el estudio de la propuesta de mejora, correspondiente a la causa de no conformidad de "Alambre expuesto", representando el 21% de las no conformidades en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos.

Modificación de carros de almacenamiento de pestañas simétricas.

En correspondencia con el análisis de la raíz de la causa de “Alambre expuesto”, realizado anteriormente, específicamente utilizando la herramienta de los cinco ¿por qué?, se establece la propuesta de mejora de la realización de una modificación en los carros de almacenamiento de pestañas simétricas, con la pretensión de disminuir la recurrencia de la presente causa estudiada. Dicha propuesta de modificación consiste básicamente en disminuir al área de contacto que poseen las pestañas entre sí, pretendiendo reducir sustancialmente la presión que ejercen entre ellas al ser almacenadas en el carro de almacenamiento de pestañas simétricas, y por ende, cómo se mencionó previamente, disminuir la recurrencia de la presente causa en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, la cual actualmente representa un 21% del total de las causas de no conformidad. A continuación se muestra una figura de un carro de almacenamiento de pestañas simétricas vacío, utilizado actualmente en dicho proceso. (Ver figura 36)



Figura 36: Carro de almacenamiento de pestañas simétricas vacío

Fuente: Silva, S (2018)

Adicionalmente, para lograr una relación visual, se presenta la siguiente figura de un carro de almacenamiento de pestañas simétricas lleno u ocupado. (Ver figura 37).



Figura 37: Carro de almacenamiento de pestañas simétricas lleno.

Fuente: Silva, S (2018)

Ya mostradas las figuras anteriores, que hacen referencia al carro de almacenamiento de pestañas simétricas, con y sin pestañas, se procede a efectuar la propuesta de mejoras planteada, que consiste en una modificación en los carros de almacenamiento de pestañas simétricas. Dicha propuesta, será realizada en el software de diseño SolidWorks, el cuál es un software CAD (diseño asistido por computadora) para modelado mecánico en 2D y 3D, desarrollado en la actualidad por SolidWorks Corp. Dicho diseño, fue realizado en conjunto a personal de la empresa, los cuales prestaron su total apoyo y conocimientos en dicho software, para poder llevar a cabo exitosamente la propuesta planteada.

La modificación a los carros de almacenamiento de pestañas simétricas, que se propone en el presente trabajo de grado, consiste en trasladar los tubos de almacenamiento que se encuentran en la parte inferior del carro de almacenamiento, hacia arriba, de manera que permanezcan a una distancia aproximada de 25 cm con respecto a los tubos de almacenamiento superiores. En relación al almacenamiento de las pestañas simétricas, se propone que a la hora de ser insertadas en los tubos de almacenamiento, estas sean distribuidas en los dos tubos equitativamente, pero con la condición, de que se inserte una pestaña simétrica en el tubo superior, y la siguiente se inserte en el tubo inferior, sucesivamente, hasta llenarlo completamente, o hasta

que se cumpla con la producción estipulada en el Running Card. A continuación, para lograr una relación visual, se presenta una figura realizada con el software SolidWorks, de un carro de almacenamiento de pestañas simétricas, con los lineamientos propuestos anteriormente. (Ver figura 38).



Figura 38: Propuesta de carros de almacenamiento

Fuente: Goodyear de Venezuela y Silva, S(2018)

Adicionalmente, se muestra una figura desde otra perspectiva, de un carro de almacenamiento de pestañas simétricas, modificado según lo propuesto anteriormente, realizado con el software SolidWorks. (Ver figura 39).



Figura 39: Propuesta de carros de almacenamiento (perspectiva dif.)

Fuente: Goodyear de Venezuela y Silva, S(2018)

Se pretende que a partir de la propuesta de mejora de la realización de una modificación en los carros de almacenamientos de pestañas simétricas, se pueda minimizar sustancialmente el 21% de las causas de no conformidad en el proceso, correspondiente a la causa de “Alambre expuesto”, ya que se disminuiría aproximadamente en un 98% el contacto entre las pestañas simétricas almacenadas, y por ende, disminuirían notablemente las posibilidades de ocurrencia de la causa en estudio, al momento de que los trabajadores necesiten disponer de las pestañas simétricas. A partir de lo mencionado, se estima una minimización de la causa correspondiente a “Alambre expuesto”, en el proceso de elaboración de pestañas simétricas, con la propuesta planteada anteriormente.

Fase IV: Evaluación del impacto económico del plan de mejoras con respecto a la situación actual de la empresa.

Luego de realizados los cinco (5) planes de acción que conforman el plan de mejoras del presente trabajo de grado, en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, en la empresa Goodyear de Venezuela, se pretende

minimizar las tres (3) causas de no conformidad en dicho proceso. En la presente fase, se realizará una evaluación económica de las propuestas realizadas en la fase anterior, por lo que se evaluarán los costos que se requieren para tal inversión, y si se justifica con los beneficios que dichas propuestas traerán a la empresa.

Cabe destacar, que todos los costos necesarios para realizar el cálculo y la evaluación del impacto económico de los planes de acción establecidos anteriormente, fueron suministrados por el departamento de costos, el departamento de mantenimiento, y por el taller de matricería. Asimismo, cabe señalar que dichos costos fueron suministrados por la base de datos de costos e inventarios, del sistema SAP, en cada departamento y área mencionada anteriormente, utilizado por la compañía.

A continuación, se realizará una evaluación económica de los costos asociados a cada una de las cinco (5) propuestas planteadas anteriormente, con respecto al beneficio de erradicar aproximadamente el 83% del problema estudiado.

Costos asociados a la reparación de hormas.

Partiendo de la propuesta de reparación de hormas, de la Pestañadora Gadsden, correspondiente a la causa de “Variación de diámetro interno de pestañas simétricas”, se realizó el análisis de los costos asociados a dicha propuesta, tomando en cuenta que todas las herramientas, maquinaria y suministros, actualmente, forman parte de los activos de la empresa, así como también la mano de obra que se requiere, disminuyendo notablemente los costos involucrados para dicha propuesta. A continuación, se presenta la tabla en la cual se realiza el desglose de los costos asociados a la propuesta de reparación de hormas. (Ver tabla 3).

Tabla 3: Costos asociados a la reparación de hormas.

REQUERIMIENTOS PARA LA REPARACIÓN DE UNA (1) HORMA	CANTIDAD (tiempo-Kg)	FRECUENCIA	COSTO APROXIMADO
Costo utilización de Torno	3 horas	1 vez	3 x 25.000 BsF
Mano de obra Torno	4 horas	1 vez	3 x 6.000 BsF
Costo utilización de Soldadora	2 horas	1 vez	2 x 500 BsF
Mano de obra Soldadora	2 horas	1 vez	2 x 6.000 BsF
Costo utilización otras herramientas	1 hora	1 vez	100 BsF
Mano de obra otras herramientas	1 hora	1 vez	6.000 BsF
Electrodos 6013 3/32	2 kg	1 vez	2 x 400.000 BsF
COSTO TOTAL			912.100 BsF

Fuente: Goodyear de Venezuela (2018)

Luego de haber calculado el costo de la reparación de cada horma, y asumiendo que se repararan todas las hormas que se encuentran en mal estado.

$$9 \text{ hormas} \times 912.100 \frac{\text{BsF}}{\text{horma}} = 8.208.900 \text{ BsF}$$

Costo propuesta 1= 8.208.900 BsF.

Costo asociado a la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas.

Para la realización del análisis de los costos asociados a la propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas, de la Pestañadora Gadsden, correspondiente a la causa de no conformidad de “Variación del diámetro interno de las pestañas simétricas”, se tomarán en cuenta los costos de reemplazo de componentes de las hormas, y los costos de mano de obra anual, de acuerdo al cronograma mostrado anteriormente (Ver figura 30). Según el plan de mantenimiento propuesto anteriormente, la frecuencia de cambio y reparación de los componentes señalados, es de 6 meses, por lo tanto, se tomarán las siguientes consideraciones:

- Cada horma tiene 2 conexiones, y cada conexión tiene un costo de 150.000 BsF.
- Cada horma tiene 6 pistones, y cada pistón tiene un costo de 1.900.000 BsF.

- Cada horma tiene un (1) O-ring central, el cual tiene un costo de 270.000 BsF.
- Cada horma tiene 6 Tornillos en conjunto de 6 tuercas de graduación, cada tornillo tiene un costo de 90.000 BsF, Y cada tuerca tiene un costo de 65.000 BsF.

A continuación se presenta la tabla en la que se realiza el desglose de los costos asociados a la propuesta de elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las formas. (Ver tabla 4).

Tabla 4: Costos asociados plan de mantenimiento preventivo

COSTOS ASOCIADOS A LA IMPLEMENTACIÓN DEL PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO	CANTIDAD (tiempo-unidades)	FRECUENCIA	COSTO APROXIMADO ANUAL
Inspección de tornillos y tuercas de graduación	15 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 1.500 BsF
Inspección de segmentos	6 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 600 BsF
Inspección de pistones	10 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 1.000 BsF
Inspección de resortes	12 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 1.200 BsF
Inspección de conexiones	18 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 1.800 BsF
Inspección de O-ring central	10 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 1.000 BsF
Ajuste de tornillos y tuercas de graduación	40 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 4.000 BsF
Ajuste de conexiones	30 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 3.000 BsF
Limpieza de O-ring central	40 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 4.000 BsF
Limpieza de conexiones	40 minutos	2 veces / mes	24 veces/año x 4.000 BsF
Costo utilización de herramientas	137 horas	Anual	137 x 100 BsF
Reemplazo de conexiones	1 hora	1 vez / año	(6.000 BsF x 12 hormas) + (300.000 BsF x 12 hormas)
Reemplazo de pistones	1 hora	1 vez / año	(6.000 BsF x 12 hormas) + (11.400.000 BsF x 12 hormas)
Reemplazo de O-ring central	1 hora	1 vez / año	(6.000 BsF x 12 hormas) + (270.000 BsF x 12 hormas)
Reemplazo de tornillos y tuercas de graduación	1 hora	1 vez / año	(6.000 BsF x 12 hormas) + (930.000 BsF x 12 hormas)
COSTO TOTAL			155.632.100BsF

Fuente: Goodyear de Venezuela (2018)

$$\text{Costo propuesta 2} = 155.632.100 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}}$$

Costo asociado a la compra de nuevas hormas.

Partiendo de la propuesta de la compra de nuevas hormas, correspondientes a las causas de “Variación de diámetro interno de las pestañas” y “Cambios y ajustes de código”, se realizó el análisis de los costos asociados a dicha propuesta, y se utilizó la

técnica de entrevista no estructurada, aplicada al encargado de realizar este tipo de compras en la empresa. El costo de la cotización a la fecha del proveedor Gadsden Tool Inc, de cada horma para la Pestañadora Gadsden, es de 9250\$ incluyendo los costos de envío y nacionalización del equipo, ya que este es fabricado en el exterior.

Suponiendo que sólo se realizara la compra de las hormas que actualmente se encuentran en malas condiciones, así como también, una horma por cada código, se compraría un total de nueve (9) hormas.

$$9.250 \frac{\$}{\text{Horma}} \times 9 \text{ Hormas} = 83.250 \$$$

Considerando que la empresa posee acceso al “Sistema de Divisas de Tipo de Cambio Complementario Flotante de Mercado” (DICOM), como manera de adquisición de divisas internacionales de manera legal en el país, establece a la fecha, una tasa de 36.650 BsF por cada dólar.

$$83.250 \$ \times 36.650 \frac{\text{BsF}}{\$} = 3.051.112.500 \text{ BsF}$$

Costo propuesta 3 = 3.051.112.500 BsF

Costo asociado a la modificación de procedimiento de cambios y ajustes de código, y creación de dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke).

Para la realización del análisis de los costos, de la propuesta de la realización de una modificación de procedimiento y creación de un dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke), correspondiente a la causa de no conformidad de “Cambios y ajuste de diámetro”, resalta más que todo, el costo de los patrones que se han propuesto agregar para la mejora de dicho procedimiento de cambios y ajuste de código. Estos patrones serán reciclados, es decir, se utilizarán los porta-pestañas, utilizados en las armadoras, que ya no se encuentren en condiciones para ser utilizados en dicha máquina, para mecanizarlos en el torno de la compañía, y transformarlos en estos patrones propuestos, para la mejora del procedimiento de cambios y ajuste de código de pestañas simétricas. Por lo tanto los costos incurridos en esta propuesta, serán únicamente los correspondientes a la mano de obra, al tiempo empleado en el diseño, y la utilización del torno.

Cada patrón, toma un tiempo aproximado de dos (2) horas en ser mecanizado. Existen un total de doce (12) hormas, por lo tanto se propone fabricar doce (12) patrones. A continuación, se muestra la tabla en la que se realiza el desglose de los costos asociados a la propuesta de modificación del procedimiento de cambios y ajuste de código, y creación de dispositivo a prueba de errores. (Ver tabla 5)

Tabla 5: Costos asociados a modificación de procedimiento cambio y ajuste de código

COSTOS ASOCIADOS A LA MODIFICACIÓN DEL PROCEDIMIENTO DE CAMBIOS Y AJUSTE DE CÓDIGO Y CREACIÓN DE DISPOSITIVO A PRUEBA DE ERRORES (POKA-YOKE)	CANTIDAD (tiempo)	FRECUENCIA	COSTO APROXIMADO
Costo utilización de Torno	24 horas	1 vez	24 x 25.000 BsF
Mano de obra Torno	24 horas	1 vez	24 x 6.000 BsF
Diseño (5 personas)	2 horas	1 vez	2 x 5 x 6.000 BsF
COSTO TOTAL			804.000 BsF

Fuente: Goodyear de Venezuela (2018)

Costo propuesta 4 = 804.000 BsF

Costo asociado a la modificación de carros de almacenamiento de pestañas simétricas.

Partiendo de la propuesta planteada anteriormente, de la realización de una modificación en los carros de almacenamiento de pestañas simétricas, correspondiente a la causa de no conformidad de “Alambre expuesto”, se realizó el análisis de los costos asociados a dicha propuesta, los cuales incluyen el tiempo empleado en diseño, y los costos involucrados a la modificación que se le realizará a los carros de las pestañas, en el taller de la empresa.

En el área preparatoria en la planta correspondiente a la División A-2, específicamente para el proceso de elaboración de pestañas simétricas, hay un total de treinta (30) carros de almacenamiento de pestañas, por lo que los cálculos de los costos asociados a dicha propuesta, se realizaran, suponiendo que se modifican todos, y que cada carro de almacenamiento toma un tiempo estimado de treinta (30) minutos

en modificar. A continuación, se presenta la tabla en la que se desglosan los costos asociados a la propuesta de modificación de carros de almacenamiento de pestañas simétricas. (Ver tabla 6).

Tabla 6: Costos asociados modificación de carros de almacenamiento

COSTOS ASOCIADOS A LA MODIFICACIÓN DE CARROS DE ALMACENAMIENTO DE PESTAÑAS SIMÉTRICAS	CANTIDAD (tiempo)	FRECUENCIA	COSTO APROXIMADO
Costo utilización herramientas de taller	15 horas	1 vez	15 x 20.000 BsF
Mano de obra Taller	15 horas	1 vez	15 x 6.000 BsF
Diseño (3 personas)	3 horas	1 vez	3 x 3 x 6.000 BsF
COSTO TOTAL			444.000 BsF

Fuente: Goodyear de Venezuela (2018)

Costo propuesta 5 = 444.000 BsF

Beneficio de implementación de propuestas.

En el lapso de tiempo estudiado de Octubre-Noviembre del año 2017, en el cual fue realizada la determinación de las causas que originan las fallas presentes en el proceso, se recopilaron un total de seis (6) no conformidades, de las cuales se seleccionaron las primeras tres (3) de ellas para ser atacadas, entre las cuales se encuentran las causas de “variación de diámetro interno”, “cambios y ajuste de diámetro” y “alambre expuesto”. En el presente cálculo del beneficio de la implementación de las propuestas planteadas anteriormente, se asume que luego de un (1) año, se evitarán por completo las causas de no conformidad mencionadas, en consecuencia a dichas propuestas. Es por esto, que resulta necesario calcular el beneficio que traerá a la empresa, evitar dichas causas de no conformidad, en el proceso de elaboración de pestañas simétricas, destacando que dicho cálculo, se tomará en cuenta a partir de un (1) año en adelante, luego de haber implementado las propuestas de mejora establecidas anteriormente.

Partiendo del hecho, de que en los dos (2) primeros trimestres del año, el proceso de elaboración de pestañas simétricas registró pérdidas a causa de las no conformidades presentes de 479.522.350 BsF al mes, se asume que el beneficio de la aplicación de dichas propuestas de mejora, luego de pasado el año de haber

implementado las mismas, será del 83% de esta cifra mensualmente. Asimismo, a partir de lo acotado previamente, y suponiendo que existe una tasa de producción similar a la de dicho lapso de tiempo, se procede a calcular el beneficio de la implementación de dichas propuestas.

$$479.522.350 \frac{BsF}{Mes} \times 12 \frac{Mes}{Año} = 5.754.268.200 \frac{BsF}{Año}$$

$$5.754.268.200 \frac{BsF}{Año} \times 0,83 = 4.776.042.606 \frac{BsF}{Año}$$

$$\mathbf{Beneficio = 4.776.042.606 \frac{BsF}{Año}}$$

Relación beneficio-costo

Una vez calculados los costos y el beneficio, asociados a las propuestas planteadas anteriormente para el proceso de elaboración de pestañas simétricas, en la planta de Goodyear de Venezuela, se procede a realizar el cálculo de la relación beneficio-costo. Las propuestas planteadas anteriormente se agrupan en dos (2) renglones:

- **Grupo 1:**

- Reparación de hormas
- Plan de mantenimiento preventivo enfocado a las hormas
- Modificación de procedimiento de cambios y ajustes de código, y creación de dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke).
- Modificación de carros de almacenamiento de pestañas simétricas.

$$8.208.900 BsF + 155.632.100 BsF + 804.000 BsF + 444.000 BsF = 165.089.000 \frac{BsF}{Año}$$

$$\mathbf{Costo grupo 1 = 165.089.000 \frac{BsF}{Año}}$$

$$\mathbf{Beneficio = 4.776.042.606 \frac{BsF}{Año}}$$

$$\frac{\mathbf{Beneficio}}{\mathbf{Costo}} \mathbf{Grupo 1 = 28,93}$$

Adicionalmente, para complementar la relación beneficio-costos, del grupo uno (01) del presente trabajo de grado, se procede a realizar el cálculo del tiempo de retorno (TR) de la inversión a realizar.

$$TR = \frac{\text{Costo}}{\text{Beneficio}}$$

$$\text{Costo grupo 1} = 165.089.000 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}} \times \frac{1 \text{ Año}}{12 \text{ Meses}} = 13.757.416 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}$$

$$\text{Beneficio} = 4.776.042.606 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}} \times \frac{1 \text{ Año}}{12 \text{ Meses}} = 398.003.550 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}$$

$$TR = \frac{13.757.416 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}}{398.003.550 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}}$$

$$TR = 0,03$$

· **Grupo 2:**

- Compra de hormas
- Plan de mantenimiento preventivo enfocado a las hormas
- Modificación de procedimiento de cambios y ajustes de código, y creación de dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke).
- Modificación de carros de almacenamiento de pestañas simétricas.

$$3.051.112.500 \text{ BsF} + 155.632.100 \text{ BsF} + 804.000 \text{ BsF} + 444.000 \text{ BsF} \\ = 3.207.992.600 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}}$$

$$\text{Costo grupo 2} = 3.207.992.600 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}}$$

$$\text{Beneficio} = 4.776.042.606 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}}$$

$$\frac{\text{Beneficio}}{\text{Costo}} \text{ Grupo 2} = 1,48$$

Asimismo, para complementar la relación beneficio-costos, del grupo dos (02) del presente trabajo de grado, se procede a realizar el cálculo del tiempo de retorno (TR) de la inversión a realizar.

$$\text{Costo grupo 2} = 3.207.992.600 \frac{\text{BsF}}{\text{Año}} \times \frac{1 \text{ Año}}{12 \text{ Meses}} = 267.332.716 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}$$

$$\text{TR} = \frac{267.332.716 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}}{398.003.550 \frac{\text{BsF}}{\text{Mes}}}$$

$$\text{TR} = 0,67$$

En concordancia con el resultado obtenido en la relación beneficio-costos de cada grupo, se evidencia la rentabilidad de ambos, ya que los resultados obtenidos son mayores a uno (01). Se concluye que es más conveniente para la empresa, emplear las propuestas planteadas en el grupo uno (01) descrito anteriormente, ya que en comparación del grupo dos (02), el cual presentó un resultado de 1,48, en la relación beneficio-costos, y de 0,67 respecto al tiempo de retorno de la inversión, se evidencia que es más beneficioso para el trabajo de grado emplear las propuestas compuestas por el grupo uno (01), ya que la relación beneficio-costos del mismo es de 28,93, y posee un tiempo de retorno de la inversión de 0,03, el cual es menor al tiempo de retorno del grupo dos (02), lo cual es favorable, demostrando la rentabilidad de la aplicación de dichas propuestas, ya que los costos son menores que los beneficios.

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo del presente trabajo de grado, correspondiente a la elaboración de una propuesta de un plan de mejoras en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos en la planta de Goodyear de Venezuela, fue necesario establecer un proceso de investigación, en el que se implementaron y aplicaron distintas técnicas y herramientas de la ingeniería industrial y de recolección de datos, las cuales permitieron, que a través de su correcta aplicación, en conjunto a una serie de propuestas planteadas, se logran los objetivos establecidos.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, para el diagnóstico de la situación actual del proceso de elaboración de pestañas simétricas, se utilizó el método de las 5M (materiales, maquinaria, medio ambiente, mano de obra y métodos), exhibiendo la situación actual en todos los aspectos del área en estudio, en los que intervienen diversos activos que forman parte del proceso, tales como las hormas, la formadora de pestañas, y otros pertenecientes a la Pestañadora Gadsden, además, se explica cómo el alambre específico y el compuesto elástico (goma específica) utilizados intervienen en el proceso, y se señala el sector específico de la planta, asignado al proceso estudiado, en el cual la organización realiza sus actividades cotidianas, representadas por los integrantes de los departamentos de calidad, producción, mantenimiento y control de producción.

Seguidamente, en la segunda fase del presente trabajo de grado, correspondiente a la determinación de las causas que originan las fallas presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas, fue necesario recurrir a la revisión documental como técnica de recolección de datos, aplicada a los formatos de "Control de pestañas Scrap Div A-2" obtenidos en los "comité" de producto no conforme, en la cual se utilizan el diagrama de Ishikawa y los cinco ¿por qué? como herramienta de apoyo, en la detección de las causas de las no conformidades. Luego

de dicha recolección de datos, se realizó un diagrama de Pareto, con la finalidad de evaluar las causas de no conformidad en las pestañas simétricas, en el lapso comprendido entre Octubre-Noviembre del año 2017, y como resultado se obtuvieron las siguientes causas: variación del diámetro interno, cambios y ajuste de código y alambre expuesto en las pestañas simétricas. Consecutivamente, se procedió a implementar la herramienta de los cinco ¿por qué? para determinar el debido plan de acción a cada causa de no conformidad, obtenido en dicho diagrama de Pareto.

De igual modo, la tercera fase realizada en el presente trabajo de grado, correspondiente al diseño de un plan de mejoras para el proceso de elaboración de pestañas simétricas, abarca todos los planes de acción propuestos, establecidos en la fase anterior, con el propósito de disminuir la cantidad de desperdicio que el proceso posee actualmente. Para la causa de no conformidad de “Variación de diámetro interno”, se propusieron los planes de acción de reparación de las hormas, la elaboración de un plan de mantenimiento preventivo enfocado en las hormas, y en conjunto de la causa de no conformidad “Cambio y ajuste de código”, se propuso el plan de acción de compra de nuevas hormas. Adicionalmente, para atacar dicha causa de no conformidad de “Cambio y ajuste de código”, se propuso el plan de acción de la realización de una modificación en el procedimiento de cambio y ajuste de código, en conjunto de la creación de un dispositivo a prueba de errores (Poka-Yoke). Por último, en esta fase, para atacar la causa de no conformidad de “Alambre expuesto”, se realizó la propuesta de la realización de una modificación en los carros de almacenamiento de pestañas simétricas, siendo estos, los planes de acción propuestos, que permitirán reducir aproximadamente el 83% de las causas de no conformidad presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos.

Por último, se realizó una evaluación del impacto económico del plan de mejoras con respecto a la situación actual de la empresa, basado en los costos de cada una de las cinco (05) propuestas de mejora planteadas, y se realizó el cálculo del beneficio de las mismas. Como resultado, se obtuvo una relación beneficio-costos de 28,93, y un tiempo de retorno de 0,03, correspondiente al grupo uno (01) de

propuestas planteadas, concluyendo de esta manera, que la aplicación de dichas propuestas en este grupo es rentable, ya que el resultado de la relación beneficio-costos mencionada anteriormente, es mayor a uno (01), evidenciando así, la justificación del proyecto.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la empresa C.A Goodyear de Venezuela, aplicar cada una de las propuestas establecidas en el presente trabajo de grado, con la finalidad de reducir las no conformidades presentes en el proceso de elaboración de pestañas simétricas para neumáticos, y de esta manera reducir aproximadamente un 83% de los costos asociados a las no conformidades de dicho proceso.

Se recomienda al personal del Departamento de Mantenimiento, realizar correctamente las debidas inspecciones, ajustes, limpiezas y reemplazos a las hormas de la Pestañadora Gadsden, en la debida frecuencia estipulada en el plan de mantenimiento preventivo enfocado a las hormas propuesto, con el fin de prolongar vida útil de las mismas.

Se recomienda al Departamento de Mantenimiento, desarrollar, realizar e implementar, un plan de mantenimiento enfocado a los “Aros de calibración” propuestos en el presente trabajo de grado, para garantizar que los mismos se encuentren totalmente calibrados en todo momento, y así mantener sus respectivas medidas en el diámetro interno de los mismos, y prevenir que la causa de no conformidad que ataca esta propuesta, se presente nuevamente a lo largo del tiempo.

Se recomienda al personal del Departamento de Calidad, encargado de convocar los “comité” de no conformidades, y responsable de llenar toda la documentación pertinente a dichos “comité”, a realizar un seguimiento de cada una de las propuestas de mejora establecidas, para de esta forma, lograr una mayor eficacia en los resultados obtenidos.

Se recomienda al Departamento de Recursos Humanos, realizar capacitaciones a través de los “labor trainers” asignados al área en estudio, a los operadores de la Pestañadora Gadsden, en lo que respecta al nuevo método de introducción de las pestañas simétricas, a los carros de almacenamiento de las

mismas, según la propuesta de “Modificación de carros de almacenamiento de
pestañas simétricas”.

BIBLIOGRAFÍA

- Arias, Fidas G. (2006). **El Proyecto de Investigación: Introducción a la Metodología Científica**. 5° Edición. Editorial: Episteme, C.A. Caracas, Venezuela.
- Bavaresco, A (2006). **Proceso Metodológico en la Investigación: Cómo hacer un Diseño de Investigación**. Editorial: Editorial de la Universidad del Zulia.
- Correa, M (2016). **Propuesta de un plan de mejoras en el proceso de tapado de la línea 1 de pasta de tomate en la empresa procesadora Naturalyst S.A, ubicada en Naguanagua Edo. Carabobo**. Trabajo de grado. Universidad José Antonio Páez.
- Delgado (2015). **Propuesta de un plan para la reducción de la merma utilizando la metodología Six Sigma en una planta de productos plásticos**. Trabajo de grado. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Diago (2013). **Reducción de desperdicios en el proceso de envasado del yogurt Purepak de 210 g en la máquina Nimco en una empresa de lácteos, mediante la aplicación de la metodología Seis Sigma**. Trabajo de grado. Universidad de la Costa de Barranquilla.
- Deming, E (1996). **Mejora Continua**. Recuperado de:
<http://www.monografias.com/trabajos94/la-mejora-continua/la-mejora-continua.shtml>.
- Duffuaa, S (2005). **Sistemas de mantenimiento planeación y control**. Editorial: Limusa Wiley
- Gutiérrez y De la Vara (2004). **Control estadístico de calidad y Seis Sigma**. Editorial: McGraw-Hill.
- Kaoru Ishikawa (1943). **Diagrama de Ishikawa**. Recuperado de:
<https://diagramadepescado.wikispaces.com/Diagrama+de+Pescado>

- López, J. (2012). **Productividad**. Editorial: Palibrio. Estado de Hidalgo, México.
- Maneiro y Mejías (2009). **Estadística para ingeniería**. Universidad de Carabobo. Escuela de Ingeniería Industrial. Primera edición.
- Mora, L (2009). **Mantenimiento – Planeación, Ejecución y Control**. Editorial: Alfaomega grupo.
- PDCA HOME (2017). **Los cinco Por qué**. Recuperado por:
<https://www.pdcahome.com/los-5-porques-2/>.
- Pérez, J (2010). **Marco teórico**. Recuperado de:
<https://asesoriatosis1960.blogspot.com/2010/08/marco-teorico.html>
- Polesky (2006). **Seis Sigma**. Recuperado de:
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmnf/elizondo_c_a/capitulo_2.pdf
- Schmid (2002). **Poka-Yoke**. Recuperado de:
<http://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/770/Metodologia%20de%20mejoramiento%20continuo.%20Lean%20Manufacturing.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Villaseñor Contreras (2007). **Poka-Yoke**. Recuperado de:
<http://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/770/Metodologia%20de%20mejoramiento%20continuo.%20Lean%20Manufacturing.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Universidad José Antonio Páez (2007). **Normas para la elaboración y presentación de los Anteproyectos, Proyectos y Trabajos de Grado**.