



UNIVERSIDAD JOSE ANTONIO PAEZ

**PLAN DE MEJORA DEL PROCESO DE  
MÁQUINA BANBURY 3 EN LA EMPRESA  
ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA,  
C.A**

**Autor:**  
Deivis Torrealba  
CI: 17.515.442

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



**REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
UNIVERSIDAD JOSÉ ANTONIO PÁEZ  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CARRERA INGENIERA INDUSTRIAL**

**PLAN DE MEJORA DEL PROCESO DE MÁQUINA  
BANBURY 3 EN LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS  
DE VENEZUELA, C.A**

**Proyecto de Trabajo de Grado para Optar al Título de  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Autor:**  
Devis Torrealba  
CI: 17.515.442  
**Tutor:** Ing. Argenis Ceballos

San Diego septiembre de 2019

## CARTA DE ACEPTACIÓN DEL DECANO

Universidad José Antonio Páez  
Decanato de Ingeniería



FI-L-004-2019-3CR (TG)

Valencia, 09 de diciembre de 2019

Ciudadano:  
Torrealba F. Deivis J.  
17.515.442  
Presente-

Cumplo con informarle que la Comisión de Trabajo de Grado y Pasantías de la Facultad de Ingeniería en su reunión N° 04-2019 de fecha 10-09-2019 aprobó el proyecto de trabajo de grado titulado **PLAN DE MEJORAS DEL PROCESO DE LA MAQUINA BANBURY 3 EN LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA C.A** presentado por usted (es) como requisito para optar al título de Ingeniero Industrial.

Se ratifica la designación del Ing. Argenis Ceballos C.I: 16.241.538 como Tutor Académico que lo asesorara en el desarrollo de este proyecto.

Atentamente,

**Prof. Luis Lira**  
Decano de la Facultad de Ingeniería

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

L.L.a.



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

**APROBACIÓN DEL TUTOR**

Quien suscribe, Ingeniero Argenis Ceballos, portador(a) de la cédula de identidad N° 16.241.538, en mi carácter de tutor hace costar que he leído el proyecto de grado presentado por el ciudadano Torrealba Devis, portador de la cédula de identidad N° 17.515.442, titulado **PLAN DE MEJORA DEL PROCESO DE MÁQUINA BANBURY 3 EN LA EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA, C.A**, presentado como requisito parcial para optar al título de Ingeniero Industrial, considero que dicho trabajo reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del jurado examinador que se designe.

En San Diego, mes de marzo del año dos mil veinte.

---

Ing. Argenis Ceballos

C.I.: 16.241.538

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo principalmente a Dios todo poderoso, a mis padres por haberme dado la vida y haberme iluminado todo el camino para llegar hasta este momento tan importante de mi formación profesional, A mis abuelos, por ser parte de mi formación, a mis hijos que son lo más importante de mi vida, a mi esposa por apoyarme, a mis hermanos y a todos mis amigos por el apoyo que me brindaron.

## **AGRADECIMIENTO**

Primero quiero agradecer a dios por estar siempre hay guiándome y llenándome de grandes bendiciones y por darme la oportunidad de aprender cada día más y tener en mi vida personas especiales que me brindan todo su apoyo. Gracias a Él estoy cumpliendo esta meta de convertirme en ingeniero industrial.

## ÍNDICE

<b>CONTENIDO</b>	<b>Pg.</b>
<b>DEDICATORIA</b> .....	v
<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	vi
<b>ÍNDICE DE FIGURA</b> .....	X
<b>ÍNDICE DE TABLA</b> .....	Xi
<b>INDICE DE IMAGES</b> .....	Xii
<b>INDICE DE CUADRO</b> .....	Xiii
<b>RESUMEN</b> .....	xiv
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	01
<b>CAPÍTULO</b>	
<b>I EL PROBLEMA</b>	
1.1 Planteamiento del problema.....	3
1.2 Formulación.....	7
1.3 Objetivos de la investigación.....	7
1.3.1 Objetivo General.....	7
1.3.2 Objetivos específicos.....	7
1.4 Justificación.....	8
1.5 Alcance.....	9
1.6 Limitaciones.....	10
<b>II MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación.....	11
2.2 Bases Teóricas.....	14
2.2.1 Productividad.....	14
2.2.2 Mejora Continua.....	16
2.2.3 El Mejoramiento Continuo de la Calidad y Productividad	16
2.2.4 Conway señala las siguientes actividades.....	17
2.2.5 Crosby establece 14 pasos para el mejoramiento.....	18
2.2.6 Acciones en el Proceso de Mejoramiento.....	18
2.2.6.1 Tres tipos de acciones.....	19
2.2.7 Fases en el Proceso de Mejoramiento Continuo.....	19
2.2.7.1 Fase 1 aprendizaje.....	19
2.2.7.2 Fase 2 mejoramiento.....	20
2.2.7.3 Fase 3 profundizar.....	20
2.2.7.4 Fase 4 mejoramiento continuo.....	21
2.2.8 Ciclo del Proceso de Mejoramiento Continuo.....	21

2.2.9	Pasos para el Mejoramiento Continuo.....	22
2.2.10	Los siete pasos del proceso de mejoramiento.....	23
2.2.10.1	Primer paso.....	23
2.2.10.2	Segundo paso.....	27
2.2.10.3	Tercer paso.....	28
2.2.10.4	Cuarto paso.....	30
2.2.10.5	Quinto paso.....	31
2.2.10.6	Sexto paso.....	32
2.2.10.7	Séptimo paso.....	33
2.2.11	Diagrama de Ishikawa causa-efecto.....	34
2.2.12	Diagrama de Pareto.....	35
2.2.13	El Caucho.....	35
2.2.14	Usos y Aplicaciones del Caucho Natural.....	36
2.2.15	Origen, Composición y Características de los Neumáticos..	37
2.2.16	Aditivos.....	40
2.2.17	Aceites Lubricantes.....	41
2.2.18	Propiedades de los Aceites Lubricantes.....	43
2.2.18.1	Densidad o Peso Específico.....	43
2.2.18.2	Viscosidad.....	43
2.2.18.3	Punto de Inflamación.....	44
2.3	Definición de términos.....	45
<b>III MARCO METODOLÓGICO</b>		
3.1	Tipo de la investigación.....	47
3.2	Nivel de la Investigación.....	48
3.3	Diseño de la Investigación.....	48
3.4	Población y Muestra.....	48
3.4.1	Población.....	48
3.4.2	Muestra.....	49
3.5	Unidad de Análisis.....	49
3.6	Fuentes de Información.....	49
3.7	Técnicas de Recolección de la Información.....	49
3.8	Fases de la investigación.....	50
<b>IV RESULTADOS</b>		
4.1	Fase I Diagnóstico de la situación actual.....	53
4.1.1	Observación Directa en el área de Banbury 3.....	55
4.1.2	Revisión documental.....	59
4.1.2.1	Proceso de Fabricación de los Master Batch Banbury3.....	59
4.1.3	Entrevista no estructurada al personal Banbury 3.....	61
4.2	Fase II Analizar las debilidades y puntos críticos.....	62
4.2.1	Aplicación de un diagrama Causa-Efecto.....	63
4.2.2	Aplicación de una Tormenta Ideas.....	64

4.3	Fase III	Diseñar un plan para la reutilización del aceite lubricante.....	66
4.3.1		Propuesta 1 de un diseño para la instalacion de equipo.....	70
4.3.1.2		Procedimiento para el filtrado y reutilización de aceites..... recolectado para la fabricacion de neumaticos	73
4.3.1.3		Reforzando la propuesta anterior se realizan Test deesayos fisico-quimicos en aceite recolectados para la reutilizacion en la fabricacion de goma.....	75
4.3.1.4		Resultados de pruebas físico-químicas realizadas al aceite recolectado.....	76
4.3.1.5		Ensayos Físico- Químico que se le realizan a los compuestos...	79
4.3.2		Propuesta 2 Instalacion de un nuevo banbury en reemplazo del ya existente por uno de mayor capacidad y nuevo diseño para la elavoracion de goma .....	87
4.3.2.1		Características del mezclador interno, mezclador..... Banbury:	89
4.4	Fase IV	Evaluar los resultados, mediante un análisis costo-beneficio....	92
4.4.1		Analisis Economico de la propuesta 1	95
4.4.1.2		Tiempo de Recuperación de la inversión.....	95
4.4.1.3		Analisis del Costo/Beneficio.....	96
4.4.2		Analisis Economico de la Propuesta 2.....	96
4.4.2.1		Tiempo de Recuperación de la inversión.....	97
4.4.2.2		Analisis del Costo/Beneficio.....	98
4.5		Factividad ambiental operativa.....	99
<b>CONCLUSIONES.....</b>			<b>100</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>			<b>102</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>			<b>103</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Mezclador de goma Banbury .....	6
2	Cámara y anillos mezcladores de goma de un Banbury.....	7
3	Vulcanización de un caucho natural.....	39
4	Destilación y refinación de un petróleo crudo asfáltico.....	42
5	Diagrama causa- efecto.....	62
6	Esquema de lubricación y reciclaje de aceite de los anillos de banbury 3.....	66
7	Recolección de aceite lubricantes en los anillos.....	66
8	Plano del departamento de banbury vista aérea.....	71
9	Plano distribución de equipos para filtrado de aceites.....	71
10	Nuevo banbury sugerido a instalar.....	87
11	Información básica del nuevo banbury.....	88
12	Especificaciones técnicas del nuevo banbury.....	90

## INDICE DE TABLA

<b>TABLA</b>		<b>Pág.</b>
1	Inversión para la primera propuesta.....	91
2	Generación de aceite lubricantes mensual almacenado.....	92
3	Consumo de aceite lubricante original vs costo mensual.....	93
4	Consumo vs costo mensual aceite original.....	93
5	Gastos por disposición de aceite recolectado.....	93
6	Ahorro mensual.....	94
7	Ahorro anual.....	94
8	Gasto por disposición.....	96

## INDICE DE IMAGEN

<b>IMAGEN</b>		<b>Pág.</b>
1	Esquema de proceso de elaboración de la goma.....	53
2	Canaletas de recolección de aceite lubricante en el banbury 3.....	56
3	Tótem de recolección de aceite de banbury 3.....	56
4	Diagrama de flujo del proceso en el banbury 3.....	60
5	Área de almacenamiento de aceite lubricante recolectado.....	68
6	Tanque de almacenamiento y distribución de aceite original.....	68
7	Dispositivo de filtrado de aceite recolectado.....	71
8	Lubricante sin filtrar.....	76
9	Lubricante filtrado.....	76
10	Prueba de punto de inflamación.....	77
11	Ficha técnica de aceite original.....	78

## ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO		Pág.
1	Cantidad de Batches mezclado y aceite lubricante original utilizado en el Banbury 3 en el primer semestre del 2019.....	5
2	Descripción de proceso de fabricación de la goma en el área de banbury 3.....	59
3	Descripción de los factores críticos que generan restricciones.....	62
4	Técnica del grupo nominal banbury 3.....	65
5	Técnica de grupo nominal banbury 3.....	65
6	Diagrama de Pareto banbury 3.....	66
7	Generación de aceite lubricante mensual recolectado.....	69
8	Equipos para la instalación del sistema de filtrado de aceite.....	71
9	Resultado RT02 con aceite original.....	79
10	Resultado RT02 con aceite recolectado 20%.....	80
11	Resultado ST01 con aceite original.....	80
12	Resultado ST01 con aceite recolectado 20%.....	81
13	Resultado ST03 con aceite original.....	81
14	Resultado ST03 con aceite recolectado 20%.....	82
15	Resultado RT01 con aceite original.....	82
16	Resultado RT01 con aceite recolectado 20%.....	83
17	Resultado RT02 con aceite original.....	83
18	Resultado RT02 con aceite recolectado 20%.....	84
19	Resultado MV100 con aceite original.....	84
20	Resultado MV100 con aceite recolectado 20%.....	85
21	Cuadro comparativo de pruebas especiales.....	86
22	Gastos por disposición de aceite recolectado.....	97



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

**PLAN DE MEJORA DEL PROCESO DE MÁQUINA BANBURY 3 EN LA  
EMPRESA ALICE NEUMÁTICOS DE VENEZUELA, C.A**

**Autor:** Deivis Torrealba

**Tutor:** Ing. Argenis Ceballo

**Fecha:** Septiembre de 2019

**RESUMEN**

El presente trabajo de grado tiene por objetivo principal un plan de mejora del proceso de la máquina Banbury 3 en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A donde se realiza el mezclado de diferentes componentes para la obtención de la goma, durante el proceso se evidenció un exceso de aceite lubricante utilizado para la fabricación de la goma y la lubricación de los anillos en la máquina Banbury 3, durante el agregado de los aceites lubricantes se generan pérdidas las cuales se presentan al momento de mezclar la goma, la necesidad de reducir costos y no menos importante el impacto ambiental que genera el desperdicio de lubricantes, con esta mejora se quiere utilizar todo el aceite recuperado para que vuelva el proceso de la goma y así reducir costos. La situación actual del proceso de mezclado del Banbury 3, mediante el uso de técnicas de recolección de datos, determinando los elementos que afectan la recolección de aceite lubricante. Analizar los datos recolectados mediante herramientas de análisis de la metodología de la mejora continua, identificando los factores que afectan el proceso de mezclado con la reutilización del aceite lubricante, se evaluar los resultados, mediante un análisis de costo en la empresa Alice Neumático de Venezuela.

**Descriptor:** Mejora, Producción, Ambiente, Operaciones.

## INTRODUCCIÓN

Alice Neumáticos de Venezuela C.A es una empresa manufacturera de cauchos, en el cual son elaborados diferentes modelos de neumáticos, para vehículos, camiones y tractores, tales como el DESTINATION, SHOGUN, FIREHAWK, LT600, MULTIHAWK, TRASPORT 110, SEIBERLING 500 Y AFFINITY TOURING. Debido a la situación socio económico que han afectado el mercado nacional de neumáticos el cual ha producido que la capacidad de producción de la planta se vea reducido en un 60%.

Hoy en día esta empresa bajo una nueva dirección desde el año 2016 sigue siendo golpeada fuertemente al igual que muchas otras; la limitación de divisas ha restringido el acceso a la materia prima, la oportunidad de inversión en equipos provocando la caída progresiva de la producción de la planta, estimándose actualmente por parte del Departamento de Producción una cifra alrededor de 337 unidades al día, así mismo las pérdidas de materia prima como es el caso de los aceites lubricantes que se utilizan en la fabricación de la goma, ha generado pérdidas económicas muy elevadas para la organización por tal motivo se presenta la siguiente propuesta de mejoras que permita la reutilización de los aceites lubricantes en la máquina de banbury 3 en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A el cual tiene como objetivo fundamental reutilizar los aceites recuperados durante el proceso productivo que permita reducir costos por mano de obra y consumo de materia prima.

Para el desarrollo de la siguiente investigación se obtendrá la información directamente de la organización, datos de vital importancia para el éxito en la toma de decisiones, que permitirá el cumplimiento de los objetivos organizacionales de la empresa.

El Capítulo I, inicia con una breve descripción del problema mostrando los síntomas y su cuantificación así como las causas que lo originan el pronóstico en caso

que no se hiciese un esfuerzo para plantear una mejora y finalizar con la definición de los objetivos de la investigación tanto generales como específicos y su justificación, como también, el alcance del proyecto.

En el Capítulo II, se presentan los fundamentos teóricos que dan un carácter científico a dicha investigación, y por tanto, se inicia con una revisión de investigaciones previas que de forma directa o indirecta guardan alguna relación con el caso objeto de estudio; seguidamente, se presenta las bases teóricas, en el cual se enuncian básicamente, aportes y análisis teóricos relativos a lo que es la mejoras en los procesos productivos y a otra serie de aspectos relacionados a ambos puntos de interés dentro de la presente investigación; para finalizar el capítulo con la definición de términos básicos manejados a lo largo del estudio.

En el Capítulo III: El cual hace referencia al marco metodológico, donde se define el tipo de estudio, diseño y nivel de la investigación, como también, de las técnicas e instrumentos de recolección de datos y las técnicas de análisis de datos. Por último, el capítulo IV recursos.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1 Planteamiento del Problema

La historia de los neumáticos de automóviles que corresponde también a la historia del automóvil en sí está tan ligada al desarrollo del caucho que los dos son inseparables. El hombre responsable de todo esto es Charles Goodyear, llamado a menudo el Padre de la Industria del Caucho. Muchos también lo consideran como el Padre de la Industria del Automóvil. Fue Goodyear el que permitió a la gente montar sobre vehículos con comodidad primero sobre neumáticos de caucho sólido y luego sobre neumáticos de caucho inflados de aire.

Bridgestone es fundada en 1931 por Shojiro Ishibashi, partiendo de una exitosa fábrica de zapatos se convierte rápidamente en una gran empresa. En 1988 se fusiona con Firestone Tire and Rubber Company, convirtiéndose no sólo en el mayor fabricante de neumáticos del mundo sino también en el mayor fabricante de productos de caucho. Hoy día es una corporación multinacional que cuenta con 171 plantas alrededor del mundo, presencia en más de 150 países y más de 144 mil empleados. Su principal actividad es la fabricación, distribución y ventas de cauchos, actividad donde concentra el 84% de sus ventas, pero también elabora diferentes productos que van desde bandas transportadoras hasta bicicletas.

En Venezuela, Bridgestone mantuvo su mercado competitivo hasta el año 2016, donde debido a la situación que afronta aún en la actualidad nuestro país y a la dificultad agravante de obtener divisas para la adquisición de materia prima, deciden vender la planta industrial y la concesión de la licencia de fabricación al “Grupo Corimon”, cooperación venezolana fundada en 1949 dedicada a la producción y

comercialización de una gran diversidad de productos industriales, entre ellas neumáticos.

Luego de esta adquisición de acciones el Grupo Corimon decidió cambiar el nombre de la compañía manufacturera de Bridgestone Firestone Venezolana a Alice neumáticos de Venezuela C.A, siendo la única compañía autorizada en la fabricación de neumáticos bajo la marca internacional Firestone, con una capacidad instalada de aproximadamente nueve mil quinientas (9.500) unidades diarias en la que laboran alrededor de 1345 trabajadores.

Alice Neumáticos de Venezuela en la actualidad como muchas otras empresas se ha visto en la necesidad de reducir costos, aplicándolo en toda su estructura organizacional, en cuanto a esto y en vista de aprovechar todos sus recursos solicita a sus departamentos principalmente a estos que intervienen en la producción de la goma para la elaboración del neumático un estudio de sus procesos en vista de mejorar cada etapa, tal es caso del área de Banbury (ver figura 1) donde se realiza el mezclado de diferentes componentes para la obtención de la goma, durante el proceso se evidencio un exceso de aceite lubricante utilizado para la fabricación de la goma y la lubricación de los anillos en la maquina Banbury 3 (ver figura 2) durante el agregado de los aceites lubricantes se generan pérdidas las cuales se presentan al momento de mezclar la goma, estas fugas de lubricantes generan retornos de aceites que son recolectados a través de canaletas y almacenados en tanques.

El aceite lubricante ha generado un fuerte impacto económico para la organización, estos aceites retornados no se utilizan para una nueva producción de goma, son recolectados y enviados a una empresa contratista (outsourcing) especializada y encargada de la disposición del mismo.

En vista de la situación antes planteada y en busca de la mejora continua y la necesidad de reducir costos y no menos importante el impacto ambiental que genera el desperdicio de lubricantes, se ha realizado la propuesta de realizar una mejora en el

área de banbury 3 que permita reutilizar el aceite recolectado de las fugas de los anillos durante la producción de gomas para la fabricación de neumáticos, con esta mejora se quiere utilizar todo el aceite recolectado para que vuelva al proceso de la goma y así reducir costos.

Esta problemática conlleva a diseñar un mecanismo que contribuya con la normativa legal existente, por lo que se propone un plan de manejo que permita establecer lineamientos específicos para perseguir y alcanzar la recolección y recuperación ambientalmente adecuada de los aceites lubricantes usados.

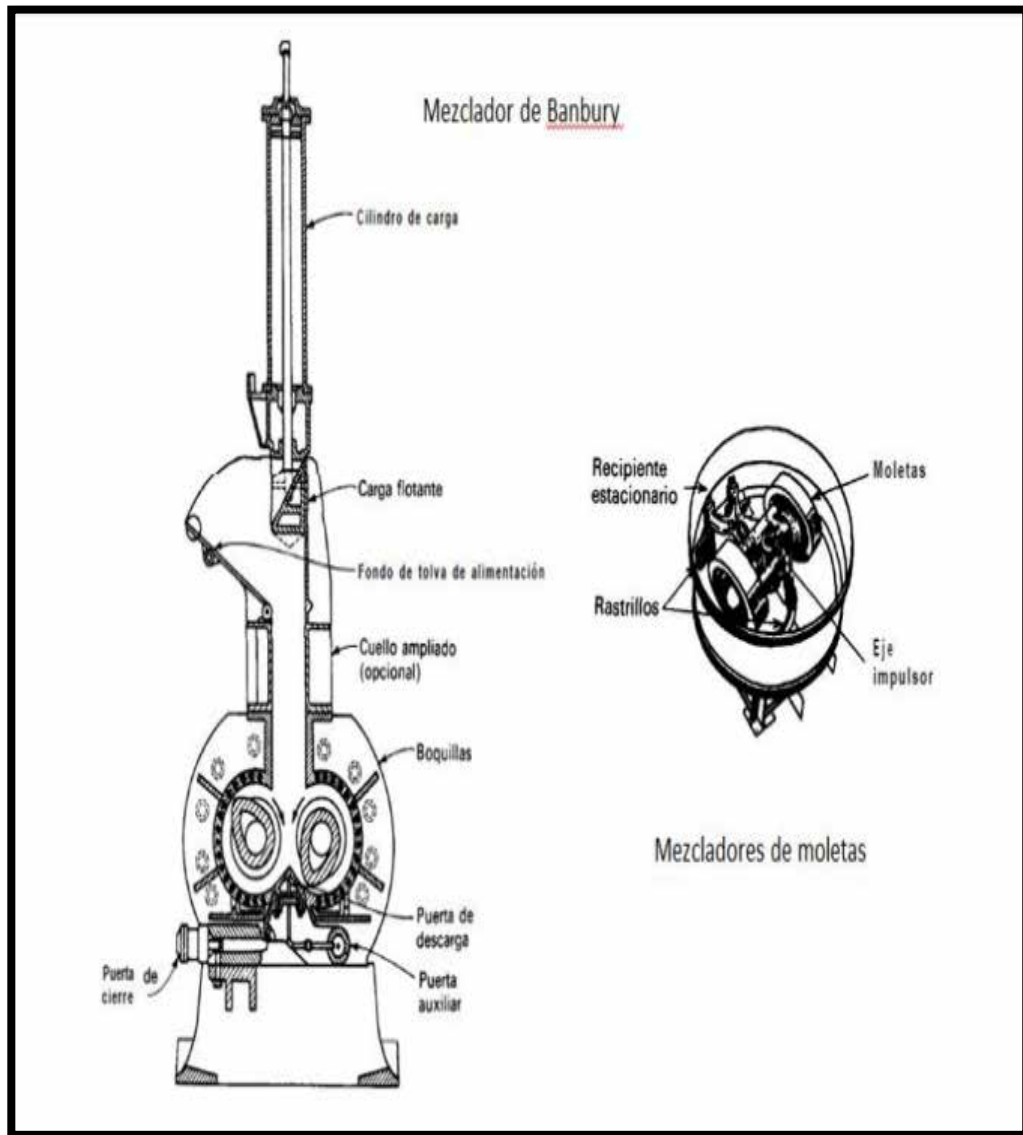
Debido a esto la elaboración de un plan de manejo implica la proyección de la situación actual en un horizonte de tiempo determinado, estableciendo objetivos, metas y líneas de acción estratégicas para lograr las pautas establecidas, así como la definición de las responsabilidades y roles para su ejecución, tal y como se observa en el cuadro 1 donde se pueden ver las cantidades de aceite que se utiliza en el proceso de la goma.

**Cuadro N° 1** Cantidad de Batch mezclado y aceite lubricante original utilizado en el banbury 3 en el primer semestre del 2019.

<b>Mes</b>	<b>Batch Mezclado (unid)</b>	<b>Aceite original utilizado en la Mezcla (kg)</b>	<b>Aceite de desperdicio retornado A los tanques (kg)</b>
<b>Enero</b>	2.474	19.792	3.950
<b>Febrero</b>	2.168	17.344	3.469
<b>Marzo</b>	998	7.984	1.597
<b>Abril</b>	1.698	13.584	2.717
<b>Mayo</b>	2.642	21.136	4.228
<b>Junio</b>	2.980	23.840	4.770
<b>Total:</b>	12.960	95.696	20.731

**Fuente** Departamento técnico Alice Neumáticos de Venezuela  
**Elaborado:** Torrealba (2019)

Como se puede visualizar en el cuadro 1, la cantidad de batches mezclado en el primer semestre del año, en el cual se puede apreciar las cantidades de lubricantes utilizados en el proceso de fabricación, así como las cantidades de aceite retornado que van hacia los tanques donde son almacenados.



FiguraN°1 Mezclador de goma banbury  
Fuente: cibertesis.uni.edu.pe



**Figura N° 2** Cámara y anillos mezcladores de goma de un Banbury  
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A

## **1.2 Formulación del problema**

¿Cómo se pueden reducir las pérdidas de aceite recuperado en el proceso productivo de la máquina del Banbury 3, en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A?

## **1.3 Objetivos de la investigación**

### **1.3.1 Objetivos General**

Proponer un plan de mejora para la reutilización del aceite de lubricación, que se usan para la Elaboración de la goma en la máquina de Banbury 3 para la fabricación del neumático, en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Diagnóstico de la situación actual del proceso de mezclado del Banbury 3, en la empresa Alice Neumático de Venezuela, mediante el uso de técnicas de recolección de datos, determinando los elementos que afectan la

recolección de aceite lubricante.

- Analizar las debilidades y puntos críticos detectados identificando los factores que afectan el proceso de mezclado con la reutilización del aceite lubricante.
- Diseñar un plan para la reutilización del aceite lubricante recuperado en el área de Banbury 3 en la Empresa Alice Neumático de Venezuela C.A.
- Evaluar los resultados, mediante un análisis costo-beneficio operativo, social y ambiental en la empresa Alice Neumático de Venezuela.

#### **1.4 Justificación**

La presente investigación está basada en la aplicación de una propuesta de mejora para la reutilización del aceite proveniente del desperdicio de lubricantes de la máquina de Banbury 3, con la finalidad de aplicar herramientas que permita la reducción de los costos inherentes para su disposición final y poder reutilizarlo en producción, desde ese contexto se puede señalar que la investigación se justifica desde varios puntos de vista.

Por consiguiente, desde el punto de vista técnico el aporte del investigador para la organización es básicamente que, a partir de metodología planteada, se podrá incluir en la elaboración del compuesto de la goma, la cantidad o porcentaje de aceite para la fabricación del producto antes mencionado hasta lograr una mezcla dentro las especificaciones químicas establecidas, representando una mejora en el proceso, pues involucrando al personal pertinente en la fabricación o mezcla de la goma, se evita desperdiciar el aceite de lubricación de los anillos de Banbury 3 durante la elaboración o en el mezclado de la misma, haciendo lo posible por reutilizarlo.

Así mismo, la investigación se justifica desde el punto de vista económico ya que ayuda a la empresa a reducir los costos de inversión que se realizan a otras

empresas, estas cantidades se estiman en **5.182,75** \$ dólares semestrales de acuerdo a la cantidad de litros de aceites retornado que es generado por la máquina de banbury 3.

Desde el punto de vista teórico, su importancia radica en que su abordaje permitirá generar nuevos conocimientos teóricos, a partir del estudio de la situación planteada en el proceso de producción de goma en el área de banbury de la empresa, así como el análisis de los factores que generan la problemática, para generar mejoras en cuanto al aprovechamiento del aceite recuperado en dicho proceso.

A nivel metodológico, su relevancia está dada en que se describirá la metodología a seguir durante el proceso de estudio en sus diversas fases de investigación, a través del uso de técnicas e instrumentos de recopilación de información, técnicas de análisis y diseño de las estrategias, que servirán de marco de actuación a seguir por otras organizaciones con problemáticas similares a la que actualmente se estudia en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela.

Es de destacar, que con el desarrollo de la presente investigación se busca el alcance de la reutilización de lubricante de aceite para los anillos del banbury 3, también se busca la reducción de posible variabilidad existente en el proceso de mezclado, mediante ensayos de experimentos, además de garantizar el suministro de goma a los departamentos de preparación de materiales, lo cual se traduciría en dar continuidad al proceso de elaboración de la goma para la fabricación del neumático.

### **1.5 Alcance**

El alcance del presente proyecto contempla la entrega de una propuesta de mejora para la reutilización de lubricantes retornados en el área de Banbury que elimine o disminuya las pérdidas en la Empresa Alice Neumáticos de Venezuela, C.A

### **1.6 Limitaciones**

Entre las principales limitaciones de la investigación está la restricción de la organización de divulgar información que considera de orden confidencial, tales

como información financiera, procesos productivos, fotos, normas y procedimientos y otras que la administración considere que no se deben divulgar.

No se tomaran en cuenta evaluaciones económicas que tomen en cuenta el valor del dinero en el tiempo, por razones de inflación y divulgación de datos restringidos.

Esta investigación se llevara a cabo hasta la realización de un diseño experimental el cual queda de parte de la empresa la implementación del mismo.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

Al investigar, es necesario realizar una serie de consultas, que tienen como propósito la búsqueda de datos, que aporten información para la elaboración de la investigación, el mismo está conformado por: Los Antecedentes, las Bases Teóricas, y el Marco Conceptual. Al respecto Balestrini (2006:91) explica lo siguiente:

“En este sentido, el marco teórico es el resultado de la selección de aquellos aspectos más relacionados del cuerpo teórico epistemológico que se asume, referidos al tema específico elegido para su estudio. De allí pues, que su racionalidad, estructura lógica y consistencia interna, va a permitir el análisis de los hechos conocidos, así como, orientar la búsqueda de otros datos relevantes. En consecuencia, cualquiera que sea el punto de partida, para la delimitación y tratamiento del problema se requiere la definición conceptual y la ubicación del contexto teórico que orienta el sentido de la investigación.”

Lo que expresa la autora citada, es que el marco teórico le aporta al estudio, datos que permite al investigador tener una visión amplia del problema que estudia, además de proporcionar información que permite ubicarlo dentro de una teoría, delimitar el estudio y ubicarlo dentro de un contexto

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación.**

En esta sección se presentan algunos antecedentes y fundamentos que sustentaran y apoyan el estudio. Los antecedentes de la investigación constituyen información referencial acerca de fuentes, trabajo o investigaciones previas que han sido realizadas respecto al tema enfocado

Jones Juan (2007) presento un trabajo especial de grado titulado **Diseño de un sistema de reciclaje de aceite lubricante usado**, realizado en la Universidad Austral

de Chile, en la facultad de Ingeniería mecánica, para optar por el título de Ingeniero Mecánico, El presente trabajo tiene por objetivo diseñar un proceso de reciclaje de aceite lubricante con una capacidad máxima de 300 litros por hora, técnicamente factible de implementar y económicamente rentable.

Para ello se hizo un levantamiento de las principales características de los aceites lubricantes, aceites usados, alternativas de reciclaje y marco regulatorio. Sobre la base de ello se diseñó el proceso de reciclaje y se desarrolla la ingeniería básica de acuerdo a los requerimientos planteados en los objetivos del proyecto. Este trabajo especial de grado se caracterizó por ser tipo descriptivo.

Así mismo Manzanares Lucia , Mayo 2016 México, presento un trabajo de grado titulado **Manejo de aceite lubricantes usado en motores de combustión interna en el Municipio de ahome, Sinaloa**, en la universidad profesional interdisciplinaria de ingeniería y ciencias sociales y Administrativas sección de estudios de posgrado e investigación, para optar por el título de Maestro en Ingeniería Industrial El propósito del estudio fue diseñar un plan de manejo del residuo de aceite lubricante usado en motores de combustión interna en el Municipio de Ahome En este trabajo se expone de manera general el problema ocasionado en agua, aire y suelos por el residuo, su impacto al ambiente y la salud de las personas.

Se planteó un estudio explorativo-descriptivo. Como primera parte se realizó una revisión de literatura al respecto, con el objeto de documentar información reciente de los tratamientos aplicados al residuo a nivel nacional, internacional y local se abordó el estudio de forma descriptiva, reuniendo información de la localidad en estudio, por medio de encuesta, donde la población consistió en el parque vehicular del municipio de Ahome, Sinaloa, dirigida a generadores de aceite lubricante usado, de talleres automotrices, expendios de aceite lubricante, gasolineras, usuarios que realizan el cambio de aceite por si mismos e industrias que tienen una estación de recambio de aceite en sus instalaciones.

Con la información reunida se identificaron los indicadores en el manejo, así como los factores de riesgo que inciden en la gestión del residuo, encontrando carencia en el manejo del residuo de Aceite Lubricante Usado (ALU), en micro generadores del municipio de Ahome,

Con base en los resultados de la encuesta, se diseñó un plan de manejo enfocado en la gestión del residuo en el lugar de generación, tomando como estrategia los lineamientos de la NAV-ALU; 1) minimización mediante la reducción en la fuente y 2) valorización por medio del reciclado, con base en la identificación, recolección, almacenado y transporte. En la parte operativa se emplearon técnicas de manufactura esbelta; mapeo de la cadena de valor, 5Ss y estandarización, integrando una técnica de manejo de cambio de aceite lubricante, validada durante el desarrollo del plan.

Así González Cristina (2014) llevo a cabo una investigación titulada **“Propuesta de un plan de manejo de aceites lubricantes usados de automóviles para el estado Carabobo”** Trabajo presentado ante el Área de Estudios de Postgrado de la Universidad de Carabobo para optar al Título de Magister en Ingeniería Ambiental El estudio consistió en la elaboración de una propuesta de plan de manejo de aceites lubricantes usados de automóviles para el Estado Carabobo.

Los aceites lubricantes usados producen efectos tóxicos y persistentes en el medio ambiente. Sin embargo, tienen un gran potencial energético y sirven como materia prima para la obtención de bases lubricantes vírgenes. Se evaluaron comparativamente planes de gestión internacionales. Los aspectos comunes encontrados en dicha evaluación fueron analizados dentro de la normativa legal vigente en Venezuela, encontrando que la propuesta es legalmente factible. Dichos aspectos fueron consultados a las organizaciones participantes en la gestión del aceite lubricante usado a través de una encuesta en campo.

Se elaboró la propuesta de un plan de manejo basado, principalmente, en la

creación de un ente que se encargue exclusivamente de coordinar, administrar y asegurar las actividades necesarias para la recolección y recuperación de los aceites lubricantes usados generados en el Estado Carabobo.

Por ultimo Barreto, María (2009) “**Análisis del inventario del ciclo de vida (icv) simplificado de un aceite lubricante para automóvil**”. Este trabajo se basa en estudiar el ciclo de vida de un tambor de aceite lubricante y para ello evalúa variables que permiten obtener referencia de su desempeño ambiental en el Estado Carabobo. El objetivo fue identificar las áreas críticas dentro de las cuales el manejo ambiental del producto podría ser mejorado, específicamente en lo referente al consumo de materiales, energía y a las emisiones atmosféricas generadas. Para ello, aparte de estudiar la composición química del aceite, los procesos industriales de manufactura y los aspectos técnicos relacionados con su distribución, se indagó en su uso y disposición final. Con todos los datos recolectados se elaboró una hoja de datos para cada una de las etapas del ciclo de vida del producto. Entre las conclusiones más resaltantes destaca que las etapas de uso y disposición final son las principales productoras de gases de combustión, y se determinó que la alternativa de disposición más utilizada en el país es la recuperación energética al utilizarlo como combustible en las cementeras.

## **2.2 Bases Teóricas**

Comprenden un conjunto de conceptos y teorías que constituyen un punto de vista dirigido a explicar el fenómeno o problemas planteado sobre este particular, a continuación se desarrollan conceptos fundamentales en el trabajo de investigación:

### **2.2.1 Productividad**

Burgos (2002) La productividad es la relación entre la cantidad de productos obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el

resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de recursos utilizados con la cantidad de producción obtenida. La Norma ISO 9001 especifica los requisitos para los sistemas de gestión de la calidad aplicables a toda organización que necesite demostrar su capacidad para proporcionar productos que cumplan los requisitos de sus clientes y los reglamentarios que le sean de aplicación, y su objetivo es aumentar la satisfacción del cliente. Es la razón entre la producción obtenida por un sistema productivo y los recursos utilizados para obtener dicha producción. También puede ser definida como la relación entre los resultados y el tiempo utilizado para obtenerlos: cuanto menor sea el tiempo que lleve obtener el resultado deseado, más productivo es el sistema. En realidad la productividad debe ser definida como el indicador de eficiencia que relaciona la cantidad de producto utilizado con la cantidad de producción obtenida. En el ámbito de desarrollo profesional se le llama productividad (P) al índice económico que relaciona la producción con los recursos empleados para obtener dicha producción, expresado matemáticamente como:  $P = \text{producción}/\text{recursos}$ .

1) **PRODUCIR MAS Y EN FORMA SEGURA:** Es decir superar las metas de producción en cuanto a número. La producción se refiere precisamente a este aspecto cuantitativo.

2) **CON LOS MISMOS O MENORES RECURSOS:** Debido a que se pretende la racionalización de estos y el aprovechamiento óptimo de los mismos.

3) **EN EL MENOR TIEMPO:** El tiempo lo consideramos como un recurso no renovable, el tiempo ya no se puede recuperar. El tiempo es vida y hay que saber aprovecharlo, procurando detectar los desperdiciadores más frecuentes para controlarlos en forma adecuada. Podemos estar 12 o 14 horas en el trabajo y dar resultados que con el uso adecuado del tiempo lo haríamos en dos horas.

4) **CON EL MENOR ESFUERZO:** Es importante saber administrar nuestras fuerzas físicas e intelectuales para lograr objetivos. Recordando que no es necesariamente el que más se agota física o intelectualmente, el que más

produce, sino el que da mejores resultados con el menor esfuerzo. La fatiga nos puede llevar a una reducción de la aptitud para trabajar. 5) **AL MISMO COSTO:** No necesitamos hacer grandes inversiones económicas para obtener mejores resultados. 6) **DE ACUERDO CON LOS OBJETIVOS DE LA EMPRESA:** Que son la coordinación de todos los recursos, para lograr una producción, socialmente útil, de acuerdo a las exigencias del bien común, de la misma Empresa y de la Sociedad, ya que en último término la Empresa depende de los consumidores.

### **2.2.2 Mejora Continua**

Gutiérrez (2010), la mejora continua es consecuencia de una forma ordenada de administrar y mejorar los procesos, identificando causas o restricciones, estableciendo nuevas ideas y proyectos de mejora, llevando a cabo planes, estudiando y aprendiendo de los resultados obtenidos y estandarizando los efectos positivos para proyectar y controlar el nuevo nivel de desempeño

### **2.2.3 El Mejoramiento Continuo de la Calidad y Productividad**

El mejoramiento continuo de la Calidad y la Productividad en un Departamento o Unidad de una empresa debe ser:

- Ø **Económico**, es decir requerir menos esfuerzo que el beneficio que aporta; por tanto utilización de recursos (en este caso el tiempo gerencial y de la gente que busca la mejora), debe ser realizada de tal forma que en cada ciclo de mejoramiento podamos estar incidiendo en lo que más impacta en el mismo.
- Ø **Acumulativo** es decir que la mejora que hagamos permita abrir las posibilidades de sucesivas mejoras a la vez que se garantice el cabal aprovechamiento del nuevo nivel de desempeño logrado.

En el mercado existen diferentes metodologías, las cuales varían en cuanto a cantidad de pasos o fases (4, 10 y hasta 30) y a veces en su secuencia desde la detección del problema o desviación hasta su solución y garantía de resultados.

Entre las más conocidas metodologías se tienen las de Harrington, Conway y

Crosby.

Harrington establece una lista de diez actividades básicas de un proceso de mejoramiento:

- Ü Obtener el compromiso de la alta dirección.
- Ü Establecer un comité coordinador del mejoramiento con representantes de cada una de las áreas de la organización.
- Ü Conseguir la participación total de la gerencia media.
- Ü Asegurar la participación en equipos de los trabajadores.
- Ü Conseguir la participación individual.
- Ü Establecer equipos de mejoramiento de los sistemas.
- Ü Desarrollar actividades con participación de los proveedores.
- Ü Establecer actividades que aseguren la calidad de los sistemas.
- Ü Desarrollar e implantar planes de mejoramiento a corto plazo, y
- Ü Establecer un sistema de reconocimiento.

#### **2.2.4 Conway señala las siguientes actividades:**

- Educación, en el sentido de crear la necesidad por el cambio, así como el querer y la voluntad de hacerlo. Esta educación comienza, por supuesto, en la alta dirección.
- Liderazgo. La alta dirección debe asumir el liderazgo de cambio, y cada gerente debe hacer lo mismo en su área respectiva.
- Identificación y cuantificación del desperdicio.
- Modificación del comportamiento personal y organizacional, las políticas, prácticas, procedimientos, reglas, reglamentos oficiales y no oficiales, escritos y no escritos, para asegurar que sean consistentes con el querer de las personas de mejorarse continuamente.
- Adiestramiento del personal en técnicas de identificación y solución de problemas: técnicas estadísticas, de ingeniería industrial, etc.

- Desarrollo de proyectos, orientados hacia cosas donde se está seguro de no fallar y que a la vez sean suficientemente significativos como para que la gente vea que se trata de cosas reales y no de fantasías. Dichos proyectos deben comenzar en la alta gerencia y descender, nivel por nivel, hacia la base.
- Grandes proyectos dirigidos por la gerencia. Los pasos anteriores permiten construir la infraestructura necesaria para emprender proyectos de gran envergadura.

### **2.2.5 Crosby establece 14 pasos para el mejoramiento:**

- ✓ Compromiso de la dirección.
- ✓ Equipo para el mejoramiento
- ✓ Medición de la calidad.
- ✓ Evaluación del costo de calidad.
- ✓ Crear conciencia sobre la calidad.
- ✓ Acciones correctivas.
- ✓ Establecimiento de un comité ad hoc para el programa de cero defectos.
- ✓ Educación al personal.
- ✓ Establecimiento del día de cero defectos.
- ✓ Fijación de metas.
- ✓ Eliminación de la causa de los errores.
- ✓ Reconocimientos.
- ✓ Consejo de la calidad
- ✓ Repetir el proceso.

### **2.2.6 Acciones en el Proceso de Mejoramiento.**

Las acciones que se realizan en un proceso de mejoramiento de calidad y productividad, variarán según el grado de modificación que se lleve a cabo en la unidad bajo estudio, es decir, dependerá del tipo de acción, sobre los factores que afectan la calidad y la productividad en una unidad de análisis.

### **2.2.6.1. Se tienen tres (3) tipos de acciones:**

#### **1-Acciones de innovación.**

Son aquellas acciones dirigidas, con el propósito fundamental de realizar cambios en la tecnología dura de los procesos productivos (maquinarias, Herramientas, Productos, etc.). También se pueden incluir en esta parte la utilización de la electrónica (CAD, CAM, etc), que sin modificar la base tecnológica, le dan otro sentido a la forma de producción de bienes y servicios.

#### **2- Acciones de mejoramiento.**

Son aquellas en que la tecnología dura no se encuentra afectada sustancialmente sino que se aprovechan las capacidades existentes no utilizadas, a través de la racionalidad de los sistemas y de su optimización; tales como las mejoras en métodos de trabajo, aprovechamiento de espacios, cambios menores en productos y equipos de trabajo, también podemos incluir en estas acciones una nueva forma de gerencia.

#### **3- Acciones de mantenimiento.**

Están dirigidas a mantener los niveles alcanzados por las dos (2) anteriores y su importancia radica en que estas acciones garantizan el logro permanente y sostenido de los resultados esperados del proceso.

### **2.2.7 Fases en el Proceso de Mejoramiento Continuo.**

Con el fin de lograr que la organización vaya consolidando las bases y desarrollando su propia capacidad para la mejora continua de sus procesos, y sin ánimos de aplicar ninguna receta universal, se presenta una metodología para el desarrollo de un proceso de mejoramiento continuo en calidad y productividad en cuatro fases:

#### **2.2.7.1. Fase 1.- Aprendizaje.**

En esta fase se trata de poner en marcha el proceso y es de gran importancia, ya que se pretende vencer la inercia de la organización hacia una forma diferente de actuar sobre los problemas, para aprender y manejar los conceptos, técnicas y

herramientas básicas.

**En esta fase se persigue que:**

- ✓ Exista un clima organizacional y laboral adecuado al proceso de cambio.
- ✓ Definición y difusión de valores y políticas de calidad.
- ✓ Se resuelvan problemas críticos.
- ✓ Desarrollo de funciones dinamizadoras del cambio.
- ✓ Cada persona conozca y realice bien su trabajo.
- ✓ Se comience a desarrollar un sistema de gestión.
- ✓ Desarrollo de los primeros proyectos de mejoras con éxito.

**2.2.7.2. Fase 2.- Mejoramiento.**

En esta fase se trata de que todos los niveles de mando logren mejoras en sus procesos, y superen en cantidad y calidad a los de la primera fase. El número de proyectos tiende a duplicarse aumentando el personal involucrado.

Es en esta fase donde el desarrollo del pensamiento estadístico cobra gran importancia y solidez.

**En esta fase se persigue los siguientes logros:**

- Ø Involucramiento y capacitación de la gerencia hasta mandos medios.
- Ø Rediseño y análisis de los sistemas de recursos humanos y normalización.
- Ø Formación de la capacidad facilitadora.
- Ø Establecimiento de sistemas de reconocimiento e incentivos.
- Ø Inicio de desarrollo de multihabilidades.
- Ø Involucramiento y mejoramiento de la capacidad supervisora.
- Ø Inicio de proyectos de mejora interfuncionales.

**2.2.7.3. Fase 3.- Profundizar.**

En esta fase se deben realizar algunos cambios profundos en la organización,

darle mayor solidez a la base.

La gerencia interfuncional y el despliegue de políticas y objetivos cuentan con un personal hablando un mismo lenguaje, con conocimientos prácticos de los principios y técnicas.

**En esta fase se profundiza el proceso en:**

- Ø Despliegue de políticas.
- Ø Las gerencias altas y media desarrollan proyectos de mayor impacto.
- Ø Prácticas de autocontrol en los procesos.
- Ø Se profundiza en conocimientos de técnicas y herramientas.
- Ø La alta gerencia aprende como desarrollar acciones de innovación.
- Ø Mejoramiento continuo de la calidad de trabajo.

**2.2.7.4. Fase 4.- Mejoramiento Continuo.**

En esta fase el mejoramiento forma parte de la conducta día a día.

- ✓ Mayor grado de autonomía y control.
- ✓ Se realizan mejoras tecnológicas.
- ✓ El mejoramiento forma parte de la conducta del día a día

**2.2.8 Ciclo del Proceso de Mejoramiento Continuo**

El ciclo del proceso de mejoramiento continuo no es más que una extensión o derivación del método científico, aplicado a procesos. Originalmente, fue denominado ciclo de Shewhart, en honor a su creador, Walter A. Shewhart. En 1950 los japoneses cambiaron su nombre por el de ciclo de Deming, que a continuación se describe:

El ciclo del proceso de mejoramiento continuo se describe en cuatro etapas, como se muestra a continuación:

**1.- Planificar.**

Si se tiene un proyecto o un problema que se deba resolver, el grupo de trabajo diseña un plan de acción para resolver la situación planteada.

## **2.- Hacer.**

Una vez que el plan de acción está listo debe ser implementado.

## **3.- Verificar los Resultados.**

El grupo verifica los resultados o efectos de la solución implantada.

## **4.- Actuar.**

El grupo toma las decisiones pertinentes respecto al plan implantado. Estas actividades pueden llevar a aceptar los resultados obtenidos o bien el diseño de un nuevo plan y de esta manera se genera la mejora continua de la situación planteada.

### **2.2.9 Pasos para el Mejoramiento Continuo**

Tomando como guía el ciclo de Deming, en general, los pasos a seguir en cada nivel de la empresa son los mismos; sin embargo, según el nivel y la naturaleza de los problemas, causas, factores y soluciones, variará, así como los lapsos de cierre de un ciclo y de maduración de los resultados.

La particularidad de las acciones, su alcance e impacto y períodos de desarrollo, dependerá del nivel de la organización. A niveles operativos de la base en cada departamento, los ciclos tienen corta duración (mes (es)), a niveles intermedios departamentales, semestrales y hasta anuales; a nivel corporativo (anuales o más).

Todo gerente, jefe de departamento y supervisor en la empresa, deberá estar en capacidad de llevar adelante un ciclo como el descrito anteriormente, antes de emprender la participación en la base, a través de círculos o pequeños grupos.

Se ha diseñado una metodología de siete pasos, la cual ha sido probada en muy diversas situaciones y áreas de gestión tanto administrativa como productiva. Con los siete pasos, se ha logrado:

- Desglosar el proceso de mejoramiento en fases bien diferenciadas, lo cual permite concentrar la atención del equipo de mejora en asuntos y aspectos del

proceso de mejoramiento del mismo carácter. Las metodologías de pocos pasos(4 ó 5) normalmente mezclan aspectos o asuntos de diferente índole, lo cual genera confusión.

- Facilitar el aprendizaje y memorización de cada paso, ya que su cantidad no requiere mantener a la mano el manual respectivo como es el caso de metodologías de más de 10 pasos los cuales son difíciles de recordar y hasta de diferenciar.
- Es de señalar que de acuerdo a la experiencia de aplicación de la metodología en diferentes empresas y departamentos.

#### **2.2.10. Los siete pasos del proceso de mejoramiento:**

- Ø Primer Paso: Selección de los problemas (oportunidades de mejora).
- Ø Segundo Paso: Cuantificación y análisis del problema.
- Ø Tercer Paso: Análisis de causas Raíces específicas.
- Ø Cuarto Paso: Definición y programación de soluciones.
- Ø Quinto Paso: Implantación de soluciones.
- Ø Sexto Paso: Evaluación y verificación de resultados.
- Ø Séptimo paso: Acciones de mantenimiento y mejoras

##### **2.2.10.1 Primer Paso:**

#### **Ø Selección de los Problemas (Oportunidades de Mejora).**

Este paso tiene como objetivo la identificación y escogencia de la causa que afectan la Calidad y Productividad del Departamento o Unidad bajo análisis.

En este paso se busca desde el principio mayor coherencia y rigurosidad en la definición y escogencia de los problemas de Calidad y Productividad.

Para la identificación de las oportunidades de mejora y los problemas de calidad y productividad, es de gran ayuda tener a mano la caracterización de la Unidad de Análisis. Si está bien detallada, su revisión indicará dónde están las

oportunidades y los problemas. Bien detallada significa que se cuenta con la siguiente información:

- Ø Los productos y servicios de la unidad.
- Ø Los clientes y los atributos que de aquellos valoran.
- Ø La información que los clientes deben suministrar a la unidad.
- Ø Los efectos que sufren los clientes cuando la unidad y sus productos servicios no cumplen con los atributos que ellos necesitan.
- Ø Los proveedores de la Unidad, sus productos y servicios y los atributos de éstos, que son valorados.
- Ø La información que la Unidad debe suministrar a sus proveedores.
- Ø Los efectos sobre el desempeño de la Unidad de los incumplimientos de los proveedores.
- Ø El flujo grama de procesos para cada uno de los productos y servicios de la Unidad. Precizando para cada actividad de un proceso, los métodos de trabajo y procedimientos empleados, las normas, las máquinas y equipos, los elementos.
- Ø Que determinan el ambiente físico; y al personal con los conocimientos y habilidades requeridas.
- Ø Los procedimientos y actividades de planificación, programación y coordinación para la dirección y ejecución del proceso.

Los problemas y oportunidades de mejora están en esos aspectos que conforman la caracterización de la Unidad y deben ser buscados tanto en el diseño del sistema y sus componentes, como en la administración y manejo que de éstos se hace.

Para la elaboración de una lista de problemas, se puede partir de la siguiente pregunta inicial: ¿Qué problemas de la Unidad de Análisis están afectando el cumplimiento de los atributos de calidad de los productos y servicios y la productividad en la utilización de los recursos? Otra manera de formularla es la

siguiente: ¿Qué problemas o aspectos de la Unidad de Análisis deben ser considerados para efectos de mejorar la calidad de los productos y servicios y la productividad en la utilización de los recursos?

Se debe estar vigilante para no incluir en esa lista inicial soluciones que se hayan venido elaborando consciente o inconscientemente. Las soluciones iniciales constituyen una camisa de fuerza a la creatividad, y en consecuencia, deben ser evitadas.

**Actividades:**

En primer paso consiste en las siguientes actividades:

- ✓ Aclarar los conceptos de Calidad y Productividad en el grupo.
- ✓ Elaborar el Diagrama de Caracterización de la Unidad en términos generales: clientes, productos y servicios, atributos de los mismos, principales procesos e insumos utilizados.
- ✓ Definir en qué consiste un problema de Calidad y Productividad como desviación de una norma, debe ser, estado deseado, requerido o exigido.
- ✓ Listar en el grupo los problemas de Calidad y Productividad en la Unidad de Análisis (aplicar Tormenta de Ideas).
- ✓ Preseleccionar las oportunidades de mejora, priorizando gruesamente, aplicando técnica de Grupo Nominal o Multivotación.
- ✓ Seleccionar de la lista anterior las oportunidades de mejora a abordar a través de la aplicación de una matriz de Criterios Múltiples, de acuerdo a la opinión del grupo o su superior.

**Las tres primeras actividades (a, b, c) permiten lo siguiente:**

- “ Concentrar la atención del grupo en problemas de Calidad y Productividad.
- “ Mayor coherencia del grupo al momento de la Tormenta de Ideas

para listar los problemas.

- “ Evitar incluir en la definición de los problemas su solución, disfrazando la misma con frases como: falta de..., carencia de..., insuficiencia, etc., lo cual tiene que ser usual en los grupos poco experimentados.

La preselección (Actividad e) se hace a través de una técnica de consenso rápido en grupo, que facilita la identificación en corto tiempo de los problemas para luego, sobre los 3 ó 4 fundamentales, hacer la selección final (Actividad f) con criterios más analíticos y cuantitativos. Esto evita la realización de esfuerzos y cálculos comparativos entre problemas que "obviamente" tienen diferentes impactos e importancia.

### **Observaciones y Recomendaciones Generales.**

Û Este es un paso clave dentro del proceso, por lo que debe dedicarse el tiempo necesario evitando "quemar" actividades o "Pasarlas por alto" sin que el equipo de trabajo haya asimilado suficientemente el objetivo de las mismas.

Û Conviene desarrollar este paso en tres sesiones y cuando mínimo dos (nunca en una sola sesión) y cada una de 1 1/2 a 2 horas de duración. En la primera pueden cubrirse las tres primeras actividades, en la segunda las actividades d y e y en la última la f. Esta actividad debe ser apoyada con datos según los criterios de la matriz; por tanto, esta actividad debe hacerse en una sesión aparte.

Û La caracterización de la Unidad debe hacerse gruesamente evitando detalles innecesarios. Debe considerarse que luego de cubiertos los siete pasos, el primer ciclo, en los ciclos de mejoramiento posteriores se profundizará con mayor conocimiento por la experiencia vivida. Esta recomendación es válida para todas las actividades y pasos; la exagerada

rigurosidad no es recomendable en los primeros proyectos y debe dosificarse.

#### **2.2.10.2. Segundo Paso:**

##### **Ø Cuantificación del Problema u Oportunidad de Mejora Seleccionado.**

El objetivo de este paso es precisar mejor la definición del problema, su cuantificación y la posible subdivisión en subproblemas o causas síntomas.

Es usual que la gente ávida de resultados o que está acostumbrada a los "yo creo" y "yo pienso" no se detenga mucho a la precisión del problema, pasando de la definición gruesa resultante del primer paso a las causas Raíces. En tales circunstancias los diagramas casuales pierden especificidad y no facilitan el camino para identificar soluciones a paso, con potencia suficiente para enfrentar el problema. Por ejemplo, los defectos en un producto se pueden asociar a la falta de equipos adecuados en general, pero al defecto específico, raya en la superficie, se asociará una deficiencia de un equipo en particular.

Debido a que tales desviaciones se han producido en varias aplicaciones de la metodología se ha creado este paso para profundizar el análisis del problema antes de entrar en las causas Raíces.

##### **Actividades:**

Se trata de afirmar el análisis del problema, realizando las siguientes actividades:

- Û Definir y establecer el o los tipos de indicador (es) que darán cuenta o reflejen el problema a través de ellos verificar si la definición del problema guarda o no coherencia con los mismos. En caso negativo debe redefinirse el problema o los indicadores.
- Û Estratificar y/o subdividir el problema en sus causas-efecto. Por ejemplo:
  - “ El retraso en la colocación de solicitudes de compra puede ser diferente según el tipo de solicitud.

- “ Los defectos de un producto pueden ser de varios tipos con diferentes frecuencias y causas.
- “ Los días de inventario de materiales pueden ser diferentes según el tipo de material.
- “ Las demoras por fallas pueden provenir de secciones diferentes del proceso o de los equipos.

### **Observaciones y Recomendaciones Generales**

Debe hacerse énfasis en la cuantificación y sólo en casos extremos (o en los primeros proyectos) a falta de datos o medios ágiles para recogerlos se podrá utilizar para avanzar una Técnica de Jerarquización cualitativa como la Técnica de Grupo Nominal con un grupo conocedor del problema.

Sin embargo se deberá planificar y ordenar la recolección de datos durante el proceso.

Este paso conviene desarrollarlo en tres o al menos dos sesiones, dependiendo de la facilidad de recolección de datos y del tipo de problema.

En la primera sesión realizar las actividades a y b, en la segunda los datos recogidos (actividad c) y hacer los reajustes requeridos y en la tercera sesión la actividad d, priorización y selección de causas síntomas.

Técnicas a Utilizar: Indicadores, Muestreo, Hoja de Recolección de Datos, Gráficas de Corrida, Gráfico de Pareto, Matriz de Selección de Causas, Histogramas de Frecuencia, Diagrama de Procesos, Flujograma de Procesos.

#### **2.2.10.3. Tercer Paso:**

##### **Ø Análisis de Causas Raíces Específicas**

El objetivo de este paso es identificar y verificar las causas Raíces específicas del problema en cuestión, aquellas cuya eliminación garantizará la no recurrencia del mismo. Por supuesto, que la especificidad de las causas Raíces dependerá de lo bien que haya sido realizado el paso anterior.

Nuevamente en este paso se impone la necesidad de hacer medible el impacto o influencia de la causa a través de indicadores que den cuenta de la misma, de manera de ir extrayendo la causa más significativa y poder analizar cuánto del problema será superado al erradicar la misma.

**Actividades:**

- Para cada subdivisión del problema seleccionado, listar las causas de su ocurrencia aplicando la Tormenta de Ideas.
- Agrupar las causas listadas según su afinidad (dibujar diagrama causa-efecto). Si el problema ha sido suficientemente subdividido puede utilizarse la sub agrupación en base a 4M o 6M (Material, Maquinas, Mano de obra, Métodos de trabajo, Medio ambiente), ya que estas últimas serán lo suficientemente específicas. En caso contrario se pueden sub agrupar según las etapas u operaciones del proceso al cual se refieren (en tal caso conviene construir el Diagrama de Proceso), definiéndose de esta manera una nueva subdivisión del sub problema bajo análisis.
- Cuantificar las causa para verificar su impacto y relación con el problema y jerarquizar y seleccionar las causas Raíces más relevantes. En esta actividad pueden ser utilizados los Diagramas de Dispersión, Gráficos de Pareto, Matriz de Selección de Causas.
- Repetir b y c hasta que se considere suficientemente analizado el problema.

**Observaciones Recomendaciones Generales**

Durante el análisis surgirán los llamados problemas de solución obvia que no requieren mayor verificación y análisis para su solución, por lo que los mismos deben ser enfrentados sobre la marcha.

Esto ocurrirá con mayor frecuencia en los primeros ciclos cuando usualmente la

mayoría de los procesos está fuera de control.

Este paso, dependiendo de la complejidad del problema, pueden ser desarrollado en 3 ó 4 sesiones de dos horas cada una.

En la primera sesión se realizarán las actividades a y b dejando la actividad c para la segunda sesión, luego de recopilar y procesar la información requerida. En las situaciones donde la información esté disponible se requerirá al menos una nueva sesión de trabajo (tercera), luego de jerarquizar las causas, para profundizar el análisis (sesiones cuarta y quinta). Técnicas a Utilizar: Tormenta de Ideas, Diagrama Causa-Efecto, Diagrama de Dispersión, Diagrama de Pareto, Matriz de Selección de Causas.

#### **2.2.10.4. Cuarto Paso:**

##### **Ø Diseño y Programación de Soluciones**

El objetivo de este paso es identificar y programar las soluciones que incidirán significativamente en la eliminación de las causas Raíces.

En una organización donde no ha habido un proceso de mejoramiento sistemático y donde las acciones de mantenimiento y control dejan mucho que desear, las soluciones tienden a ser obvias y a referirse al desarrollo de acciones de este tipo. Sin embargo, en procesos más avanzados las soluciones no son tan obvias y requieren según el nivel de complejidad un enfoque creativo en su diseño. En todo caso cuando la identificación de causas ha sido bien desarrollada, las soluciones hasta para los problemas inicialmente complejos aparecen como obvias.

##### **Actividades:**

- Para cada causa raíz seleccionada deben listarse las posibles soluciones excluyentes (Tormenta de Ideas). En caso de surgir muchas alternativas excluyentes, antes de realizar comparaciones más rigurosas sobre la base de factibilidad, impacto, costo, etc. Lo cual implica cierto nivel de estudio y diseño básico, la lista puede ser jerarquizada (para descartar algunas alternativas) a través de una técnica de consenso y votación como Técnica de

Grupo Nominal (T.G.N.).

- Analizar, comparar y seleccionar las soluciones alternativas resultantes de la TGN. Para ello conviene utilizar múltiples criterios como los señalados arriba: factibilidad, costo, impacto, responsabilidad, facilidad, etc.
- Programar la implantación de la solución definiendo con detalle las 5W - H del plan; es decir, el qué, por qué, cuándo, dónde, quién y cómo elaborando el Cronograma respectivo.

### **Observaciones y Recomendaciones Generales.**

- Ø No debe descartarse a priori ninguna solución por descabellada o ingenua que parezca. A veces, detrás de estas ideas se esconde una solución brillante o parte de la solución.
- Ø Para que el proceso de implantación sea fluido es recomendable, por un lado evitar implantarlo todo a la vez (a menos que sea obvia e inmediata la solución) y hacer énfasis en la programación en el quién y cuándo.
- Ø A veces durante el diseño de soluciones se encuentran nuevas causas o se verifica lo errático de algunos análisis. Esto no debe preocupar ya que es parte del proceso aprender a conocer a fondo el sistema sobre o en el cual se trabaja.
- Ø En estos casos se debe regresar al tercer paso para realizar los ajustes correspondientes.
- Ø Técnicas a Utilizar: Tormenta de Ideas, Técnica de Grupo Nominal, Matriz de Selección de Soluciones, 5W - H, Diagramas de Gantt o Pert.

### **2.2.10.5. Quinto Paso:**

#### **Ø Implantación De Soluciones:**

#### **Este paso tiene como objetivo:**

Asegurarse que las soluciones sean asimiladas por la organización en el trabajo diario e implementarlas adecuadamente.

**Actividades:**

- ∅ Las actividades a realizar en esta etapa estarán determinadas por el programa de acciones. Sin embargo, además de la implantación en sí misma, es clave durante este paso el seguimiento por parte del equipo de la ejecución y de los reajustes que se vayan determinando necesarios sobre la marcha.

**Observaciones y Recomendaciones Generales.**

- ∅ Una vez establecido el programa de acciones y mejora con al identificación de responsabilidades y tiempos de ejecución, es recomendable presentar el mismo al nivel jerárquico superior de la Unidad o grupo de mejora, a objeto de lograr su aprobación, colaboración e involucramiento.
- ∅ A veces es conveniente iniciar la implementación con una experiencia piloto que sirva como prueba de campo de la solución propuesta. Ello nos permitirá hacer una evaluación inicial de la solución tanto a nivel de proceso (métodos, secuencias, participantes) como de resultados. En esta experiencia será posible identificar resultados no esperados, factores no tomados en cuenta, Efectos Colaterales No Deseados.

**2.2.10.6. Sexto Paso:****∅ Evaluación y Verificación de Resultados****Este paso tiene como objetivo:**

Probar la efectividad de la (s) solución (es) y hacer los ajustes necesarios para llegar a soluciones definitivas.

**Actividades:**

- ∅ Verificar los valores que alcanzan los indicadores de desempeño seleccionados para evaluar el impacto, utilizando Gráficas de Corrida, Histogramas

Ø y Gráficas de Pareto, Gráfico de Control.

### **Observaciones y Recomendaciones**

Ø A este nivel, el proceso de mejoramiento ya implementado comienza a recibir los beneficios de la retroalimentación de la información, la cual va a generar ajustes y replanteamientos de las primeras etapas del proceso de mejoramiento.

#### **2.2.10.7. Séptimo Paso:**

##### **Ø Establecimiento de Acciones de Mantenimiento**

El objetivo de este paso es asegurar el mantenimiento del nuevo nivel de desempeño alcanzado. Es éste un paso fundamental al cual pocas veces se le presta la debida atención. De él dependerá la estabilidad en los resultados y la acumulación de aprendizaje para profundizar el proceso.

##### **Actividades:**

En este paso deben quedar asignadas las responsabilidades de seguimiento permanente y determinarse la frecuencia y la distribución de los reportes de desempeño. Es necesario diseñar acciones de garantía contra el retroceso en los resultados, las cuales serán útiles para llevar adelante las acciones de mantenimiento. En términos generales éstas son:

- § Normalización de procedimientos, métodos o prácticas operativas.
- § Entrenamiento y desarrollo del personal en las normas y prácticas implantadas.
- § Incorporación de los nuevos niveles de desempeño al proceso de control de gestión de la Unidad.
- § Documentación y difusión de la historia del proceso de mejoramiento.

Esta última actividad es de gran trascendencia para reforzar y reconocer los esfuerzos y los logros alcanzados e iniciar un nuevo ciclo de mejoramiento.

### **Observaciones y Recomendaciones Generales.**

Ø Puede ocurrir que el esfuerzo realizado para mejorar el nivel de desempeño en un aspecto parcial de la Calidad y la Productividad afecte las causas Raíces que también impactan en otros aspectos y se producen efectos colaterales de mejora en los mismos debido a una sinergia de causas y efectos que multiplica entonces los resultados del mejoramiento.

### **Técnicas a Utilizar:**

Ø Es en este paso donde se ve con más claridad la importancia en el uso de las gráficas de control, las naciones de variación y desviación y de proceso estable, ya que para "garantizar" el desempeño dicho concepto y herramientas son de gran utilidad, Gráficos de Corrida, Gráfico de Control (Evaluación) Difusión de logro (Boletines).

### **Recomendación General:**

Mandar a realizar tareas entre sesiones, con el fin de mantener fresco los conocimientos.

Sugerir que al momento de surgir dudas al realizar la tarea asignada se comuniquen con el facilitador.

### **2.2.11 Diagrama de Ishikawa o diagrama de causa y efecto**

Según Maneiro y Mejías (2010), Habla sobre el diagrama de Ishikawa y sus funciones las cuales son:

“Es un método gráfico que refleja la relación entre una característica de calidad (muchas veces un área problemática) y los factores que posiblemente contribuyan a que exista. En otras palabras, es una gráfica que relaciona el efecto (problema) con sus causas potenciales. Este diagrama es una gráfica en la cual, en el lado derecho, se anota el problema, y en el lado izquierdo se especifican por escrito todas sus causas potenciales, de tal manera que se agrupan o estratifican de acuerdo con sus

similitudes en ramas o sub ramas. Es una herramienta muy útil para localizar las causas de los problemas, y será de mayor efectividad en la medida en que dichos problemas estén mejor localizados y delimitados.”

Esta herramienta es de gran ayuda en cuanto a la elaboración de la relación que guarda el problema nominal suscitado con el compendio de factores o eventos potenciales que propician dicha falla, en este sentido la empresa puede tener un efecto positivo en relación a la solución de las fallas por medio de la estratificación de esta herramienta de carácter cualitativo.

#### **2.2.12. Diagrama de Pareto**

Maneiro y Mejías (2010), define lo define como:

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha por medio de barras sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades.

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. Permite identificar los problemas de mayor incidencia que generan en este caso el Scrap, permitiendo establecer prioridades.

#### **2.2.13. El Caucho**

La especie Hevea es originaria de Suramérica, en 1763 fue identificada esta especie en la localidad Guayana Francesa por el botánico Aublet. En 1791 los botánicos von Humbolt y Bonpland, descubrieron y nombraron la *Siphonia brasiliensis*, aclarando el misterio de las plantas que aparentemente iguales producían caucho de propiedades diferentes, a finales del siglo XVIII y principios del siglo XIX.

Este árbol que los exploradores encontraron en las tierras bajas de la Cuenca del Amazonas fue posteriormente transferido al género Hevea, quedando su identificación como se conoce hoy: *Hevea brasiliensis*. A partir de 1839 la demanda

de caucho se hizo alta por el invento de la vulcanización por GOODYEAR en los Estados Unidos de América (USA).

En 1870, los ingleses divisaron problemas en el suministro de Hule silvestre desde la Amazonia, empezaron a introducir Hevea a la India (Británica) con el fin de establecer una fuente de abastecimiento más estable. En los años siguientes se fueron estableciendo plantaciones pequeñas en Java Occidental, Ceilán, Malaya, Indias Orientales, Malasia y el Lejano Oriente.

#### **2.2.14. Usos y Aplicaciones del Caucho Natural**

Como consecuencia del gran desgaste y rigidez relativa del caucho sintético, se ha comprobado mediante investigaciones recientes en diferentes áreas de las ciencias aplicadas, que el caucho natural posee características físico-químicas irremplazables, tales como: elasticidad, resistencia al desgaste y a la fricción, bajo calentamiento interno, gran poder adhesivo, etc. Por lo que las industrias, mecánica, aeronáutica, médica, textil, manufacturera, farmacéutica, etc., lo tienen como componente esencial en sus procesos, bienes y partes. Además de su participación, como látex procesado, en la fabricación de numerosos productos industriales, también es necesario resaltar la gran calidad de su madera, que al terminar su etapa productiva, es utilizada en la fabricación de enchapes y muebles de alta calidad. Usos del caucho natural

**67%** llantas (transporte pesado, aviones y transbordadores espaciales).

**11%** látex (guantes, recubrimientos, hilos).

**8%** automotriz (soportes, mangueras, fuelles).

**5%** calzado (suelas, adhesivo).

**3%** adhesivos.

**2%** aplicación médica.

**4%** otros (ingeniería, mangueras).

### **2.2.15. Origen, Composición y Características de los Neumáticos**

Un neumático es básicamente un elemento que permite a un vehículo desplazarse en forma suave a través de superficies lisas. Consiste en una cubierta principalmente de caucho que contiene aire el cual soporta al vehículo y su carga. Su invención se debe al norteamericano Charles Goodyear quien descubrió, accidentalmente en 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez necesaria para fabricarlo.

En la actualidad, la mayoría de los neumáticos de vehículos de pasajeros como los de camión son radiales, por lo que están compuestos de una banda de rodamiento elástica, una cintura prácticamente inextensible y una estructura de arcos radialmente orientada, sobre una membrana inflada y sobre unos aros también inextensibles que sirven de enganche a otro elemento rígido, que es la llanta. También existe otro tipo de neumáticos llamados diagonales, utilizados principalmente en camiones.

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir se traduce también en una complejidad de los materiales que lo componen. El principal componente del neumático es el caucho: casi la mitad de su peso.

La fabricación de neumáticos concentra un gran porcentaje de la industria del caucho constituyendo el 60 % de la producción anual del mismo.

Los elastómeros o cauchos son materiales poliméricos cuyas dimensiones pueden variar según sea el tipo de esfuerzo al que son sometidos, volviendo a su forma cuando el esfuerzo se retira.

El caucho natural se extrae a partir del árbol *Hevea Brasiliensis* que es un látex con partículas de caucho en suspensión. Después de un proceso de secado y de ahumado se utilizan diferentes productos. Hoy en día alcanza el 30 % del mercado de los cauchos, el resto lo ocupan los cauchos sintéticos, todos basados en

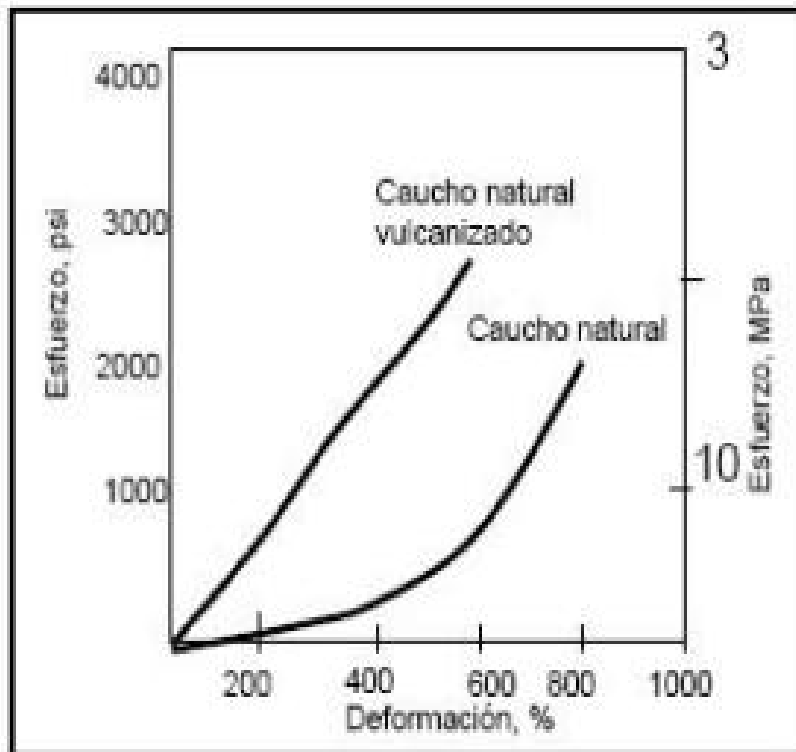
hidrocarburos. Los tipos de caucho más empleados en la fabricación de los neumáticos son:

Cauchos naturales (NR) Polibutadienos (BR) Estireno – Butadieno (SBR) Polisoprenos sintéticos (IR) La matriz de caucho más utilizada es el copolímero estireno-butadieno (SBR), en el que la proporción es de aproximadamente un 25 % en peso de estireno, o una mezcla de caucho natural y SBR.

Todos los tipos de cauchos poseen diferentes propiedades, pero también con algo en común: todos, una vez vulcanizados, pueden ser muy duraderos, por lo que necesitarían una gran cantidad de tiempo para su degradación.

La combinación se realiza de modo que los cauchos naturales proporcionen elasticidad y los sintéticos, estabilidad térmica. Esta combinación de efectos favorece la durabilidad y la capacidad de adaptarse a las nuevas exigencias del tránsito. La estructura de los cauchos naturales está formada por cis-1,4 polisopreno mezclado con pequeñas cantidades de proteínas, lípidos y sales inorgánicas, entre otros. Se encuentra así un polímero de cadena larga y enredada en forma de espiral, de peso molecular medio,  $5 \times 10^5$  g/mol, que a temperatura ambiente está en un estado de agitación continua. Este comportamiento general es debido en parte al impedimento estérico del grupo metilo y el átomo de hidrógeno, en el mismo lado del doble enlace carbono-carbono. Esta cadena se complementa con otro isómero estructural llamado gutapercha.

El proceso de vulcanización a que se someten los neumáticos es un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión y temperatura



**Figura N° 3** Vulcanización de un caucho natural  
Fuente Alice Neumáticos de Venezuela C.A

En el proceso de vulcanización el caucho pasa de ser un material termoplástico a ser uno elastomérico. Las posibilidades de deformación son muy diferentes, como se ilustra en la Figura 3 La adición de cargas hace abaratar el valor del neumático, dándole cuerpo y rigidez, se utilizan negro de humo y arcillas modificadas.

Se agregan además, otros materiales al caucho para mejorar sus propiedades, tales como: suavizantes, que aumentan la trazabilidad del caucho, antes de la vulcanización; óxido de Zinc y de Magnesio, comúnmente denominados activadores, pues son mezclados para reducir el tiempo de vulcanización de varias a horas a pocos minutos; antioxidantes, para dar mayor vida al caucho sin que se degrade por la acción del oxígeno y el ozono; y finalmente negro de humo, especie de humo negro obtenido por combustión incompleta de gases naturales, que entrega mayor

resistencia a la abrasión y a la tensión.

Rellenos reforzantes: el negro de humo, formado de partículas muy pequeñas de carbono, que aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste.

Fibras reforzantes: textiles y de acero, usualmente en forma de hilos, que aportan resistencia a los neumáticos: algodón, nylon y poliéster. La cantidad de acero y fibras sintéticas reforzantes en los neumáticos varía según el fabricante.

Plastificantes: se adicionan para facilitar la preparación y elaboración de las mezclas, utilizándose para el control de la viscosidad. Reducen la fricción interna durante el procesado y mejoran la flexibilidad a bajas temperaturas del producto: aceites minerales (aromáticos, nafténicos y parafínicos) y de de tipo éster.

- Ø Agentes vulcanizantes: el azufre se usa para entrecruzar las cadenas de polímero en el caucho:
- Ø Acelerantes: compuestos órgano - sulfurados, benzotiazol y derivados, óxido de zinc y ácido esteárico.
- Ø Retardantes: N-nitroso difenil amina.

Otros componentes (antioxidantes o antiozonizantes, adhesivos). Además de caucho, los neumáticos están compuestos por:

#### **2.2.16. Aditivos**

En la mayoría de los casos, el caucho bruto se mezcla con numerosas sustancias que modifican sus características. Existen sustancias aditivas que estiran el caucho pero no lo endurecen materialmente, como el carbonato de calcio y la baritina o sulfato de bario. Otros aditivos reforzantes también se añaden para dar dureza al producto final, como el negro de humo, óxido de cinc, carbonato de magnesio y ciertas arcillas. Otras sustancias que se emplean son pigmentos, como el óxido de cinc, el litopón y muchos tintes orgánicos, y ablandadores, que se usan cuando el caucho es demasiado rígido para mezclarse con otras sustancias, como son ciertos

derivados del petróleo (aceites y ceras), la brea de pino o los ácidos grasos.

El principal agente vulcanizante sigue siendo el azufre. El selenio y el telurio también se emplean, pero generalmente con una elevada proporción de azufre. En la fase de calentamiento del proceso de vulcanización, se mezcla el azufre con el caucho a la vez que con el resto de aditivos. La proporción azufre-caucho varía entre un 1:40 para el caucho blando hasta un 1:1 en el caucho duro. La vulcanización en frío, que se utiliza para fabricar artículos de caucho blando como guantes y artículos de lencería, se lleva a cabo por exposición al vapor de cloruro de azufre ( $S_2Cl_2$ ). Los agentes aceleradores de la vulcanización que se empleaban en un principio eran solamente óxidos metálicos como el blanco de plomo y la cal. A partir de los descubrimientos de Oenslager se empezaron a utilizar una gran variedad de aminas orgánicas.

#### **2.2.17 Aceites Lubricantes**

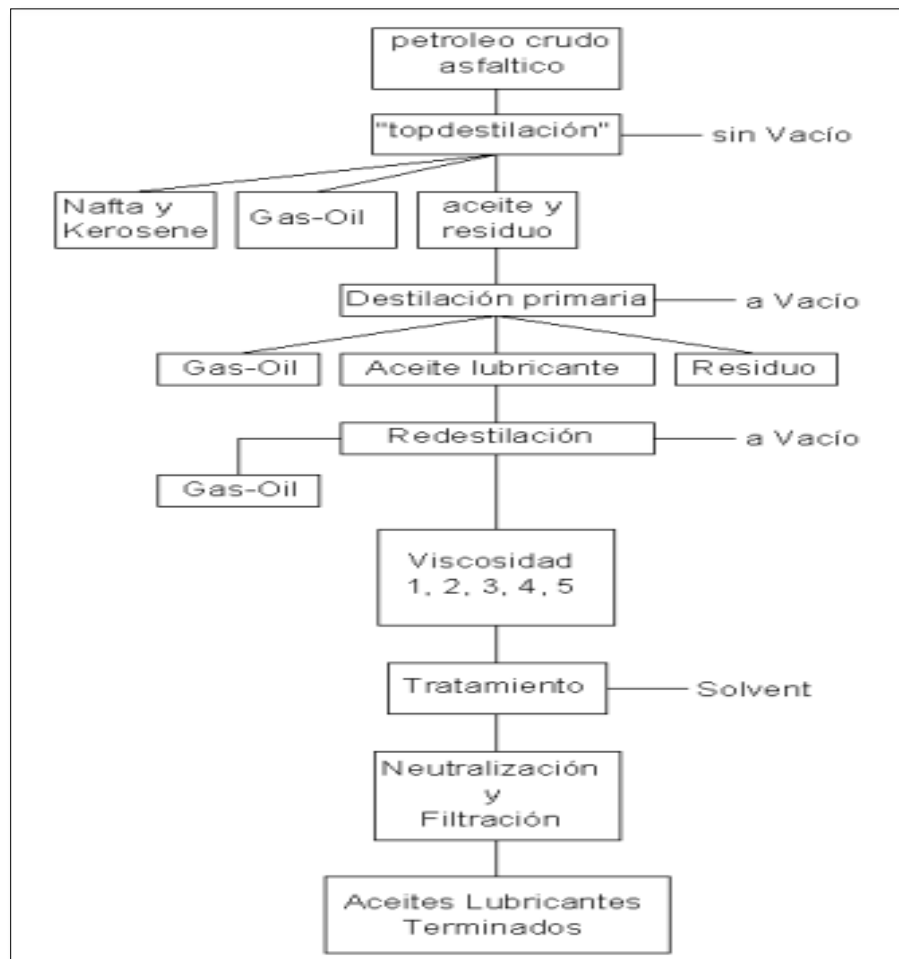
Los aceites lubricantes se componen de aceites básicos provenientes principalmente de la refinación del petróleo, a los cuales se le agrega un paquete de aditivos para darle ciertas propiedades deseadas.

$$\text{Lubricante} = \text{Aceite básico (80 a 95\%)} + \text{aditivos (20 a 5\%)}$$

El petróleo crudo es generalmente liberado de sus mayores impurezas en el lugar de su extracción. La destilación de las fracciones livianas, nafta, kerosén y gas-oil, (topdestilación), se realiza en torres que trabajan a presión atmosférica, pasando luego el petróleo crudo que contiene los aceites lubricantes a otra torre, donde se destilan estos últimos bajo un vacío (destilación primaria). El vacío tiene por objeto reducir en lo posible las temperaturas de destilación, a fin de evitar el “cracking” del crudo, y conservar intactas las propiedades lubricantes de los aceites contenidos en el mismo.

Ya sea un petróleo crudo asfáltico o de un crudo naftenico prácticamente libre de parafina, el proceso de destilación y refinación corresponde al esquema de la Figura 4, el destilado contenido en los aceites lubricantes, es destilado nuevamente y

siempre bajo alto vacío, en cuya operación (redestilación), se lo divide en varias fracciones de viscosidades diferentes.



**FiguraN° 4** Destilación y refinación de un petróleo crudo asfáltico

**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A

Los aceites lubricantes así obtenidos no son sin embargo todavía suficientemente purificados ni poseen la necesaria estabilidad química para servicios determinado

Después del tratamiento químico, los aceites son tratados por medio de arcillas especiales y luego pasan a través de dos filtros prensas en los cuales quedan las

arcillas con todas las impurezas y sustancias indeseables contenidas en el aceite

### **2.2.18. Propiedades de los Aceites Lubricantes**

Los parámetros físico químico de los aceites lubricantes no pueden ser considerados para juzgar el valor lubricante de un aceite lubricante. Los datos obtenidos con el auxilio de los medios ofrecidos por la física y la química, son de carácter analítico.

Si bien ellos permiten distinguir y seleccionar los lubricantes, no expresan su valor lubricante. Al respecto existe hasta hoy una prueba y esta es el ensayo del aceite en la máquina en que sea de usar, bajo las condiciones reales de servicio a que esta sometida la máquina.

Con todo esto, para poder seleccionar el lubricante adecuado para un servicio determinado, es conveniente tener presentes los siguientes datos analíticos, tomados por su valor práctico.

#### **2.2.18.1. Densidad o Peso Específico**

La densidad o peso específico de un aceite, esta dada por el peso de un volumen determinado de aceite en comparación con el de igual volumen de agua. El peso específico de un aceite lubricante depende del petróleo crudo con el cual ha sido elaborado, y también del procedimiento de la elaboración.

En la industria petrolera se usa la gravedad API (American Petroleum Institute) y la gravedad específica o peso específico a 60°F, existiendo la siguiente relación:  
Densidad API (Grados API) =  $141,5 / \text{Gravedad específica a } 60^\circ\text{F} - 131,5$

#### **2.2.18.2. Viscosidad**

La viscosidad es uno de los parámetros más importante en la selección de un aceite lubricante para una determinada aplicación.

La viscosidad se define como la fuerza que opone un líquido al movimiento relativo entre sus partes. Por lo tanto la magnitud de esta fuerza esta directamente relacionada con la fricción interna molecular del líquido. La utilización de un aceite

demasiado viscoso, puede dar como resultado un mayor consumo de energía, así como un aumento en la temperatura de trabajo en los cojinetes, por otro lado un aceite lubricante demasiado fluido favorece el escurrimiento del aceite, con el consiguiente peligro de la formación de una película lubricante insuficiente. Por lo tanto la selección del aceite en términos de la viscosidad adecuada para una determinada aplicación es, para la seguridad de la máquina a lubricar, de gran importancia.

La unidad absoluta de la viscosidad es el Centi Stoke, habiendo unidades de uso común tales como, Segundos Saybolt Universal (SSU), grados Engler (E), Segundos Redwood (SR). Siendo El Segundo Saybolt el más difundido.

Según ASTM-D-445 la viscosidad se mide en Centi Stokes (Cst) y en Segundos Saybolt (SSU). Para la determinación de la viscosidad se utiliza un instrumento llamado viscosímetro, en el cual se hace pasar un volumen dado de aceite a una temperatura constante, a través de un tubo de diámetro fijo.

El viscosímetro Saybolt Universal, mide el tiempo en escurrir 60 ml de aceite a determinada temperatura, obteniéndose un valor de viscosidad expresada en segundos Saybolt Universal. Como la viscosidad varía directamente proporcional con la temperatura es recomendable realizar el ensayo a dos temperaturas diferentes, las cuales normalmente son 0°F, o 100°F y 210°F.

#### **2.2.21. Punto de Inflamación**

El punto de inflamación de un aceite es la temperatura mínima en la cual los vapores que se desprenden forman con el aire que se encuentra sobre el aceite, una mezcla que se inflama ante la presencia de una llama.

La determinación de este parámetro nos indica la presencia de mezclas que contienen fracciones livianas. El punto de inflamación depende de la composición química del petróleo crudo, del cual se elaboró el aceite.

En la destilación de un mismo petróleo crudo se obtienen diversos tipos de aceites, teniendo además de diferentes pesos específicos, viscosidad, diferente punto de inflamación, el cual varía desde el más bajo correspondiente a los aceites livianos, al más alto correspondiente a los aceites extra pesados.

### **2.3. Definición de Términos**

**Banbury:** Maquina diseñada para plastificar y mezclar materiales de cauchos y plásticos durante diversos procesos de producción de cauchos

**Batch:** Conjunto de cosas que tienen características comunes y que se agrupan con un fin determinado.

**Goma:** La goma es una sustancia resinosa que se pega muy rápidamente, con un alto peso molecular. Es sólida, aunque su consistencia varía según su procedencia y las condiciones a las que se someten, y tiene la peculiaridad de ser genuinamente elástica.

**Nafténico:** se obtiene directamente a partir de la refinación del petróleo crudo. La fabricación de un aceite nafténico es un proceso costoso y por lo tanto su precio es relativamente elevado y casi cercano a los aceites sintéticos tales como el alquilbenceno.

**Vulcanización** es un proceso químico para la conversión del caucho o polímeros relacionados en materiales más duraderos a través de la adición de azufre u otros equivalentes "curativos". Estos aditivos modifican el polímero mediante la formación de enlaces cruzados (puentes) entre las distintas cadenas de polímeros.

**Polímeros:** Los polímeros son macromoléculas formadas por la unión mediante enlaces covalentes de una o más unidades simples llamadas monómeros

**Reciclaje:** El reciclaje es un proceso cuyo objetivo es convertir desechos en nuevos productos o en materia prima para su posterior utilización

**Outsourcing:** Es un término del inglés que podemos traducir al español como 'subcontratación', 'externalización' o 'tercerización'. En el mundo empresarial, designa el proceso en el cual una organización contrata a otras empresas externas para que se hagan cargo de parte de su actividad o producción.

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

El marco metodológico es el que orienta la investigación, en este descubre cómo y con que realizar el estudio por medio de una serie de pasos a realizar para llegar a la meta planteada. Además el marco metodológico es el apartado del trabajo que dará la orientación al procedimiento a la investigación, es donde se expone la manera como se va a realizar el estudio, los pasos para realizarlo. Al respecto Balestrini (2006) Define “el marco metodológico como la instancia referida a los métodos, las diversas reglas, registros, técnicas y procedimientos con los cuales una teoría y su método calculan las magnitudes de lo real”. (p.125). El marco metodológico es el cómo se realizará el estudio para responder al problema planteado.

#### **3.1 Tipo de Investigación**

Dentro de toda investigación existe un nivel metodológico que permita llegar al propósito del estudio. Según Hernández, Fernández y Baptista (2007), tales estrategias “señalan al investigador lo que debe hacer para alcanzar sus objetivos de estudio y para contestar las interrogantes de conocimiento que se ha planteado” (p. 98). Siguiendo este requerimiento para el desarrollo del mismo, se determinaran los pasos a seguir para la explicación de las variables de estudio.

Es por ello, que la presente investigación se basará en un Proyecto Factible, según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador, (2010), plantea: “Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos necesidades de organizaciones o grupos sociales que pueden referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos, o procesos”. (p.101). Tal como se plantea en dicho estudio plantear mejoras en el sistema de producción del área de Banbury 3 la Empresa Alice Neumáticos como estrategias para eliminación de las perdidas y el incremento de la producción

### **3.2. Nivel de la Investigación**

El proyecto concuerda con la definición de investigación descriptiva, que según Hernández y cols. (2006), “Busca espezar propiedades, características y rasgos importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (p.103); ya que considera todas las características asociadas a esta área, pasando por una fase exploratoria que para estos mismos autores, “Se realiza cuando el objetivo consiste en examinar un tema poco estudiado” (p.101), para identificar y definir las causas del problema y posibles oportunidades de mejoras, permitiendo luego diseñar y presentar posibles soluciones mediante técnicas de Ingeniería Industrial, condición que permite la aplicación de los conocimientos los últimos años.

### **3.3. Diseño de la Investigación**

La investigación se ubica dentro de la modalidad de proyecto factible, el cual según la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) (2005):

Consiste en la investigación, elaboración y desarrollo de una propuesta de un modelo operativo viable para solucionar problemas, requerimientos o necesidades de organizaciones o grupos sociales; puede referirse a la formulación de políticas, programas, tecnologías, métodos o procesos. El proyecto debe tener apoyo en una investigación de tipo documental, de campo o un diseño que incluya ambas modalidades (p.16)

Además tiene un diseño de campo, que Sabino, (2002), refiere: “los datos de interés se recogen en forma directa de la realidad mediante el trabajo concreto del investigador y su equipo” (p.93). Esa será la estrategia seguida en esta investigación, ya que la información de interés serán obtenidos directamente del sitio de la investigación.

### **3.4. Población y Muestra**

**3.4.1. Población:** La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones (Hernández, Fernández y Baptista, 2006). De acuerdo a

esta definición, El universo de este trabajo de campo está constituido por toda el área de Banbury de producción de goma de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A. incluidos sus operadores. Con respecto a la población, Arias (2006) señala lo siguiente: La población, o en términos más precisos población objetivo, es un conjunto finito o infinito de elementos con características comunes para los cuales serán extensivas las conclusiones de la investigación. Esta queda delimitada por el problema y por los objetivos de estudio. (p. 81).

**3.4.2. Muestra:** En relación con la muestra, Arias (2006) expresa que:

“La muestra es un subconjunto representativo y finito que se extrae de la población accesible. En este sentido, una muestra representativa es aquella que por su tamaño y características similares a la del conjunto, permite hacer inferencias o generalizar los resultados al resto de la población con un margen de error conocido”. (p.83).

Para fines de esta investigación la muestra la representara la máquina de Banbury 3 y los trabajadores que intervienen en la manipulación de la misma en la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A.

### **3.5. Unidad de análisis**

La unidad de análisis sujeta de análisis donde se realiza la investigación, es el área de producción de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A

### **3.6. Fuentes de Información**

Se utilizarán fuentes relacionadas con los datos para identificar la problemática y para la realización de la investigación de campo. En este caso particular serán, el personal de producción y operadores, documentos de datos de interés acerca de los planes de producción, capacidad de cada maquinaria y equipo presente en la línea de producción.

### **3.7 Técnicas de Recolección de la Información**

Durante el desarrollo de esta investigación se utilizará la técnica de Observación directa en el área de trabajo y documental. Según Tamayo (2005), la Observación No Participante “Es aquella en la que el investigador hace uso de la

observación directa sin ocupar un determinado nivel o función dentro de la comunidad, en la cual se realiza la investigación” (p.184). Esta facilitará apreciar el funcionamiento de la línea de producción en estudio.

Por su parte Tamayo citado por nava (2002 p. 9) indica que el objeto principal de la investigación de tipo descriptiva consiste en:

Señalar en forma rigurosa y sistemática las características, funciones , frecuencias, relaciones de asociación de determinado fenómeno o hecho, a nivel interno o externo, por cuanto comprende además la descripción señalada, el registro, el análisis e interpretación de la naturaleza actual y composición o proceso relaciones internas y externas de los hechos o fenómenos objetos de estudio, su grado de acercamiento hacia la explicación definitiva es bastante alto, por cuanto en ella se formulan y se comprueban hipótesis como aporte al campo respectivo

### **3.8. Fases de la investigación.**

Para dar cumplimiento de los objetivos de la investigación este se desarrollará en cuatro fases o etapas que a continuación se describen.

#### **FASE I: Diagnostico de la situación actual del proceso de mezclado del Banbury 3, en la empresa Alice Neumático de Venezuela, mediante el uso de técnicas de recolección de datos, determinando los elementos que afectan la recolección de aceite lubricante**

Para la ejecución de esta fase se planifican las siguientes actividades:

- Descripción de los elementos que conforman la línea de producción
- Determinación de la capacidad de cada uno de los recursos que conforman la línea
- Desarrollo del flujo grama del proceso de llenado de la línea de producción

- Investigación documental en archivos de la Empresa referentes a la problemática diagnosticada

**FASE II: Analizar las debilidades y puntos críticos detectados identificando los factores que afectan el proceso de mezclado con la reutilización del aceite lubricante.**

Una vez identificadas las necesidades en el proceso de producción se determinarán los factores clave que afectan el desempeño del área a través de las actividades mencionadas a continuación:

- Determinación de la capacidad de cada uno de los recursos que conforman el área de producción
- Determinación de las causas que generan la pérdida o recolección de aceites retornados identificando aquel o aquellos recursos que impiden el buen funcionamiento del equipo.

**FASE III: Diseñar un plan para la reutilización del aceite lubricante recuperado en el área de Banbury 3 en la Empresa Alice Neumático de Venezuela C.A.**

Propuesta de las mejoras a través técnicas de la ingeniería industrial en la máquina de banbury 3 que disminuyan las pérdidas de aceites lubricantes.

Se plantean las siguientes actividades:

- Determinación de los requerimientos de mejora de la máquina de producción.
- Establecimiento de las mejoras a través de la implementación de un sistema que disminuya o elimine los factores que intervienen en las perdidas de aceites lubricantes en la máquina de banbury 3

#### **FASE IV: Evaluar los resultados, mediante un análisis costo-beneficio operativo, social y ambiental en la empresa Alice Neumático de Venezuela**

Para la evaluación de los beneficios de la implementación de la mejora propuesta, se obtendrá información de la implementación de la mejora, evaluación y análisis de la máquina de banbury 3.

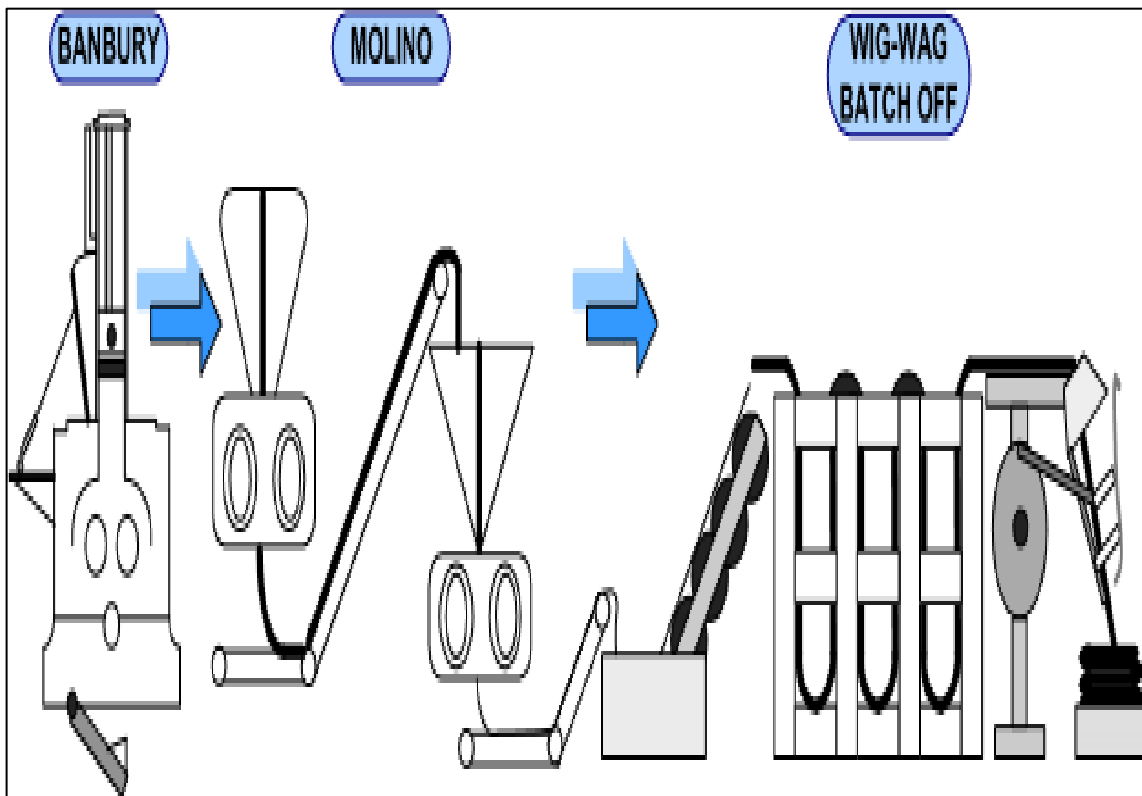
Debido a las restricciones establecidas por la organización en la divulgación de aspectos organizacionales operacionales y económicos considerados confidenciales, la evaluación económica se establecerá mediante una comparación de la inversión con los beneficios obtenidos estimados de la propuesta, esto es una comparación de la inversión con los beneficios

## CAPITULO IV

### RESULTADOS

En el siguiente Capítulo se le darán respuesta a cada uno de las fases propuestos con el fin de alcanzar los objetivos plantados para dar solución a la problemática. A continuación se presentan estos resultados.

**4.1. Fase I. Diagnostico de la situación actual del proceso de mezclado del Banbury 3, en la empresa Alice Neumático de Venezuela, mediante el uso de técnicas de recolección de datos, determinando los elementos que afectan la recolección de aceite lubricante**



**Imagen N°1** Esquema del Proceso de Elaboración de la Goma para Neumáticos

**Fuente:** Deivis Torrealba

En el proceso de elaboración de la goma para fabricar los neumáticos se utilizan diferentes tipos de goma naturales o sintéticas, estas son seleccionadas de acuerdo al tipo de compuestos a elaborar el cual esta estandarizado en diferentes fórmulas para cada neumático a fabricar, En el Banbury 3 de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela se realizan diferentes tipos de compuestos para la elaboración del master batch con capacidad para producir aproximadamente 220 kg por batch de goma en la primera etapa del proceso, es importante resaltar que debido a la escasa producción y disponibilidad de materiales en la actualidad se están realizando de 80 a 100 batch por lotes para la fabricación de neumático

El proceso comienza con la selección de la fórmula para realizar el pedido de los compuestos al almacén y posteriormente pesar cada uno, estos compuestos son pesados en una balanza transportadora el cual los introduce en la cámara del banbury donde son amasados mediante un pistón que se encarga de aplicar fuerza para realizar el mezclado de estos compuestos con el aceite lubricante que es inyectado durante este proceso, este mezclado tiene un tiempo de duración de 2 o 3 minutos aproximadamente por batch.

Una vez homogenizados los materiales, el producto es descargado hacia un primer molino donde se realiza el estirado de la goma para obtener una sábana la cual será nuevamente transportada hacia otro molino donde el operador realizara el calibrado específico para darle las medidas adecuadas de acuerdo al compuesto mezclado, esta sabana es introducida mediante esterillas en un tanque con solución jabonosa para ser transportada por varillas hacia otra estación donde el operador se encarga de realizar el armado sobre una plataforma metálica llamada chapa, esta goma ya elaborada es almacenada en área de banbury para luego ser utilizada en la fabricación de los neumáticos

#### **4.1.1. Observación Directa en el área de Banbury 3**

Para realizar el diagnóstico de la situación actual apoyado en la observación directa se pudo verificar el proceso de mezclado de las gomas paso a paso y al mismo tiempo se pudieron evidenciar una serie de fallas dentro del proceso que podrían ser posibles causas de la generación de aceite lubricantes:

- ✓ Derrame de aceite por medio de fugas provenientes de los anillos de la cámara del banbury durante el proceso de mezclado para la fabricación de las gomas.
- ✓ Dosificación de aceite mayor a la requerida por fallas de nivel en el tanque de balanza.
- ✓ Fugas de negro humo por fallas en la lectura del panel de control.
- ✓ Fallas en el sistema de extracción de negro humo.
- ✓ Derrames de solución jabonosa.
- ✓ Canaletas de recolección de aceite sucias y en mal estado.
- ✓ Fallas en el dispositivo wig-wag durante la extracción de la goma de la piscina de solución jabonosa.
- ✓ Balanzas transportadoras en mal estado y descalibradas.

Como se aprecia en las siguientes imágenes tomadas de la recolección de información de la observación directa las cuales permiten tener evidencia de los problemas existentes se puede apreciar el estado de los equipos y área de trabajo de banbury 3, los problemas y el mal estado del sistema de canaletas de recolección de aceites de las fugas impiden mantener una limpieza adecuada en el área de trabajo como se aprecia en la imagen N°3.

El mal estado de los totén utilizados para la recolección de estos aceites conlleva a una mayor contaminación que impiden la reutilización de los mismo

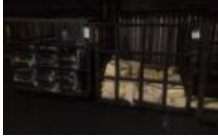






de forma inmediata lo cual representa una perdida y mayor gasto operativo para la empresa, se puede apreciar el estado de estos toten en la imagen N°4.




**Imagen N°2:** Canaletas de recolección de aceites lubricantes en el Banbury 3  
**Fuente:** Deivis Torrealba



**Imagen N°4:** Tótem de recolección de aceite de banbury 3  
**Fuente:** Deivis Torrealba

Descripción Proceso de Fabricación de la Goma en Area de Banbury 3				
Pasos	Operación	Descripción	Imagen	equipos utilizados
1	Pesado Goma Natural o Sintética	De acuerdo a la formula se realiza la selección y pesado de las gomas sintéticas y naturales para su pesaje y envío hacia la cámara del banbury		Vehículo de carga (Montacargas)
2	Pesado de los Pigmentos	Se realiza la selección de los pigmentos de acuerdo a la formula y se colocan en la banda transportadora para ser introducidos a la cámara		Vehículo de carga (Montacargas)
3	Se introducen los materiales en la cámara del bambury	Se introducen los materiales en la cámara del banbury para realizar el mezclado con el aceite lubricante que es inyectado a través de tuberías		Brazo flexible hidráulico
4	Inyección del aceite lubricante	Se realiza el pesaje del aceite lubricante dependiendo de la formulación del compuesto, este aceite viene mediante tuberías.		Balanza electrónica
5	Homogenización de la goma	Los materiales introducidos en la cámara del banbury son mezclados hasta hacer una masa homogénea que es transportada hacia los molinos o rodillos para establecer el calibre de la misma.		Brazo flexible hidráulico
6	Calibrado de la goma	Se realiza una segunda homogenización a través de los molinos para determinar el calibre específico de la goma para la elaboración de los neumáticos.		Operador (molineros ajusta el molino de acuerdo los espesor del compuesto)
7	Transporte y tendido de la goma	Una vez calibrada la goma es transportada mediante el batch off que va hacia el tendido de la goma sobre una plataforma llamada chapa para ser transportada al siguiente proceso de Banbury.		Chapa y Montacargas

8	Transporte de la goma hacia banbury 4	Realizado el proceso de tendido de la goma esta es transportada utilizando montacargas para ser introducida en el banbury 4 donde se realizaran otros procesos.		Vehículo de carga (Montacargas)
---	---------------------------------------	---	--	---------------------------------

**CuadroN°2:** Descripción proceso de Fabricación de la goma en área de Banbury 3

**Fuente:** Deivis Torrealba

#### 4.1.2. Revisión documental

Además de la observación directa, también se verificaron las instrucciones y la secuencia de las operaciones en el banbury que intervienen en el proceso de fabricación de la goma y sus diferentes etapas mediante la revisión documental

A continuación, se detalla cada una de las estaciones de trabajo con el fin de recaudar información para el análisis de la situación actual:

##### 4.1.2.1 Proceso de Fabricación de los Master Batch Banbury3:

- ✓ Pesado de la goma natural o sintética.
- ✓ Pesado del negro humo
- ✓ Pesado del aceite para la formula
- ✓ Pesado de los polímeros
- ✓ Se introducen los materiales a la cámara del Banbury para su mezclado.
- ✓ Inyección del aceite lubricante para los anillos de la cámara.
- ✓ Molido u homogenización de los materiales de la goma.
- ✓ Molido u homogenización de la goma con calibre específico.
- ✓ Transporte y tendido de la goma.
- ✓ Transporte de la goma hacia Banbury 2 o 4.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO														
Fecha Realización: 07-02-2011					Ficha Número:									
Diagrama No. <u>1</u>		Pág <u>1</u> de <u>1</u>			RESUMEN									
Proceso: Elaboración de Gomas					Actividad		Actual		Propuesto		Economía			
							Cant.		Tiemp.		Cant.		Tiemp.	
Actividad: Elaboración de Goma Master 2, Remil, Remil de Final.					Operación									
					Transporte									
Tipo de Diagrama:		Material ( )			Espera									
		Operario ( X )			Inspección									
Método:		Actual ( X )			Almacenamiento									
		Propuesto( )			Distancia Total									
Área / Sección: Banbury 1 y 3					Tiempo Total									
Elaborado por: Eva Ortega					Aprobado por:									
Descripción					○	⇒	D	□	△	Dist.	Tiemp.	Observaciones		
Tomar extremos de lámina de goma y montar sobre banda transportadora y alimentar balanza transportadora					○	⇒	D	□	△					
Accionar motor del transportador-alimentador para comenzar pesaje de goma laminada					○	⇒	D	□	△					
Alimentar balanza transportadora hasta completar peso de goma según fórmula					○	⇒	D	□	△					
Colocar tacho de pigmentos respectivo en balanza transportadora o balanza de pigmentos para el Banbury 1					○	⇒	D	□	△					
Accionar la cortadora neumática o guillotina para completar el peso especificado de goma según fórmula					○	⇒	D	□	△					
Chequear nivel de negro humo (indicadores) en tablero					○	⇒	D	□	△					
Chequear "cero" de balanza (aceptabilidad de peso en dial de balanza)					○	⇒	D	□	△					
Cortar goma transversalmente con cuchillo zapatero (retirar o adicionar goma laminada si es necesario)					○	⇒	D	□	△					
Verificar si el portón está cerrado y el pistón arriba y compuerta abierta					○	⇒	D	□	△					
Accionar balanza transportadora					○	⇒	D	□	△					
Cargar cámara del Banbury					○	⇒	D	□	△					
Esperar por ciclo de mezcla					○	⇒	D	□	△					
<b>TOTAL</b>														

Imagen N°5: Diagrama de flujo del proceso en de banbury 3

Fuente: Alice Neumáticos de Venezuela C.A

### **4.1.3. Entrevista no estructurada al personal que labora en el área de Banbury 3**

De esta manera, y apoyado en el desarrollo de una entrevista no estructurada al personal que labora en el área de banbury 3 y con la finalidad de recolectar más información concerniente a la problemática existente se logra identificar las posibles causas de mayor impacto que afectan la producción y cumplimiento de los programas de producción establecidos en el área en estudio, las entrevistas fueron realizadas de forma directa y personal a cada integrante del área sin ningún formato de preestablecido. Se pudo recolectar la siguiente información.

- ✓ Desconocimiento de los manuales de producción.
- ✓ Falta de mantenimiento preventivo a los equipos de trabajo (balanzas, etc)
- ✓ Equipos de trabajo en mal estado.
- ✓ Fugas de aceite proveniente de los anillos de la cámara del banbury
- ✓ Falta de dispositivos que controlen el nivel de agua de la piscina de solución jabonosa.
- ✓ Mala dosificación de aceite lubricante.
- ✓ Incumplimiento de los planes de producción establecidos

A continuación se detalla la información recolectada de cada una de las técnicas utilizadas para realizar el diagnóstico y recolectar información de interés para dar solución a la problemática existente en el área:

<b>OBSERVACIÓN DIRECTA</b>	<b>ENTREVISTA NO ESTRUCTURADA</b>	<b>REVISIÓN DOCUMENTAL</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>· Fugas de negro Humo.</li> <li>· Fugas de aceite lubricante provenientes de los anillos de la cámara del banbury</li> <li>· Falla en el sistema de extracción del negro humo.</li> <li>· Derrame de solución jabonosa.</li> <li>· Atascamiento de la goma dentro de la piscina de solución jabonosa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Incumplimiento del manual de procedimiento.</li> <li>· Equipos no calibrados por falta de personal calificado.</li> <li>· Falta de mantenimiento preventivo de equipos.</li> <li>· No se cumple con el programa establecido.</li> <li>· Equipos de trabajo en mal estado.</li> <li>· Incumplimiento de los planes de producción</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Conocimiento del proceso productivo.</li> <li>· Reportes de fallas del producto terminado (problema de inyección de negro humo y aceites lubricantes)</li> </ul>

**Cuadro N°3:** Descripción de los factores críticos que generan restricciones en la producción.

**Fuente:** Deivis Torrealba

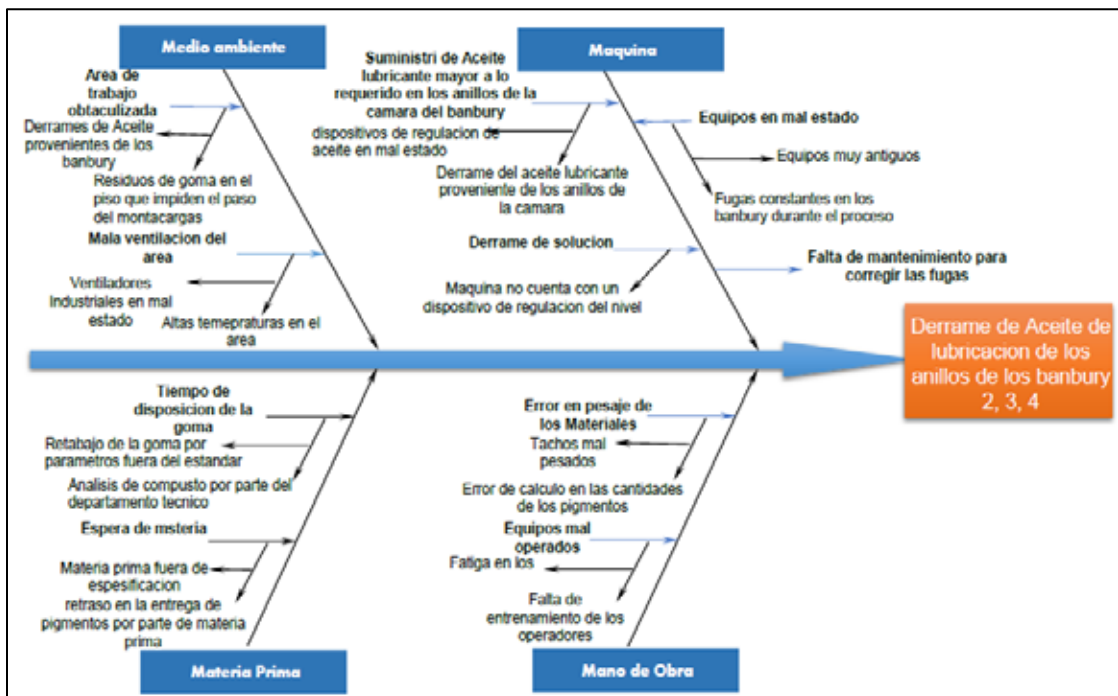
#### **4.2. Fase II: Analizar las debilidades y puntos críticos detectados identificando los factores que afectan el proceso de mezclado con la reutilización del aceite lubricante.**

Para el desarrollo de esta fase se aplicaron herramientas de ingeniería industrial que permitan diagnosticar con el apoyo de la información recolectada en la fase anterior las posibles causas con mayor incidencia en cada herramienta aplicada para de esta forma desarrollar estrategias que permitan solucionar la problemática existente dentro del área, la herramientas utilizadas son el diagrama de Ishikawa que nos permitirá visualizar y analizar de manera más fácil las causas que inciden en el problema y dar una posible solución.

De esta forma y con el objetivo de identificar con mayor claridad las causas de la problemática existente y dar solución priorizada a las mismas se emplea un diagrama de Pareto basado en la valoración de la información

obtenida de la entrevista no estructurada y analizada previamente mediante la técnica del grupo nominal la cual nos permitirá visualizar las posibles causas con mayor impacto y las que se deben atacar para dar solución a la problemática.

#### 4.2.1. Aplicación de un diagrama Causa-Efecto (Diagrama de Ishikawa)



**Figura N°5:** Diagrama causa-efecto de los problemas detectados en las máquinas Banbury de fabricación de goma

**Fuente:** Deivis Torrealba

Apoyado en la observación directa durante el desarrollo del presente trabajo se pudo recolectar información acerca de las posibles causas que intervienen en la recolección de aceite lubricante fuera de especificación el cual está siendo recolectado en tótem durante el proceso productivo, como se puede apreciar en el diagrama de Causa-Efecto el mal estado de los equipos y su antigüedad influyen directamente en la recolección y almacenaje de estos lubricantes. Para un mejor análisis de estas causas se involucra al personal que

labora en el área mediante la aplicación de una entrevista no estructurada para la recolección de información que permita un mejor análisis de la situación actual.

#### **4.2.2. Aplicación de una Tormenta Ideas**

Por tanto se procede a la aplicación de una entrevista no estructurada al personal involucrado en el proceso de fabricación de la goma del are de banbury, el cual consta de 1 operario 1 ayudante 1 molinero 1 bajador de goma 1 montacarguista 1 tolvero , es importante resaltar que los tres banbury funcionan con la misma cantidad de personal ,gracias a esto se pudo recopilar información con una tormenta de ideas generadas por el personal dando como resultado las siguientes causas para cada uno de los banbury.

De esta forma se logra tener una visión más clara acerca de la situación que se presenta en el área de estudio, el personal involucrado aporta sus ideas y opiniones con respecto a las labores realizadas y procedimientos

Una vez de recopilada la información aportada por cada uno de los integrantes del área se realizó la valoración de acuerdo a su criterio y nivel de importancia, esta valoración se pondero en la escala del 1 al 5 siendo 1 la menor ponderación y 5 la de mayor impacto para los operadores involucrados en el proceso. Este proceso nos ayudara a priorizar las posibles causas que impactan en el problema, sin embargo es importante destacar que el resultado numérico alcanzado no puede ser considerado como un valor estadístico.

De modo que los resultados obtenidos durante la aplicación de la entrevista no estructurada y posterior ponderación de cada una de las ideas obtenidas en una matriz de grupo nominal se determinó como posible causa de mayor impacto para el proceso productivo el derrame de aceite lubricante en cada uno de los banbury mediante la aplicación de un diagrama de Pareto, de esta manera se procedió a realizar un nuevo diagrama con los resultados de las anteriores tablas para definir que maquina se ve más afectada según los

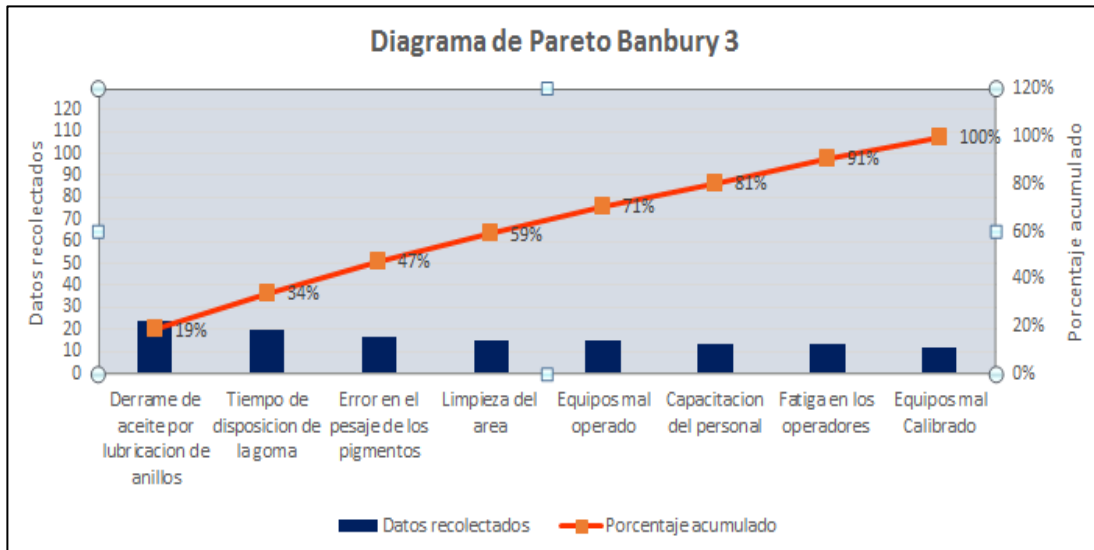
resultados obtenidos

ITEMS	POSIBLES CAUSAS EN EL FUNCIONAMIENTO DE BANBURY 3
1	Derrame de Aceite lubricante por lubricación de los anillos de la cámara
2	Tiempo de disposición de la goma
3	Error de cálculo en el pesado de los componentes de la formula
4	Limpieza del Área
5	Equipos mal operados
6	Capacitación del personal
7	Fatiga en los Operadores
8	Equipos mal Calibrados

**Cuadro N°4:** Técnica del Grupo Nominal Banbury 3  
Fuente: Deivis Torrealba

Operarios	ITEM 1	ITEM 2	ITEM 3	ITEM 4	ITEM 5	ITEM 6	ITEM 7	ITEM 8
1	4	5	4	2	2	1	3	4
2	4	3	5	1	3	2	4	3
3	5	1	3	2	1	3	3	2
4	4	2	4	2	2	1	2	4
5	2	2	2	3	1	2	3	2
6	5	2	4	3	3	4	3	2
<b>TOTAL</b>	24	15	22	13	12	13	18	17

**Cuadro N°5:** Técnica del Grupo Nominal Banbury 3  
Fuente: Deivis Torrealba



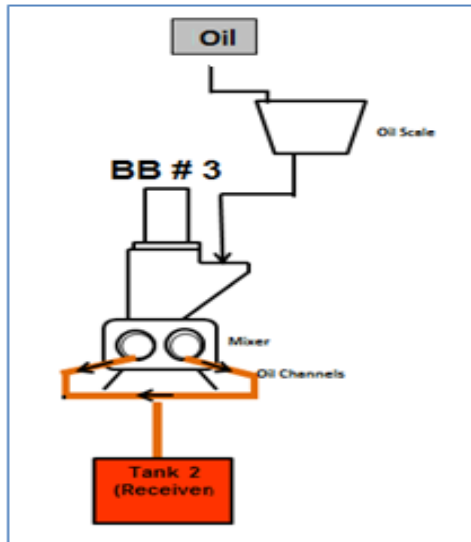
**Cuadro N°6:** Diagrama de Pareto Banbury 3

**Fuente:** Deivis Torrealba

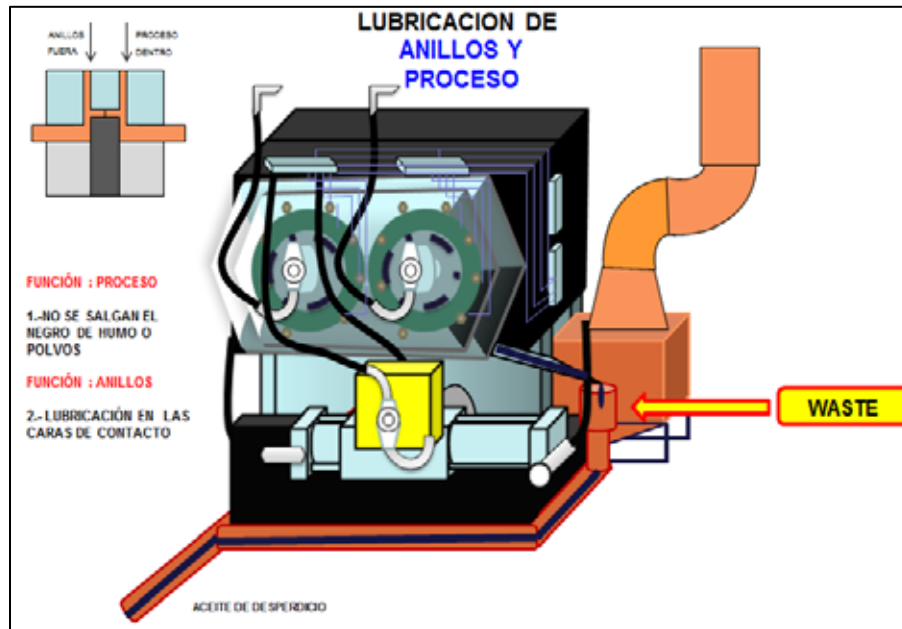
De esta manera y apoyados en los resultados obtenidos durante la aplicación de las herramientas de estudio se decide realizar una propuesta que permita la reutilización del aceite lubricantes recolectados de las fugas de los anillos del banbury 3 durante la fabricación de mezclado de la goma. es considerada como más relevante de acuerdo al análisis realizado.

#### **4.3. Fase III: Diseñar un plan para la reutilización del aceite lubricante recuperado en el área de Banbury 3 en la Empresa Alice Neumático de Venezuela C.A**

Realizado el diagnóstico de la situación actual en el área de banbury e identificado el problema de fugas de aceite lubricantes de los anillos de la cámara durante el mezclado de los batch para la producción, se procede a realizar la medición de aceite recolectado durante el proceso de fabricación, de esta forma podremos determinar las cantidades exactas de lubricante que se recolectan durante un turno y así determinar mediante pruebas de calidad la vida útil del mismo para establecer las cantidades a reutilizar en la fabricación de los diferentes tipos de compuestos.



**Figura N°6:** Esquema de lubricación y reciclaje de aceite de los anillos Banbury #3  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A



**Figura N°7:** Recolección de Aceites lubricantes en los Anillos de los Banbury 3  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A 2020

De esta manera este compuesto es almacenado en tótem como se puede apreciar en la imagen



**Imagen N°6:** Área de almacenamiento de Aceites Lubricantes Recolectados

**Fuente:** Deivis Torrealba



**Imagen N°7:** Tanques de Almacenamiento y Distribución de Aceite Original Banbury 3

**Fuente:** Deivis Torrealba

En el siguiente cuadro se muestra la información recolectada durante el desarrollo de este trabajo

<b>Generación de Aceite Lubricante Mensual Almacenado</b>				
<b>kg/Día</b>	<b>Días</b>	<b>Semanas</b>	<b>kg/Mes</b>	<b>Mes</b>
218	14	3	3052	Septiembre
325	16	3	5200	Octubre
632	12	2	7584	Noviembre
218	14	3	3052	Enero

**Cuadro N°7:** Generación de Aceite lubricante mensual Recolectado  
**Fuente:** Deivis Torrealba

La maquinaria del Banbury 3 cuenta con dosificación de aceite nafténico pesado, en la cámara interna por concepto de lubricación, estas pintas de lubricación tienen un peso aproximado de 0.130gr de acuerdo a la densidad del aceite, para determinar la cantidad en mililitros de aceite por pintas de lubricación contamos con la ecuación 1 (densidad  $\rho = \frac{m}{v}$ ).

Dónde:

$\rho$ : Densidad del aceite.

m: Masa del aceite en representada en gramos (gr).

v: Volumen del aceite representado en mililitros

Con la aplicación de la ecuación 1 obtenemos como resultado que una pinta de aceite lubricante equivale aproximadamente a 141.92 ml de aceite tomando como referencia la información suministrado por el departamento de ingeniería el cual estableció la cantidad de 130gr por pinta de lubricación a la cámara de los anillos del banbury.

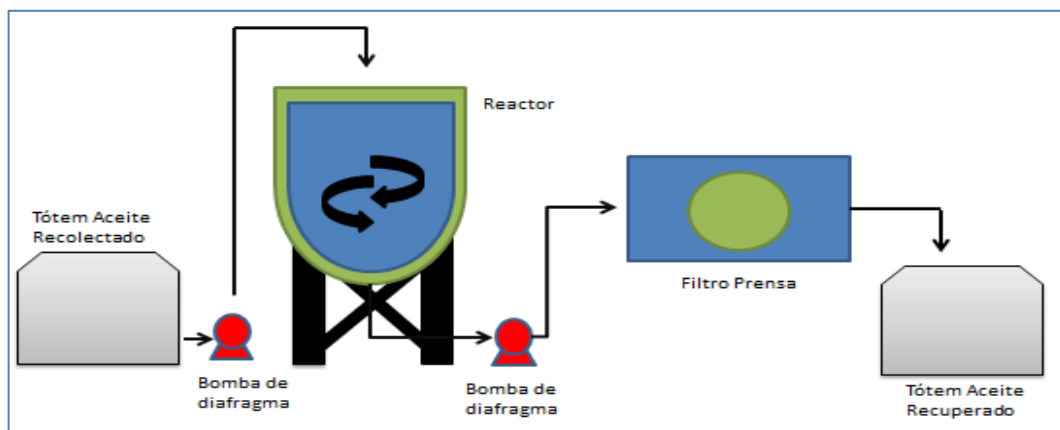
De acuerdo a esta información se procede a realizar la propuesta para la instalación de un sistema de filtrado del aceite recolectado para la reutilización en la elaboración de goma para la fabricación de neumáticos.

#### **4.3.1. Propuesta 1 de un diseño para la instalacion de los equipos de filtrado de aceite lubricantes almacenados en el area de banbury**




La propuesta planteada para el filtrado de aceites lubricantes usados comprende: un reactor donde se mezclan los aceites lubricantes usados a tratar con arcillas y se calientan a temperaturas de 80°C a 200°C durante un cierto tiempo en un sistema tipo “batch”, con temperaturas a usar no excesivamente altas, de manera de evitar o minimizar el “cracking” de los aceites lubricantes en la mezcla. Mantenimiento de la mezcla arcilla-lubricante usado por un tiempo de residencia en el reactor, seguido por un sistema de filtros tipo prensa en donde la arcilla queda adherida a los paños filtrantes, y el aceite filtrado pasa libre de impurezas.


El Area destianda para la instalacion de estso equipos se ubica en la parte posterior de los banburys 3 y 4 respectivamente, esta area se acondicionara con todos los equipios necesarios para el filtrado del aceite con zonas demarcadas en la que se ubicara una zona de seguridad que contara con lava ojos, ducha y extintores de seguridad asi como contenedores de residuos para segurar la higiene dentro del area de trabajo y que permita la facil movilidad de equipos de carga pesada como son los montacargas.

De esta manera se muestra el sistema de equipos para la instalacion que se encargaran de realizar el filtrado del aceite recolectado de los anillos de la camara del banbury 3.

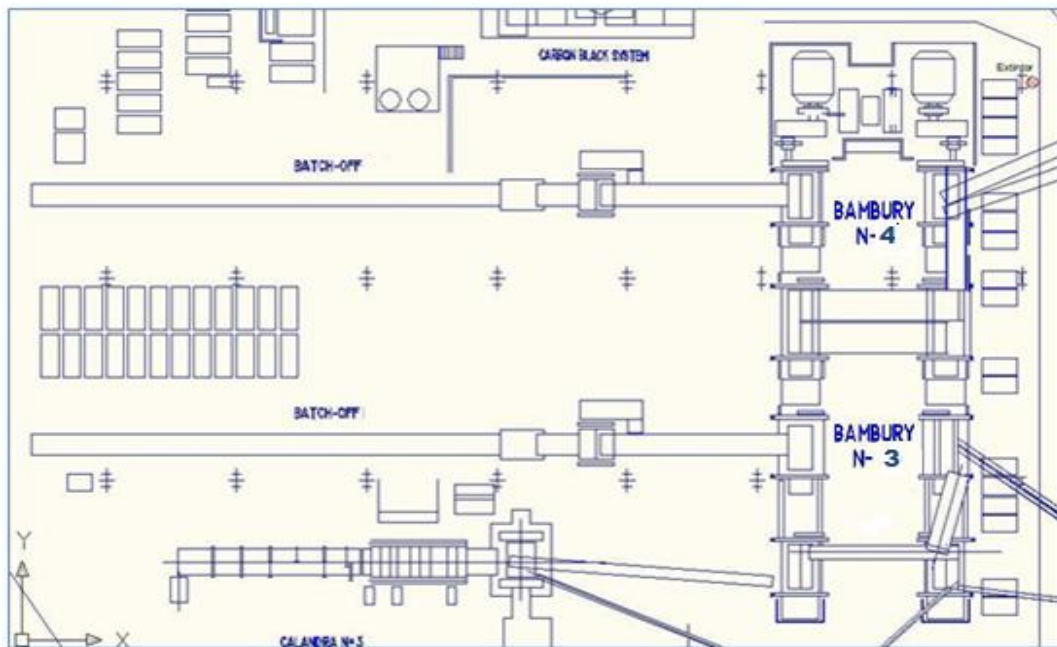


**Imagen N°8:** Dispositivo de filtración de aceite almacenado para su recuperación  
**Fuente:** Deivis Torrealba

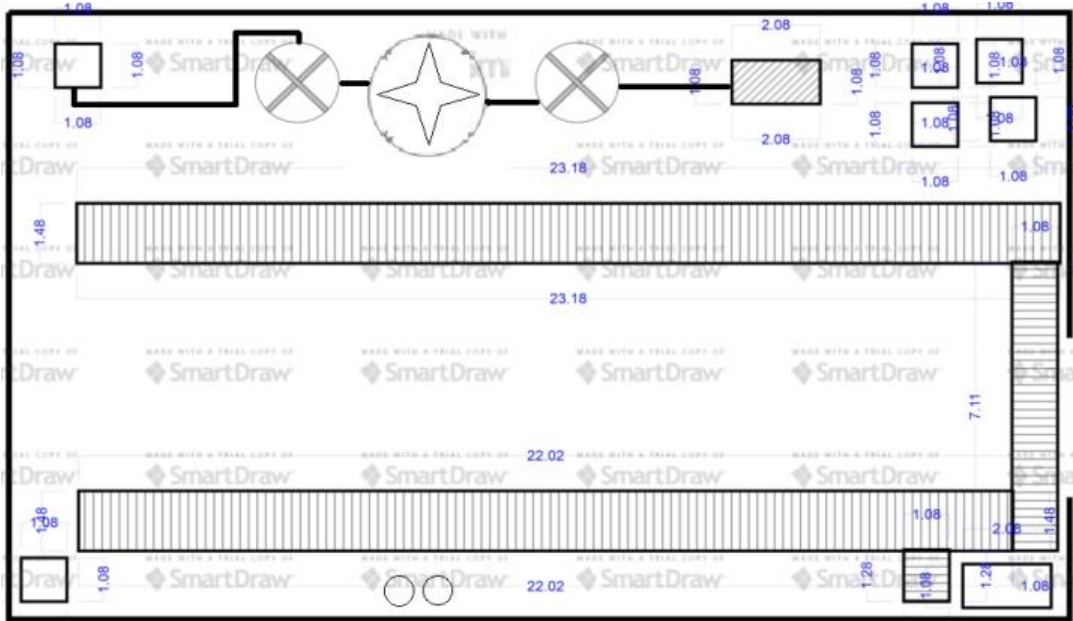
Equipos para la instalación de sistema de filtrado de aceite		
Equipo	Descripción	Cantidad
	Tótem industrial de capacidad de 1000 ml	6
	Bomba de diafragma neumática de 80 psi a 150 psi	2
	Reactor con camisa de vapor y agitador interno de capacidad de 1500 kg	1

	<p>Filtro prensa industrial hidráulico</p>	<p>1</p>

**Cuadro N°8:** Equipos para la instalación de sistema de filtrado de aceite  
**Fuente:** Deivis Torrealba



**Figura N°8:** Plano del departamento de banbury vista aérea  
**Fuente:** Alice Neumáticos de Venezuela C.A



**Figura N°9:** Plano distribución de equipos para filtrado de aceites  
**Fuente:** Deivis Torrealba

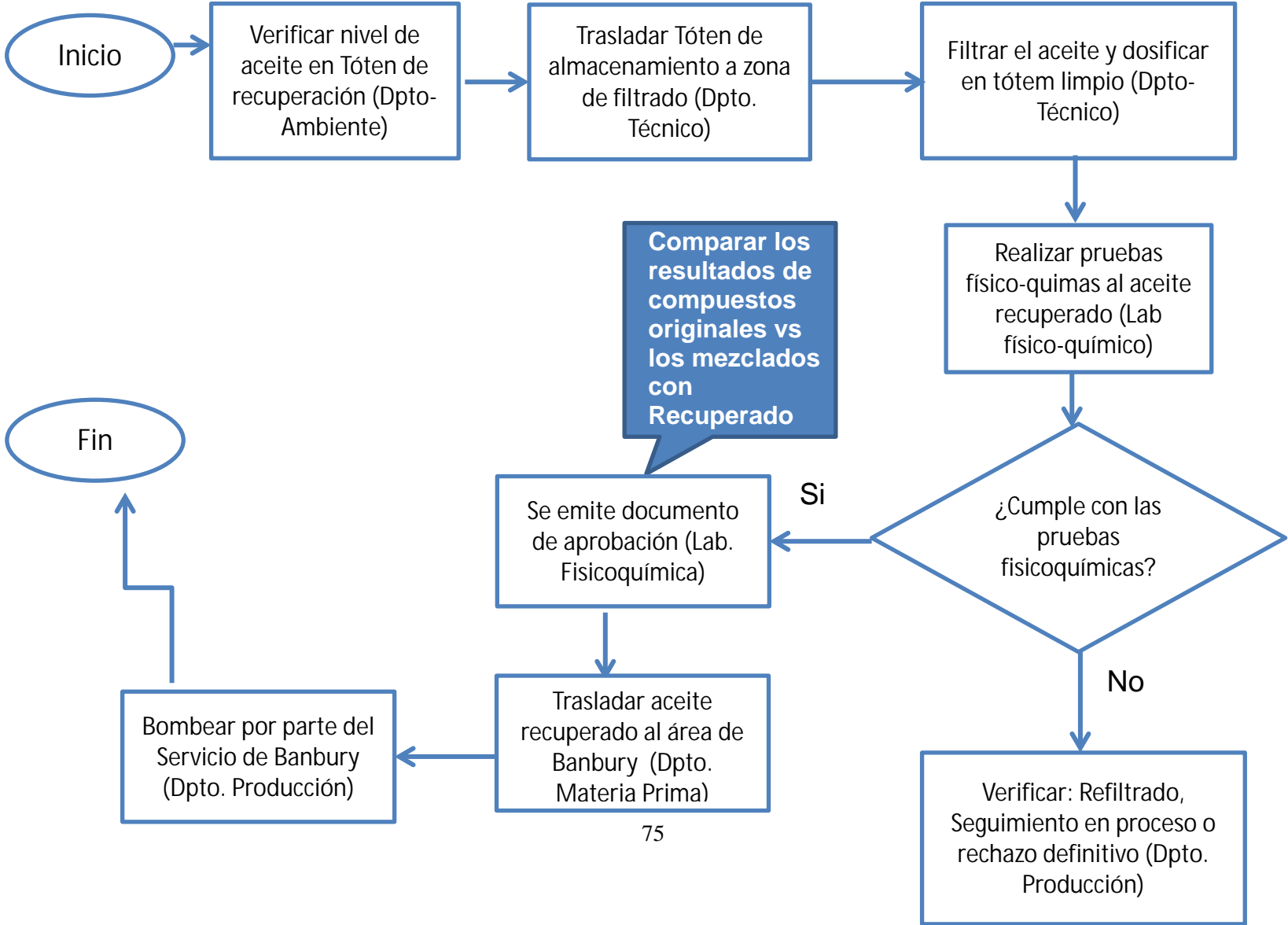
#### 4.3.1.2. Procedimiento para el filtrado y reutilización de aceites recolectado para la fabricación de neumáticos:

- Verificar nivel de aceite en tótem de recuperación (Area filtrado) Dpto Tecnico.
- Trasladar tótem a la zona de filtrado. (Dpto tecnico)
- Certificar condiciones de recipientes a utilizar para el aceite recuperado (departamento de calidad)
- Verificar filtrado, seguimiento del proceso ( Departamento técnico)
- Pruebas físico químicas al aceite recuperado ( Laboratorio Fisicoquímica).
- Verificar filtrado, en proceso para aprobacion o rechazo definitivo ( Departamento técnico)

- Documento de aprobación o rechazo del aceite recuperado (Laboratorio Físicoquímica).
- Solicitar aceite recuperado (departamento de producción).
- Trasladar aceite Recuperado al área de Banbury ( Departamento de Materia Prima).
- Bombear por parte del servicio de Banbury (Departamento de producción)

Sustitución del aceite recuperado en proporción por los aceites originales en las fórmulas de compuestos ( departamento técnico ).

**Diagrama de flujo del procedimiento para el filtrado y reutilización del aceite Recolectado.**



#### **4.3.1.3. Reforzando la propuesta anterior se realizan Test de ensayos fisico-quimicos en aceite recolectados para la reutilizacion en la fabricacion de goma.**

Como se segunda propuesta para determinar si es factible la reutilización del aceite recuperado durante la fabricación de los batch y con apoyo del departamento técnico se proceden a realizar las pruebas físico-quimas establecidas para la comparación con el aceite original, se establecen las siguientes actividades:

- Se realiza la medición de los tanques totes para determinar la cantidad de muestra a tomar.
- Una vez determinada la cantidad se procede a realizar el filtrado ò tamizado para separar el compuesto de la suciedad y virutas presentes.
- Con el lubricante filtrado se procede a tomar una muestra para realizar las pruebas de laboratorio necesarias para la reutilización.(prueba de punto de inflamación)
- Los resultados arrojados por la prueba son comparados con la ficha técnica del compuesto original y los requerimientos para la fabricación, ver imagen N 12°
- Se determina la cantidad de aceite lubricante recuperado a sustituir en la fórmula original por parte del departamento técnico.



**Imagen N°9: Lubricante sin Filtrar**  
**Fuente: Deivis Torrealba**



**Imagen N°10: Lubricante Filtrado**  
**Fuente: Deivis Torrealba**

#### **4.3.1.4. Resultados de pruebas físico-químicas realizadas al aceite recolectado**

##### **1) Análisis del punto de inflamación**

Una vez realizada la recolección del aceite lubricante y tomada la muestra previamente de 100 ml (recomendada por el analista químico) y filtrada, se procede a realizar un ensayo de punto de inflamación para determinar que el

aceite cumpla con las especificaciones requeridas por el analista químico para La fabricación del compuesto, para determinar si está apto para ser usado en la formula, este resultado es comparado con las especificaciones del aceite original el cual debe cumplir un mínimo de 165°C y máximo de 200°C.



**Imagen N°11:** Prueba Punto de Inflamación  
**Fuente:** Deivis Torrealba

Bridgestone Americas Tire Operations, LLC										
Specification										
Mat Code: <span style="background-color: blue; color: white; border-radius: 50%; padding: 2px 10px;"> </span> Corp Class: C										
Description: BANBURY RING DISCHARGE OIL										
Total months shelf life: 24			Minimum shelf life: 4			Confidential Distribution: BX				
Suffix	Manufacture Trade Name	Manufacture Name	Manufacture City	Manufacture Count						
A	Banbury Ring Discharge Oil	BRIDGESTONE/FIRESTONE DE MEXICO, S.A. DE C.V.	CUERNAVACA	Mexico						
A	Banbury Ring Discharge Oil	BSBR-S	Santo Andre	Brazil						
Suffix	Supplier Specification Change Reason	Supplier Date	Internal Specification Change Reason			Internal Date				
A	New Spec for New Code	03/09/2009				03/09/2009				
Suffix	Parameter	Unit	TM	ASTM	ZZZ	Min	Max	Target	COA	Ac
	Appearance					Dark Viscous Oil				*
	SPECIFIC GRAVITY (@ 15.5 DEG C)		TM609			0.890				
	FLASH POINT	°C	TM608			165.5				E

This information is made available to you on a confidential basis. This information should only be disclosed to those having both a need to know and an obligation to maintain same in confidence. Material Science or Reinforcement must approve providing specifications to suppliers. This is a control document for all materials used in and on tires

NOTE! COA MARKS:  
 \* - DATA IS REQUIRED ON THE CERTIFICATE OF ANALYSIS  
 Q - DATA IS REQUIRED ON THE CERTIFICATE OF ANALYSIS AND CPKS SHOULD BE REPORTED QUARTERLY

NOTE! ACCEPTANCE CRITERIA FOR PLANTS REPORTING TO AKRON TECHNICAL CENTER:  
 \* - MARKED TEST REQUIRED FOR ALL INCOMING MATERIALS.  
 R - MARKED RETEST FOR OVERAGED OR MATERIAL OF UNCERTAIN QUALITY.  
 B - BOTH \* AND R REQUIRED.

**Imagen N°12:** Ficha Técnica Aceite Original

**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A

Una vez obtenido el resultado se determina la cantidad de aceite recuperado a utilizar en la fórmula.

Para determinar la proporción de aceite recuperado a utilizar se realizó una prueba piloto del compuesto **DJR0406** tomando para la prueba **50%** de la formula equivalente a 103 kg para realizar el estudio se utilizó **20%**, **30%**, y **50%** de aceite recuperado a sustituir por aceite original, es impórtate resaltar que atreves del banbury 3 se realiza la primera etapa de la fabricación de la goma y se realiza la prueba de gravedad específica, para luego pasar a la siguiente etapa en la cual se realizan las pruebas especiales para comparar con los resultados del compuesto original y determinar si es óptima para la elaboración del neumático.

A continuación se muestran las pruebas realizadas al compuesto seleccionado **DJR0406** para la prueba, es importante resaltar que las pruebas realizadas con sustitución de 30% y 50% de aceite recuperado sustituido en la formula no arrojaron los resultados deseados, por consiguiente solo presentamos los resultados para la prueba con el 20% de aceite recuperado ya que son las que se ajustan a los límites establecidos por el departamento técnico:

**4.3.1.5. Ensayos Físico- Químico que se le realizan a los compuestos:**

1. RT02 Gravedad Especifica “Master”
2. ST01 Stress Strain: módulo de elongación y tensión realizada para medir el tiempo de ruptura de la goma.
3. ST03 MDR 2000 160°C: Rheometria cálculo del tiempo de vulcanización de la goma en el proceso.
4. RT01A MDR 2000 193°C
5. RT02 Gravedad Especifica “Finales”
6. MV100 Mooney 100°C

**1) Prueba de gravedad especifica realizada al master batch en la primera fase**

B F Venezolana, C.A.		VISION DE RESULTADOS		03/02/2020 Pagina: 1	
Compound	:				
Cód.ensayo	:	RT02	-	RT02	
Orden	:	22001141	-	22001141	
Batchno.	:		-		
Fecha	:		-		
Métodos de preparación	:	- None -			
Métodos enviej.	:	- None -			
<hr/>					
Compound	:			PARED RADIAL	
Cód.ensayo	:	RT02		Gravedad Especifica	
No.Orden	Carga	Test	Gravedad Especifica	Estado	Lim.
			kg/l		
			1.082		0
			1.112		0
22001141	22	1	1.103	Pasa	0
22001141	23	1	1.105	Pasa	0
22001141	24	1	1.110	Pasa	0
22001141	32	1	1.110	Pasa	0
22001141	41	1	1.108	Pasa	0

**Cuadro N°9:** Resultados RT02 con aceite Original

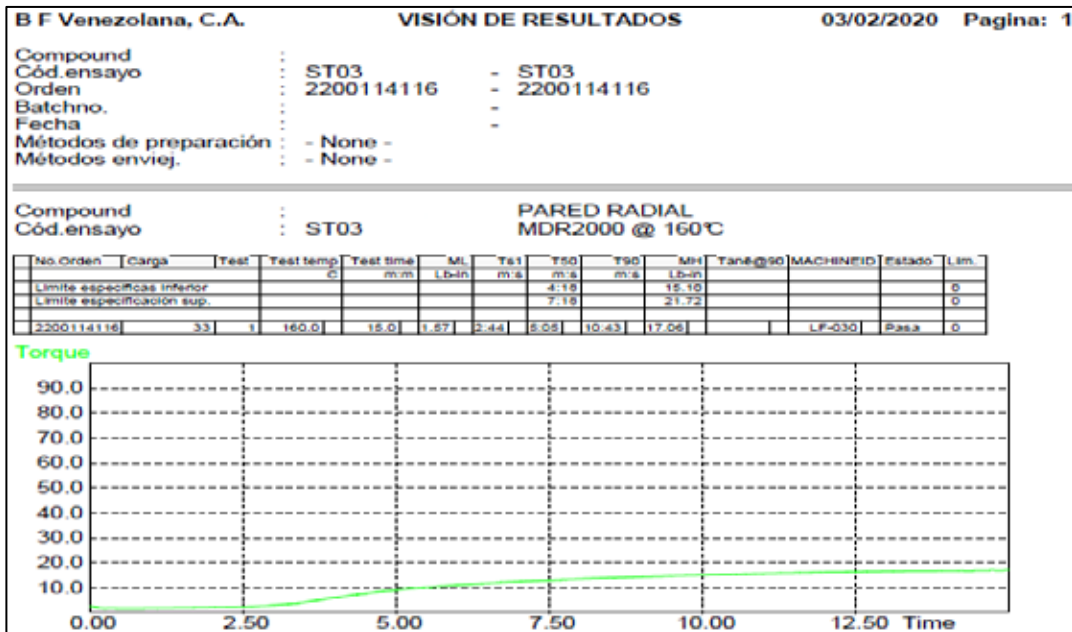
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A



B F Venezolana, C.A.		VISIÓN DE RESULTADOS		03/02/2020 Pagina: 1							
Compound	:										
Cód.ensayo	:	ST01	-	ST01							
Orden	:	PRUEBA 1	-	PRUEBA 1							
Batchno.	:		-								
Fecha	:		-								
Métodos de preparación	:	- None -									
Métodos enviej.	:	- None -									
<hr/>											
Compound	:	PARED RADIAL									
Cód.ensayo	:	ST01	Stress Strain								
No.Orden	Carga	Test	Mod 50% M	Mod 100% M	Mod 200% M	Mod 300% M	Strs@Brk-M	Strm@Brk-M	Machine	Estado	Lim.
			MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	%			
						5.50	14.80	485			0
						8.50					0
PRUEBA 1	1	1	0.96	1.66	3.82	6.89	17.50	576	INSTRO	Pasa	0

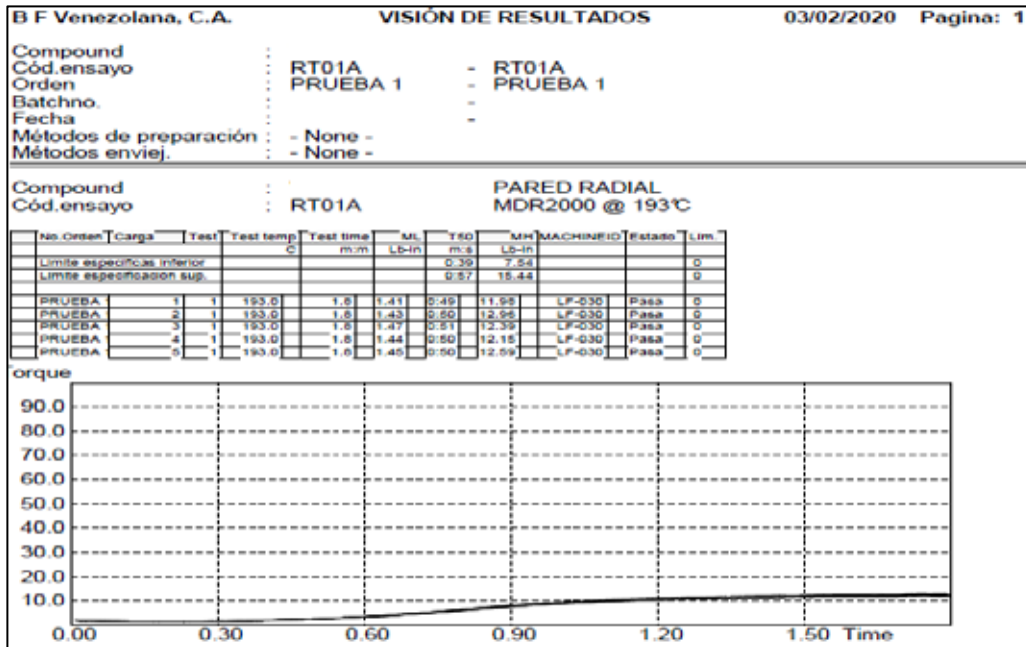
**Cuadro N° 12:** Resultados ST01 con aceite recolectado 20%  
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A

### 3) Prueba de Rheometria 160°C ST03



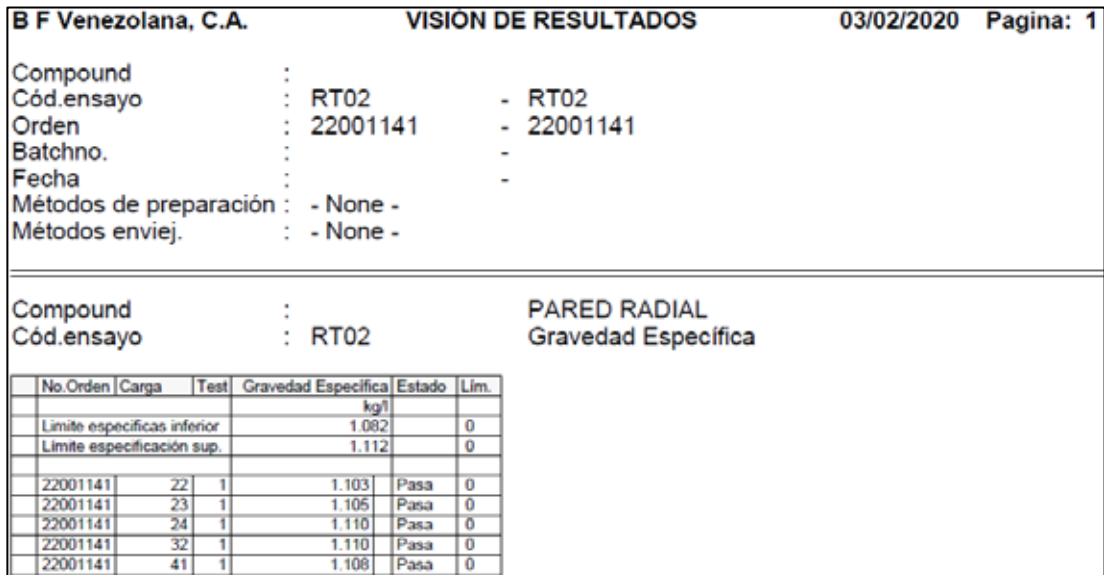
**Cuadro N°13:** Resultados ST03 con aceite original  
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A





**Cuadro N°16:** Resultados RT01A con aceite Recolectado 20%  
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A

**5) Prueba de Garvedad Especifica RT02 “Finales”**



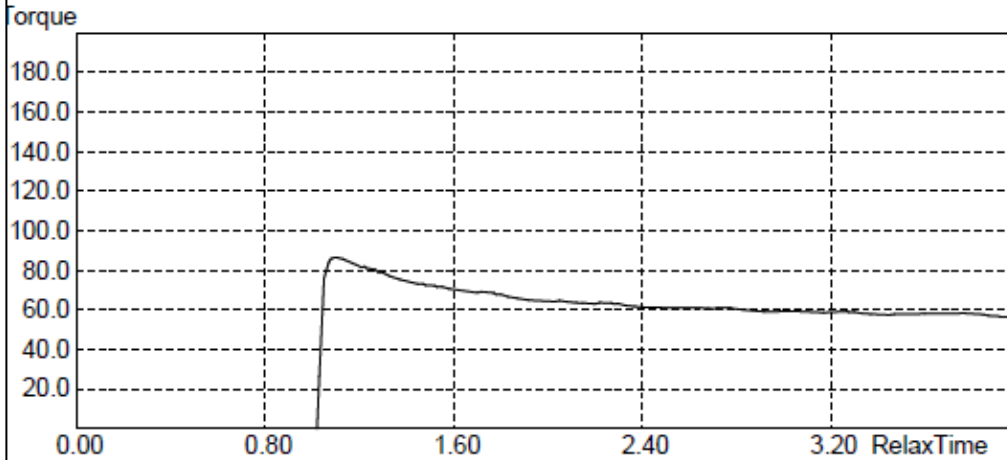
**Cuadro N°17:** Resultados RT02 con aceite Original  
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A



Compound :  
 Cód.ensayo : MV100 - MV100  
 Orden : PRUEBA 1 - PRUEBA 1  
 Batchno. : -  
 Fecha : -  
 Métodos de preparación : - None -  
 Métodos enviej. : - None -


Compound : PARED RADIAL  
 Cód.ensayo : MV100 Mooney ML(1+4) @100°C

No.Orden	Carga	Test	Test temp	Init	ML	Mm	MACHINEID	Estado	Lím.
			°C	MU	MU	MU			
					40.0				0
					56.0				0
PRUEBA 1	1	1	100	86.6	55.7	55.6	LF-006	Pasa	0



**Cuadro N°20:** Resultados MV100 con aceite Recolectado 20%  
**Fuente:** Alice Neumático de Venezuela C.A

## Cuadro Comparativo de Pruebas Especiales Realizadas a la Goma con Aceite Original y Recolectado

	RT02	ST03 160°C		RT01A 193°C		MV 100	ST01		
	kg/L	T50 min	MH Lb-in	T50 min	MH Lb-in	ML 100°C	Módulo 300%	Strs@Brk-M	Stm@Brk-m %
<b>Limites</b>									
<b>Inferior/Superior</b>	1.082/1.112	4:18 /7:18	15.10 /21.72	0:39 /0:57	7.54 / 15.44	40.0 / 56.0	5.50 / 8.50	0 / 14.80	485
<b>pruebas con aceite original</b>	1.105	05:05	17.06	00:48	14.58	54.8	7.66	19.71	596
<b>pruebas con aceite Recolectado</b>	1.089	04:46	17.96	00:49	11.98	55.7	6.89	17.50	576

**Cuadro N°21:** Cuadro comparativo de pruebas especiales realizadas a la goma con aceite original y recolectado

**Fuente:** Deivis Torrealba 2020

Como resultado de las pruebas realizadas al compuesto seleccionado utilizando el aceite original y recolectado, comparando asimismo con la data del compuesto original como se visualiza en el cuadro comparativo de pruebas especiales, se realizo el analisis de los valores obtenidos y se pudo verificar de estamanera que los valores de la prueba con aceite recolectado se ajustan a los estadares exigidos por el departamento tecnico en la elavoracion de la goma para la fabricacion de naumaticos, con 20% de aceite recuperado sustituido en la formula origianl

De esta manera y apoyados en estos resultados se establece un procedimiento con la ayuda del departamento tecnico que establecera la sustitucion de aceite lubricante recolectado en proporciones de acuerdo a las diferentes formulas de fabricacion de goma para neumaticos utilizadas en la produccion espesificamente en el banbury 3 ya que es en este donde comienza el proceso de fabricacion de la goma y es en esta etapa donde se utiliza mayor cantidad de aceite tanto para el mezclado de la goma como para la lubricacion de los anillos de la camara del banbury

El principal objetivo de este plan de mejora es reutilizar el aceite almacenado y reducir costos en la fabricacion de neumaticos aprovechando al maximo los materiales y recursos disponinles en la empresa para mejorar la situacion actual y asegurar de esta manera la continuidad de las operaciones, por tanto se propone la instalacion de un sistema de filtrado del aceite lubricante almacenado proveniente de los anillos de la camara del banbury para la reutilizacion del mismo en la formula de los diferentes compuestos que se fabrican.

#### **4.3.2. Propuesta 2 Instalacion de un nuevo banbury en reemplazo del ya existente por uno de mayor capacidad y nuevo diseño para la elavoracion de goma en la fabricacion de neumaticos.**

Se recomienda el desmontaje del banbury 3 para realizar la instalacion de uno nuevo que permita a la empresa Alice Neumatico de Venezuela C.A el

aprovechamiento al máximo de todos los recursos disponibles, es importante señalar que esta recomendación de instalación de un nuevo banbury se justifica en la gran cantidad de reparaciones y adecuaciones que se han realizado a lo largo de los años de vida de util del banbury actual por parte del departamento de ingeniería y mantenimiento, que además justifican la inversión basados en la falta de suministros que permitan realizar las correcciones y el mantenimiento adecuado al banbury existente.

De la siguiente manera se presenta un modelo de banbury recomendado para la sustitución del ya existente, ya que cumple con las especificaciones y capacidades requerida por la empresa.



**Figura N°9:** Nuevo banbury sugerido a instalar  
**Fuente:** Connecting buyers with Chinese Suppliers

### Informacion Basica:

Model NO.	XSN
Trademark	Sea King
Specification	ISO9001
HS Code	84778000
Certification	ISO
Transport Package	Wooden Case
Origin	Qingdao, China

**FiguraN°10:** Informacion basica del nuevo banbury

**Fuente:** Connecting buyers with Chinese Suppliers

#### 4.3.2.1. Características del mezclador interno, mezclador Banbury:

1. Los mezcladores internos adoptan rotores elípticos tangenciales. Las alas y superficies de trabajo de los rotores, la superficie interna de la cámara de mezcla, y las superficies de trabajo del dispositivo de presión del pistón y el dispositivo de descarga son todos recubiertos con aleación dura integrado por el método de soldadura, que son duraderos y resisten la corrosión y tienen una larga vida útil.

2. Los rotores, la cámara de mezcla y la puerta de descarga son todas estructuras con canales de circulación para ejecutar la circulación de los medios de transmisión de calor. De acuerdo con los diferentes requisitos de procesamiento, los materiales de mezcla pueden ser calentados por vapor caliente o refrigerado por agua fría.

3. La cámara de mezcla del mezclador interno, mezclador Banbury es una configuración combinada, que es conveniente para el montaje, desmontaje y mantenimiento. El dispositivo de la válvula de descarga está impulsado por dos

cilindros de aceite de pistón que tiran directamente de la placa de cierre para cerrar la puerta de descarga. El dispositivo proporciona una rápida descarga y a prueba de aire fiable.

4. Los rotores se apoyan en los cojinetes de rodamiento, que son fáciles de mantener y tienen una larga vida útil.

5. El sistema de transmisión del mezclador interno, mezclador Banbury adopta un reductor de engranaje frontal resistente, que tiene una estructura compacta con una mayor eficiencia en la transmisión, menor ruido y mayor duración.

6. El dispositivo de presión del pistón podrá ser conducido por cilindro neumático o cilindro de aceite para presionar los materiales de mezcla y forzar la mezcla equivalente a fin de aumentar la eficiencia productiva. Acoplado con controlador eléctrico, el dispositivo de presión del pistón puede añadir automáticamente la presión, liberación de presión o simplemente seguir flotando.

7. Ambos modos manual y automático están dispuestos a operar el sistema eléctrico del PLC. Es fácil cambiar los modos y fiable para el funcionamiento del controlador.

## **Hoja tecnica del Nuevo Banbury**

**Figura N°1:** Especificaciones técnicas del nuevo bury  
**ente:** Conecting buyers with Chinese Suppliers

Type	X(S)M-50		X(S)M-75/40	X(S)M-160		X(S)M-250/20	X(S)M-270	
	AC Drive	DC Drive		AC Drive	DC Drive		AC Drive	DC Drive
Net Chamber Volume(L)	50		75	160/142 (2 wings) (4 wings)		250	270	
Working Volume(L)	35		50	120/105 (2 wings) (4 wings)		140	188 (4 wings)	
Rotating Speed of Drive Rotor(r/min)	40	5-50	40	30	4-40	20	20/40	4-40
Rotating Speed Ratio of Rotors	1:1.16		1:1.18	1:1.15		1:1.16	1:1.11	
Ram Pressure on Stocks (Mpa)	0.25-0.32		0.26-0.35	0.36-0.48		0.16-0.21	0.35-0.47	
Compressed Air Pressure(MPa)	0.6-0.8		0.6-0.8	0.6-0.8		0.6-0.8	0.6-0.8	
Air Consumption(m <sup>3</sup> /h)	15		40	70		40	298	
Max. Steam Pressure (MPa)	0.8		0.8	0.8		0.8	0.8	
Cooling Water Pressure (MPa)	0.3-0.4		0.3-0.4	0.3-0.4		0.3-0.4	0.3-0.4	
Water Consumption (m <sup>3</sup> /h)	15		20	45		25	50	
Discharging Device	Hydraulic Drop Door							
Power (KW)	110	132	160/155	355	520	250	500/1000	1250
Reducer	NGM Planetary Hardened gear Speed Reducer						Dual output Hardened gear Speed Reducer	
Overall Dimension (mm)	6100x1600x3610		6830x1930x3800	8900x2800x5050		7600x2900x4000	8540x4000x5560	
Weight (Kg)	10500		15000	31000		26000	50000	49000
Note	All the models may be optionally equipped with either pneumatic or hydraulic ram.							

**Fase IV: Evaluar los resultados, mediante un análisis costo-beneficio operativo, social y ambiental en la empresa Alice Neumático de Venezuela**

A continuación se presentan los resultados costo-beneficio de implementar el diseño de recuperación de aceite lubricante para la reutilización en la fabricación de compuestos para la elaboración de neumáticos presentado en la propuesta 1 de la fase anterior

Mejoras en área banbury3	Cantidad (unidades)	Costo
Equipos para la instalación del sistema de filtrado	4	73.450 \$
Equipos de seguridad	3	12.300\$
Costo de Instalación	1	45.256\$
<b>Total</b>		<b>131.006\$</b>

**Tabla N° 1:** Inversion Para la Primera Propuesta

**Fuente:** Deivis Torrealba

La tabla anterior muestra el costo total de inversion para adquirir e instalar los equipos que permitan realizar el filtrado del aceite recolectado el cual consta de los siguientes equipos:

- Reactor fabricado en acero inoxidable de doble capa que permita el calentamiento mediante vapor este reactor incluye un agitador interno para la remocion de los aceites lubricantes.dos bombas de Diafragma para el vaciado y llenado de los toten que contienen los aceites recuperados y filtrados.una filtro prensa para el filtrado del aceite.
- Equipos de seguridad comprendidos por un lava ojos, ducha de emergencia y un extintor de incendios.
- Costo de Instalacion del sistema de filtrado por parte de una empresa contratista que se encrgara ademas del acondicionamiento y de marcacion del area asignada para la instalacion

De aigual forma se realiza el analisis de costos de las cantidades de aciete recolectado durante el desarrollo del presente trabajo para asi demostrar la factibilidad economica de realizar la instalacion de un sistema de siltrado de aceite recolectado

Generación de Aceite lubricante Mensual Almacenado				
kg/Día	Días	Semanas	kg/Mes	Mes

218	14	3	3052	Septiembre
325	16	3	5200	Octubre
632	12	2	7584	Noviembre
218	14	3	3052	Enero

**Tabla N°2:** Generación de Aceite lubricante Mensual Almacenado

**Fuente:** Deivis Torrealba

Basados en la información del cuadro de generación de Aceites lubricantes mensual almacenado, durante el desarrollo del presente trabajo se realizaron los cálculos de adquisición y disposición.

Para la disposición de los aceites almacenados durante el proceso de la lubricación de los anillos de la cama del banbury la empresa incurre en costos de disposición por litro de aceite de **9.833 BsS /lt** equivalentes a **0.45\$** por litro, es importante mencionar que se trabajó en base a una tasa de cambio promedio de **40.000 BsS** para los meses en los que se desarrolló este trabajo, esto genera un costo adicional a la adquisición de este lubricante.

La empresa Alice Neumatico de Venezuela C.A en apego a su política de confidencialidad sobre su estructura de costos y la no divulgación de información confidencial proporcionó datos y cifras en promedio y que se ajustan para ser presentadas en el contenido de este trabajo

	Original 1	Original 2
Consumo(Kg/Mes)	6303,71	21231,15
Costo (\$/Kg)	0.31 \$	0.55\$
Costo (\$/Mes)	1954.15\$	11677.14\$
<b>Costo total (\$ / Mes)</b>	<b>13585.14\$</b>	

**Tabla N° 3:** Consumo de Aceite Lubricante Original vs Costo Mensual

**Fuente:** Alice Neumatico de Venezuela C.A

**Tabla N°4:**Consumo vs Costo Mensual Aceite original 1, original 2 y Recolectado

**Fuente:** Alice Neumatico de Venezuela C.A

<b>Gastos por Disposición del Aceite Recolectado</b>	
Gastos por disposición Aceite Recolectado(\$/kg)	0,25\$
Total Aceite generado (kg)	18.888,00

	Original 1	Original 2	Recolectado
CONSUMO(\$/Mes)	4.960,77	16.855,19	5.718,9
COSTO (\$/Kg)	0,31\$	0,55\$	0,28\$
COSTO (\$/Mes)	1.531,33\$	9,240,32\$	1.591,57\$
<b>Costo total (\$/ Mes)</b>	<b>12.363,22\$</b>		
Gastos por disposición Aceite Recolectado (\$/mes)	4.722,00\$		

**Tabla N°5:** Gastos por Disposición del Aceite Recolectado

**Fuente:** Alice Neumatico de Venezuela C.A

<b>Ahorro Mensual</b>	
Costo total sin Aceite Recolectado (\$/mes)	<b>13.585,14\$</b>
Costo total con Aceite Recolectado(\$/mes)	<b>12.363,22\$</b>
Gastos por disposición Aceite Recolectado (\$/mes)	<b>4.722,00\$</b>

Ahorro mensual (\$)	5.943,9\$
---------------------	-----------

**Tabla N°6:** Ahorro Mensual  
**Fuente:** Alice Neumatico de Venezuela C.A

<b>AHORRO (\$/Año)</b>	<b>71.326,8\$</b>
------------------------	-------------------

**Tabla N°7:** Ahorro Anual  
**Fuente:** Alice Neumatico de Venezuela C.A

#### 4.4.1. Analisis Economico de la propuesta 1

##### 4.4.1.2. Tiempo de Recuperación de la inversión

A continuacion se procede a calcular el tiempo que le tomara a la empresa recueparar la inversion realizada en la **propuesta 1**

$$TR = \frac{Inversion}{Beneficios} = \frac{131.066\$/año}{71.326.8\$} = 1.83 \text{ años}$$

El tiempo de retorno de la inversión es de 1.83 años, lo cual indica que se recupera en 2 años de producción continua, llevando a cabo la propuesta planteada en la fase III.

En lo que respecta a la evaluación de los costos entre el ingreso mensual que percibe la empresa se tiene que partiendo de la definición de la rentabilidad como:

- • R (B/C) > 1 Rentable
- • R (B/C) = 1 Indiferente
- • R (B/C) < 1 Inviabile

##### 4.4.1.3. Analisis del Costo/Beneficio

Ya teniendo los beneficios económicos que generan las propuestas planteadas y la inversión total (costos) requerida para poder aplicarlas se procede a hacer el cálculo del costo-beneficio para dos años de veneficio basados en el calculo del tiempo de retorno de la inversion con el fin de determinas si es factible para la organización implementar dichas propuestas.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{\frac{142.653.6\$}{\text{año}}}{131.006\$} = 1.08$$

La relación beneficio-costo es de 1.08, lo que significa que se espera dejar de perder mensualmente 1.08\$ por cada dólar invertido. Esto indica que en este día la organización recuperar la inversión que se requiere para llevar a cabo la **Propuesta 1 en la Fase III.**

#### 4.4.2. Analisis Economico de la Propuesta 2

A continuación se presentan los resultados costo-beneficio de implementar la isntalacion de un nuevo banbury que permita realizar el mezclado de la goma para la elaboración de neumáticos presentado en la **propuesta 2** de la fase anterior

La siguiente tabla muestra el costo total de inversion para adquirir e instalar un nuevo banbury que permitira eliminar los derrames de aceites asi aumentar la cantidad de batch mezclado en cada turno.

<b>Sustitución de Banbury</b>		
	<b>Cantidad</b>	<b>Costo</b>
Desinstalación de banbury	1	<b>9.600,00</b>
Banbury Rubber Machinery	1	<b>265.435,00</b>

Costo de transporte	1	<b>4.780,00</b>
Costo de Seguro	1	<b>50.000,00</b>
Costo de importación	1	<b>114.456,00</b>
Costo de instalación	1	<b>13.600,00</b>
<b>Total Inversión</b>		<b>457.871,00</b>

**Cuadro N°23:** Gastos por Disposición del Aceite Recolectado  
**Fuente:** Deivis Torrealba

Partiendo de la información obtenida de las cantidades de aceite recolectado por el cual la empresa debe desembolsar dinero para la disposición del mismo, procedemos a realizar el estudio económico de la implementación de instalar un nuevo banbury.

<b>Gastos por Disposición del Aceite Recolectado</b>	
Gastos por disposición Aceite Recolectado(\$/kg)	0,25\$
Total Aceite generado (kg)	18.888,00
Gastos por disposición Aceite Recolectado (\$/mes)	4.722,00\$

**Tabla N°8:** Gastos por Disposición del Aceite Recolectado  
**Fuente:** Alice Neumatico de Venezuela C.A

#### 4.4.2.1. Tiempo de Recuperación de la inversión

A continuación se procede a calcular el tiempo que le tomara a la empresa recuperar la inversión realizada en la **propuesta 2**

$$TR = \frac{Inversion}{Beneficios} = \frac{457.871\$/año}{4722\$} = 97 \text{ años}$$

El tiempo de retorno de la inversión es de 97 años, lo cual indica que se recupera en 2 años de producción continua, llevando a cabo la propuesta planteada en la fase III.

En lo que respecta a la evaluación de los costos entre el ingreso mensual que percibe la empresa se tiene que partiendo de la definición de la rentabilidad como:

- $R (B/C) > 1$  Rentable
- $R (B/C) = 1$  Indiferente
- $R (B/C) < 1$  Inviabile

#### 4.4.2.2. Analisis del Costo/Beneficio

Ya teniendo los beneficios económicos que generan las propuestas planteadas y la inversión total (costos) requerida para poder aplicarlas se procede a hacer el cálculo del costo-beneficio para dos años de veneficio basados en el calculo del tiempo de retorno de la inversion con el fin de determinas si es factible para la organización implementar dichas propuestas.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios}}{\text{Costos}} = \frac{\frac{4722\$}{\text{año}}}{457.871\$} = 0.010$$

La relación beneficio-costo es de 0.010, lo que significa que se espera dejar de perder mensualmente 0.010\$ por cada dólar invertido. Esto indica que en este día la organización recuperar la inversión que se requiere para llevar a cabo la **Propuesta 2 en la fase III**

#### 4.5. Factibilidad Ambiental-Operativa

El objetivo de la investigación no es solo dar solución a la problemática existente dentro del área mediante la aplicación de análisis y técnicas de ingeniería, sino también generar un efecto de mejora lo que lleva a una

estabilidad ambiental social dentro de la empresa

Identificar las causas y dar solución a las mismas genera un impacto favorable para la empresa, ya que no solo se está implementado una mejora, también se están dando soluciones a las posibles fallas que ocasionan estos problemas no solo en la maquina sino también fuentes que inciden dentro del proceso. Ambientalmente dentro de la empresa y por ende dentro del área a mejorar se genera gran impacto ya que se reduce considerablemente la generación de aceite contaminado o de desperdicio que impide mantener el área en óptimo estado para cumplir con las operaciones y no menos importante el aseguramiento de la salud de los operadores que hacen vida laboral en esta área.

La implementación de un sistema que permita recuperar el aceite para su reutilización genera para la empresa una reducción considerable en la generación de estos aceites recolectados y por ende en los gastos por disposición, además del aprovechamiento de todos los recursos disponibles

De igual forma la instalación de nuevos equipos demuestra además de la reducción o eliminación de desperdicios un aumento en la producción de goma para la fabricación de neumáticos. Es importante realizar investigaciones que permitan observar desde diferentes puntos de vista la factibilidad de las propuestas pero más importante aún que generen bienestar para todas las partes involucradas solo de esta forma se podrá demostrar que las inversiones realizadas de capital financiero y humano son verdaderamente factibles en el ámbito ambiental, social y operativo.

## **CONCLUSIONES**

Durante el desarrollo de este trabajo de grado, aplicando herramientas de ingeniería Industrial se logró identificar el problema y al mismo tiempo diseñar un plan de mejora para la reutilización de aceites lubricantes en el área de banbruy 3 de la empresa Alice Neumáticos de Venezuela C.A, con el objetivo de reducir costos operativos en la elaboración de goma para la fabricación de neumáticos, también es importante señalar que esta propuesta no solo beneficiará a la empresa si no al personal que allí labora desarrollando sus labores en un área adecuada y ayudando así al aumento de su capacidad productiva, el cual es el objetivo primordial de la mejora. Ayudar a mantener las instalaciones operativas aprovechando todos los recursos disponibles.

Todo esto fue llevado a cabo realizando un análisis completo de la situación actual del área de trabajo, analizando los problemas encontrados y dando solución mediante la propuesta de una serie de mejoras para resolver la problemática existente en el área.

- ✓ Durante el desarrollo de la Fase I se realizó el estudio de la situación actual del área de trabajo apoyados en la observación directa del desarrollo del proceso así como una revisión documental del mismo para posteriormente realizar un levantamiento de información con el personal del área mediante la aplicación de una entrevista no estructurada que nos permitiera conocer la óptica del personal en cuanto a la problemática existente y detectando así el problema en el almacenaje de aceites lubricante desperdiciado durante el proceso de elaboración de la goma.
- ✓ Con el estudio de la Fase II se logró analizar los datos e información recolectada en la fase anterior a través de la aplicación de técnicas de ingeniería industrial para priorizar las fallas mediante el uso de matriz causa-efecto, técnica de grupo nominal basados en la información recolectada de la entrevista y

la aplicación de un diagrama de Pareto que permitiera detectar la falla de mayor importancia para proceder a diseñar un plan que permitiera dar solución a las misma.

✓ Para la Fase III después de realizar el estudio de las debilidades encontradas en la fase anterior se procedió con el diseño y propuesta de mejoras que permitieran dar solución a estas fallas las propuestas son las siguientes

- La instalación de un sistema de filtrado de aceites recolectados para ser reutilizados en el proceso de elaboración de la goma.
- Adecuación de un área con capacidad de almacenaje para la instalación de estos equipos así como la instalación de equipos de seguridad que hagan de esta un área optima para la realización de esta actividad.
- Instalación de un nuevo banbury en sustitución del actual que permita además de aumentar la producción en cantidad y peso de batch, una reducción considerable de los aceites recolectados dl desperdicio del proceso y fallas de los equipos.

✓ Por ultimo en la Fase IV se realizó el análisis económico bajo la relación costo-beneficio para de esta manera determinar si la inversión a realizar se ajusta a los beneficios obtenidos por la empresa, ya que son dos propuestas con inversiones considerables y será la empresa la que determine cuál de las dos es más conveniente ya que ambas permiten alcanzar el objetivo deseado que es la reducción de sus costos operativos y el aprovechamiento de todos los recursos. Con esto se da por cumplido el objetivo del presente trabajo de investigación.

## RECOMENDACIONES

Realizadas las conclusiones de la presente investigación es importante recomendar a la empresa la evaluación de las diferentes propuestas presentadas en el trabajo de investigación:

- En primer lugar se recomienda a la empresa realizar la evaluación de ambas propuestas para así determinar cuál se ajusta más a su necesidad y a su capacidad de financiamiento.
- Se recomienda realizar una actualización en los planes de mantenimiento de las máquinas y equipos que intervienen en el proceso de fabricación de la goma específicamente en el área de banbury 3.
- Se recomienda un adiestramiento periódico del personal con el fin de mantener actualizado al personal que labora en el área para así poder dar solución a futuras eventualidades de manera más rápida y eficaz en el área.
- Mantener constante monitoreo de los equipos utilizados involucrados durante el proceso de la elaboración de la goma.
- Se recomienda mantener actualizada la documentación del área de trabajo tales como manuales y procedimientos de trabajo, check list de materiales, procedimientos de seguridad, manual de equipos entre otros

## REFERENCIAS

- Aria, F. (2006). **“El Proyecto de Investigación, Introducción a la Metodología Científica”**. (5º Edición). Caracas, Venezuela: Editorial Episteme
- Burgos, F. (2005). **“Ingeniería de Métodos, Calidad, Productividad”**. (V Edición). Valencia, Venezuela: Editorial Universidad de Carabobo
- Barreto, María (2009) **Análisis del Inventario del Ciclo de Vida (ICV) Simplificado de un Aceite Lubricante para Automóvil**
- Castro Guillermo Ingeniero Mecánico Diciembre (2008) **Materiales y Compuestos para la Industria del Neumático**
- González Cristina (2014) llevo a cabo una investigación titulada **Propuesta de un Plan de Manejo de Aceites Lubricantes Usados de Automóviles para el Estado Carabobo**
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista P. (2006) **Metodología de la investigación**. Disponible en: [https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis\\_sampieri\\_unidad\\_1-1.pdf](https://investigar1.files.wordpress.com/2010/05/1033525612-mtis_sampieri_unidad_1-1.pdf)
- Jones Matías Juan Pawlak (2007) **Diseño de un Sistema de Reciclaje de Aceite Lubricante Usado en la Universidad Austral de Chile**
- Kurosawa, K. (1983) **Medición y Análisis de la Productividad en la Empresa**, Editorial Rigor, Comisión Venezolana para la Productividad/ FIM – Productividad

Manzanares Lucias, Mayo 2016 México, **Manejo de Aceite Lubricantes usado en Motores de Combustión Interna en el Municipio de Ahome, Sinaloa**

**<https://shengxinze.en.made-in-china.com/product/hvmJnYeMvaUC/China-Mezclador-Interno-Mezclador-Banbury-Rubber-Machinery.html>**

**[https://es.made-in-china.com/tag\\_search\\_product/Ocean-Freight-To-Maracaibo\\_yesrugon\\_1.html?gclid=Cj0KCQjw9ZzzBRCKARIsANwXaeLL8ma-yGtbT0Xtf640NWLMxEZKUwmRTiwH\\_hM9afc\\_U1kw61QJf1AaAsMVEALw\\_wcB](https://es.made-in-china.com/tag_search_product/Ocean-Freight-To-Maracaibo_yesrugon_1.html?gclid=Cj0KCQjw9ZzzBRCKARIsANwXaeLL8ma-yGtbT0Xtf640NWLMxEZKUwmRTiwH_hM9afc_U1kw61QJf1AaAsMVEALw_wcB)**