



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

**PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN COMO MATERIA PRIMA,  
DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO**

**Helen Maribel Pineda Bámaca**

Asesorado por el Ing. Carlos Alberto Bautista Godínez

Guatemala, abril de 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN COMO MATERIA PRIMA,  
DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**HELEN MARIBEL PINEDA BÁMACA**

ASESORADO POR EL ING. CARLOS ALBERTO BAUTISTA GODÍNEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, ABRIL DE 2014

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
VOCAL I	Ing. Alfredo Enrique Beber Aceituno
VOCAL II	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Walter Rafael Véliz Muñoz
VOCAL V	Br. Sergio Alejandro Donis Soto
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

DECANO	Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos
EXAMINADORA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas
EXAMINADORA	Inga. Aurelia Anabela Córdova Estrada
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN COMO MATERIA PRIMA, DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de agosto de 2012.



**Helen Maribel Pineda Bámaca**

Guatemala 07 de noviembre de 2013

Ingeniero  
Cesar Urquizu  
Director de escuela Mecanica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Ciudad universitaria zona 12

Estimado Ingeniero Urquizu:

Por este medio le informo, que como asesor del trabajo de tesis titulado: "PROPUESTA PARA REUTILIZACION COMO MATERIA PRIMA, DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO" de la estudiante de ingeniería industrial, Helen Maribel Pineda Bamaca, quien se identifica con el carné 2007-15233 y DPI con CUI 2558 55192 0101 fue revisado y estando de acuerdo con el contenido, le doy la aprobacion correspondiente.

Atentamente



Ing. Carlos Alberto Bautista Godinez  
Colegiado no. 3768  
Asesor

*Ing. Carlos Alberto Bautista Godinez  
Colegiado 3768*



Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN COMO MATERIA PRIMA, DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO**, presentado por la estudiante universitaria **Helen Maribel Pineda Bámaca**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Priscila Yohana Sandoval Barrios  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 10592*

Guatemala, marzo de 2014.

/mgp



REF.DIR.EMI.057.014

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN COMO MATERIA PRIMA, DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO**, presentado por la estudiante universitaria **Helen Maribel Pineda Bámaca**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

  
Ing. César Ernesto Urquizú Rodas  
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, abril de 2014.

/mgp



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al trabajo de graduación titulado: **PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN COMO MATERIA PRIMA, DEL SUBPRODUCTO DE CAUCHO VULCANIZADO**, presentado por la estudiante universitaria: **Helen Maribel Pineda Bámaca** y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano



Guatemala, abril de 2014

/cc



## **ACTO QUE DEDICO A:**

<b>Dios</b>	Por darme la vida y hacer milagros en mi familia y en mí.
<b>Mi madre</b>	Ana Bámaca por ser el apoyo incondicional, ser mi fuerza, gracias por tu cariño y tus cuidados. Este logro es tuyo.
<b>Mi familia</b>	Por todo su apoyo, consejos y creer en mí, este logro también es de ustedes.
<b>Compañeros de facultad</b>	Gracias a mis amigos de facultad por estar en las buenas y en las malas y apoyarnos durante nuestra carrera universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS A:**

- Dios** Por permitir cerrar este ciclo de mi vida, ser mi guía, apoyo y ayudarme en todo mi camino.
- Mis padres** Ovidio Pineda y Ana Bámaca por apoyarme durante toda mi vida y ser de gran ejemplo e inspiración.
- Mis hermanos** Samuel y Marcos Pineda por brindarme su apoyo incondicional y estar siempre a mi lado cuando los necesito.
- Mi cuñada** Wendy Guevara por ser la hermana que nunca tuve y apoyarme en todo.
- Mis sobrinos** Kevin y Enrique Pineda por ser gran parte de mi inspiración y felicidad, intentando ser un buen ejemplo para ustedes.
- Mis primos** Arody, Zabdy, Eliani, Horacio y Darwin Bámaca por apoyarme cuando más los necesité.

**Mis amigos**

Ivonne Urbina, Cecilia Castillo, Jackeline Sajmolo, Ethel Herrarte, Ronal García, Andrea Moscoso, Luis de León, Rudi Aguilar, Federico Catalán, Marvin Pocon, Wanerges Mendoza y todos los compañeros de facultad por ser parte de mis alegrías y tristezas, por apoyarme en cada una de mis decisiones.

**La Universidad de San Carlos de Guatemala**

Por darme la oportunidad de estudiar y trabajar en tan gloriosa casa.

**Facultad de Ingeniería**

Por enseñarme toda mi carrera y formar gran parte de mi vida profesional.

**Escuela de Mecánica Industrial**

Por permitirme trabajar y formar parte de la escuela dándome la oportunidad para desarrollarme como persona y profesional.

**Asesor**

Carlos Alberto Bautista por tomarse el tiempo ayudarme con la revisión de mi tesis, Dios lo bendiga

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	IX
LISTA DE SÍMBOLOS .....	XIII
GLOSARIO .....	XV
RESUMEN.....	XVII
OBJETIVOS.....	XIX
INTRODUCCIÓN .....	XXI
1. ASPECTOS GENERALES.....	1
1.1. Historia Industrias Proautofer .....	1
1.1.1. Misión .....	1
1.1.2. Visión.....	1
1.1.3. Valores .....	2
1.1.4. Estructura organizacional .....	3
1.1.5. Organigrama.....	4
1.2. Línea de productos.....	6
1.2.1. Productos ferreteros .....	6
1.2.1.1. Martillo de hule de 1 libra.....	6
1.2.1.2. Martillo de caucho de ½ libra .....	7
1.2.1.3. Destapador de caucho para sanitario ....	8
1.2.1.4. Sapo para sanitario.....	8
1.2.1.5. Esponja para sanitario .....	11
1.2.1.6. Conteras diferentes medidas .....	12
1.2.1.7. Empaque de sagola y gony .....	14
1.2.2. Productos automotriz.....	17
1.2.3. Productos agropecuarios.....	19

	1.2.3.1.	Retenedor.....	20
	1.2.3.2.	Junta redonda AN-8 .....	21
1.2.4.		Productos médicos.....	23
	1.2.4.1.	Almohadilla para muleta .....	23
	1.2.4.2.	Contera para bastón.....	24
	1.2.4.3.	Contera para muleta.....	25
	1.2.4.4.	Contera estriada.....	26
2.		DIAGNÓSTICO SITUACIONAL.....	29
2.1.		Procedimiento actual recepción y salida de materia prima .....	29
	2.1.1.	Recepción .....	29
	2.1.2.	Salida .....	29
	2.1.3.	Aprovisionamiento de materia prima .....	30
	2.1.4.	Procedimiento para la recepción de materia prima .....	30
2.2.		Proceso de materia prima .....	30
	2.2.1.	Diagramas.....	30
		2.2.1.1. Diagrama de operación .....	31
		2.2.1.2. Diagrama de flujo .....	33
		2.2.1.3. Diagrama de recorrido.....	35
2.3.		Medición del desperdicio generado en el proceso .....	37
	2.3.1.	Área de maquinado .....	38
	2.3.2.	Área de corte.....	39
2.4.		Costo aditivo .....	40
2.5.		Costo kg de materia prima .....	41
	2.5.1.	Pique .....	41
	2.5.2.	Venado dureza 70 .....	41
	2.5.3.	Venado dureza 75 .....	42
	2.5.4.	Caucho de colores .....	42

	2.5.4.1.	Azul.....	42
	2.5.4.2.	Rojo .....	43
	2.5.4.3.	Amarillo.....	43
	2.5.4.4.	Blanco.....	43
	2.5.5.	Walaby.....	43
	2.5.6.	Caucho de esponja.....	44
3.	PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN DE MATERIA PRIMA DE CAUCHO VULCANIZADO .....		45
3.1.	Uso de la materia prima.....		45
	3.1.1.	Procedimiento de entrada.....	45
	3.1.2.	Procedimiento de salida .....	46
3.2.	Proceso de la materia prima.....		47
	3.2.1.	Diagramas .....	48
		3.2.1.1. Diagrama de operaciones.....	48
		3.2.1.2. Diagrama de flujo.....	50
		3.2.1.3. Diagrama de recorrido .....	52
3.3.	Cantidad de desperdicio a utilizar.....		53
3.4.	Políticas reutilización del desperdicio .....		53
3.5.	Capacitación a supervisor de producción mp, supervisor de línea de productos y supervisor de corte y empaque .....		54
	3.5.1.	Estrategias a emplear para la capacitación .....	55
	3.5.2.	Recursos:.....	57
	3.5.3.	Financiamiento .....	57
3.6.	Capacitación de personal área de producción.....		58
3.7.	Capacitación de personal área de corte .....		59
3.8.	Costo materia prima .....		60
	3.8.1.	Pique .....	60
3.9.	Análisis financiero.....		61

3.9.1.	VPN.....	61
3.9.2.	TIR .....	62
3.9.3.	Tasa B/C .....	63
3.9.4.	Proyección de costo y ahorro por implementación del sistema de gestión de residuos.....	63
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA .....	65
4.1.	Sensibilización del buen uso de la materia prima .....	65
4.1.1.	Plática personal involucrada.....	65
4.2.	Información personal de producción .....	67
4.2.1.	Procedimientos.....	67
4.2.2.	Políticas.....	69
4.3.	Manual de procedimientos .....	69
4.3.1.	Operarios.....	70
4.3.2.	Máquinas.....	71
4.4.	Suministrar documentación.....	72
4.4.1.	Reporte de desperdicio que genera .....	72
4.4.1.1.	Área de producción .....	72
4.4.1.2.	Área de corte.....	73
4.5.	Perfil del operario .....	74
4.5.1.	Objetivo del puesto.....	74
4.5.2.	Responsabilidad en bienes .....	75
4.5.3.	Responsabilidades diarias.....	75
4.5.4.	Responsabilidad y compromisos generales .....	77
4.6.	Cronograma de actividades .....	78
5.	MEJORA CONTINUA .....	79
5.1.	Estándares de materia prima .....	79

5.1.1.	Hojas de verificación.....	79
5.2.	Cambios en el proceso .....	80
5.2.1.	Mediciones periódicas .....	81
5.2.1.1.	Semestral.....	83
5.3.	Área de corte .....	83
5.3.1.	Auditoría .....	84
5.3.1.1.	Objetivos de la auditoría .....	84
5.3.1.2.	Programación de auditoría.....	84
5.3.1.3.	Reunión preauditoría .....	85
5.3.1.4.	Revisión de la documentación .....	85
5.3.1.5.	Auditoría .....	86
5.3.1.6.	Verificación de la auditoría.....	86
5.3.1.7.	Presentación de informe de auditoría ..	88
5.4.	Área de maquinado .....	88
5.4.1.	Auditoría .....	89
5.4.1.1.	Objetivos de la auditoría .....	89
5.4.1.2.	Programación de auditoría.....	89
5.4.1.3.	Reunión preauditoría .....	90
5.4.1.4.	Revisión de la documentación .....	90
5.4.1.5.	Auditoría .....	90
5.4.1.6.	Verificación de auditoría .....	91
5.4.1.7.	Presentación de informe de auditoría ..	92
6.	ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	95
6.1.	Identificación de impactos .....	95
6.1.1.	Impactos positivos .....	95
6.1.2.	Impactos negativos.....	95
6.2.	Caracterización de impactos .....	96
6.2.1.	Impactos positivos .....	96



6.2.2.	Impactos negativos .....	96
6.3.	Evaluación y corrección de impactos .....	96
6.3.1.	Impactos positivos.....	97
6.3.2.	Impactos negativos .....	98
6.4.	Medidas de mitigación.....	98
6.4.1.	Vulnerabilidad física .....	98
6.4.2.	Vulnerabilidad operacional .....	99
6.5.	Plan de contingencia .....	99
6.5.1.	En caso de incendio .....	99
6.5.2.	En caso de explosión .....	100
6.5.3.	Plan de seguridad e higiene industrial.....	100
6.5.3.1.	Políticas de seguridad e higiene industrial.....	100
6.5.3.2.	Seguridad industrial.....	101
6.5.3.3.	Higiene industrial.....	101
6.5.3.4.	Protección individual .....	101
6.5.3.5.	Normalización.....	102
6.5.3.6.	Señalización de seguridad .....	102
6.6.	Plan de manejo y disposición final de desechos .....	103
6.6.1.	Identificación y caracterización.....	104
6.6.2.	Almacenamiento.....	105
6.6.3.	Recolección y transporte .....	106
6.6.4.	Tratamiento .....	107
6.6.5.	Disposición final .....	109
CONCLUSIONES.....		111
RECOMENDACIONES .....		113
BIBLIOGRAFÍA.....		115
APÉNDICES.....		117

ANEXOS..... 121



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama general de Industrias Proautofer .....	4
2.	Organigrama propuesto para la Industria Proautofer .....	5
3.	Martillo de hule de 1 libra .....	7
4.	Martillo de ½ libra .....	7
5.	Destapador para sanitario .....	8
6.	Partes del sanitario.....	9
7.	Función principal del sapo para sanitario .....	10
8.	Sapo para sanitario .....	10
9.	Utilización de la esponja para sanitario .....	11
10.	Esponja para sanitario.....	12
11.	Conteras cuadradas diferentes medidas.....	13
12.	Conteras cuadas y redondas diferentes medidas .....	14
13.	Partes pistola de pintura.....	16
14.	Empaque de sagola y gony .....	16
15.	Bushin .....	19
16.	Retenedor .....	20
17.	Junta redonda AN-8 .....	21
18.	Pulverizadora Súper 16-20.....	22
19.	Almohadilla para muleta .....	24
20.	Contera para bastón.....	25
21.	Contera para muleta.....	26
22.	Contera estriada.....	27
23.	Molino para caucho .....	31

24.	Diagrama de operación actual materia prima .....	32
25.	Diagrama de flujo actual de materia prima .....	34
26.	Diagrama de recorrido .....	36
27.	Desarmador plano .....	37
28.	Recorte de rebaba a sapo para sanitario .....	38
29.	Diagrama de operación propuesto para la producción de mp .....	49
30.	Diagrama de flujo de operaciones propuesto de producción de mp .....	51
31.	Diagrama de recorrido de producción mp propuesto .....	52
32.	Comparación de una plancha sin grumos y una con grumos .....	66
33.	Diagrama de bloques sistema de gestión de residuos para el caucho vulcanizado .....	68
34.	Posición correcta del operador frente al molino .....	71
35.	Cronograma de actividades para implementación .....	78
36.	Durómetro .....	82
37.	Rebaba en área de corte .....	87
38.	Rebaba en área de maquinado .....	92
39.	Actividades de un sistema de gestión de residuos .....	104
40.	Clasificación de los residuos industriales .....	105
41.	Desechos de caucho vulcanizado .....	108
42.	Caucho triturado .....	108
43.	Caucho prevulcanizado .....	109

## TABLAS

I.	Conteras y sus medidas .....	13
II.	Línea de productos automotriz .....	18
III.	Desperdicio de caucho, área de maquinado .....	39
IV.	Desperdicio de caucho, área de corte .....	40
V.	Costo de aditivo por cada kg de caucho .....	41

VI.	Procedimiento de entrada .....	46
VII.	Procedimiento de salida .....	47
VIII.	Cantidad de desperdicio a utilizar en kg .....	53
IX.	Especificaciones de reutilización .....	54
X.	Plan de capacitación .....	56
XI.	Elementos necesarios para impartir capacitación .....	58
XII.	Plan de capacitación operarios producción materia prima y línea de productos .....	59
XIII.	Plan de capacitación personal área de corte .....	60
XIV.	Cálculo de VPN.....	61
XV.	Calculo de VPN con 50 % de interés .....	62
XVI.	Cálculo de beneficio costo .....	63
XVII.	Proyección de costos y ahorros por implementación de sistema de residuos .....	64
XVIII.	Indicadores de control de calidad .....	66
XIX.	Políticas para nuevos procesos .....	69
XX.	Formato para reporte de desperdicio área de maquinado .....	73
XXI.	Formato para reporte de desperdicio .....	74
XXII.	Perfil del operario .....	75
XXIII.	Hoja de control de producto final .....	80
XXIV.	Porcentaje de caucho para dureza 60 <i>shore A</i> .....	81
XXV.	Tabla de valores de <i>shore</i> .....	83
XXVI.	Programación de auditoría interna del proceso de reciclaje área de corte .....	
XXVII.	Programación de auditoría interna del proceso de reciclaje área de maquinado .....	89
XXVIII.	Normalización por zonas.....	102
XXIX.	Colores de la señalización y significado.....	103
XXX.	Parámetros de almacenamiento .....	106

XXXI. Parámetros de recolección ..... 107

## LISTA DE SÍMBOLOS

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>
<b>B/C</b>	Beneficio costo
<b>A</b>	Escala de dureza
<b>Kg</b>	Kilogramo
<b>Mo</b>	Mano de obra
<b>MP</b>	Materia prima
<b>No</b>	Número
<b>TIR</b>	Tasa de retorno
<b>VPN</b>	Valor presente neto





## GLOSARIO

<b>Aditivo</b>	Sustancia que se añade por razones de fabricación, presentación o conservación de un producto.
<b>Apoyo axilar</b>	Es la ayuda que se recibe de la parte superior de una muleta axilar.
<b>Bipedestación</b>	Capacidad para andar sobre las dos extremidades inferiores.
<b>Caucho</b>	El caucho o elastómero es un material polímero cuyas dimensiones pueden variar según el esfuerzo al que sean sometidos, volviendo a su forma cuando el esfuerzo se retira.
<b>Dureza</b>	Es la oposición que presenta un material a ser rayado o penetrado por otro cuerpo sólido.
<b>Distal</b>	Adjetivo que indica lejanía hacia el punto de origen o inserción de un órgano, una parte, o cualquier punto de referencia.
<b>Goni</b>	Nombre para referirse a empaque de caucho destinado para pistolas de pintura.

<b>Herbicida</b>	Es un producto fitosanitario utilizado para eliminar plantas indeseadas.
<b>Presión</b>	Se define como fuerza por unidad de área.
<b>Producción más limpia</b>	Estrategia continúa integrada que se aplica a los procesos, productos y servicios, a fin de aumentar la eficiencia y reducir riesgos para los seres humanos y el ambiente.
<b>Pulverizador</b>	Aparato para pulverizar un líquido. Máquinas o aparatos que se utilizan para la aplicación de tratamientos fitosanitarios en forma líquida. Constan, básicamente, de una bomba, un depósito y una o varias salidas.
<b>Residuo</b>	Describe al material que pierde utilidad tras haber cumplido con su misión o servido para realizar un determinado trabajo.

## RESUMEN

La fabricación de caucho precocido es utilizado para fabricar productos ferreteros, automotriz, agropecuarios y entre otros productos médicos. La materia prima más utilizada para línea de productos ferreteros y para algunos productos médicos es el caucho llamado pique, que es una mezcla de caucho natural y aditivos, esta mezcla está compuesta por 50 % caucho natural, 20 % aditivos y 30 % polvo de caucho vulcanizado o polvo de llanta.

Se propuso la utilización de un sistema de gestión de residuos aplicando técnicas de producción más limpia para la recolección de caucho vulcanizado proveniente de la rebaba de los productos en el área de maquinado y área de corte.

Industrias Proautofer hizo una serie de pruebas para determinar el máximo porcentaje de polvo de caucho vulcanizado o polvo de llanta, que podía ser mezclado en la materia prima, no perdiendo la referencia de la dureza y calidad que necesitan en sus productos, el resultado de estas pruebas son que el máximo caucho vulcanizado o polvo de llanta que se puede agregar es hasta un 40 % en la mezcla, para obtener la dureza de 60 a 65 shore A.

La disminución de basura en el medio ambiente es de gran importancia por lo que se propuso la reutilización del subproducto del caucho vulcanizado, así como la utilización de llantas inservibles, en un futuro cuando la industria pueda adquirir la maquinaria necesaria para darle proceso y apoyar la utilización de productos reciclados en Guatemala.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Elaborar una propuesta a Industrias Proautofer para la reutilización como materia prima, del subproducto de caucho vulcanizado que les permita reducir costos de producción, para que se pueda ofrecer al mercado productos de alta calidad a bajo precio.

### **Específicos**

1. Mejorar el manejo del subproducto elaborando un plan de recolección adecuado en la industria cauchera.
2. Evaluar el producto fabricado a partir del subproducto del caucho vulcanizado, que demuestre propiedades mecánicas resistentes necesarias para distintos productos.
3. Capacitar al personal para la correcta aplicación de los procesos de fabricación para reducir el subproducto de Industrias Proautofer.
4. Proponer la alternativa de fabricar productos con base en un bajo porcentaje de subproducto para reducir costos de producción.



## INTRODUCCIÓN

Actualmente Industrias Proautofer, no utiliza el subproducto en su beneficio desechándolo junto con la basura común. Tienen un serio problema en el alza de precios de los aditivos utilizados en la fabricación de materia prima, y por consiguiente en las ventas por el alza en los precios en la línea de sus productos.

Industrias Proautofer se beneficiará con la investigación aplicada que se realizará, que consiste en la evaluación del producto fabricado a partir del subproducto de caucho vulcanizado, que demuestre propiedades mecánicas resistentes necesarias junto a la calidad en distintos productos.

Lo que se busca principalmente es la reducción de costos en la fabricación de la materia prima que utilizan en la mayoría de sus productos, con esta reducción de costos se espera un mayor beneficio financiero.

Guatemala tiene un crecimiento sin control de los desechos sólidos, el cual puede observarse en diferentes centros de acopio y botaderos clandestinos, ubicados en el perímetro urbano y rural de la ciudad capital y departamentos de la República. Este es un problema que afecta a la población en general, por lo que las industrias deben tomar conciencia y buscar una alternativa en la reutilización de sus desechos.

Los análisis para el tratamiento y presentación de alternativas para el aprovechamiento de los desechos de látex son limitados a ciertos espacios, por lo consiguiente algunas industrias lo utilizan como reencauche, en las



caleras la utilizan como fuente de combustible y artesanalmente se utiliza para reparación de calzado pero su utilización no absorbe el volumen de látex que se genera como desecho.

# **1. ASPECTOS GENERALES**

## **1.1. Historia Industrias Proautofer**

Industrias Proautofer fue fundada en 1980, líder en la fabricación de productos moldeados de caucho. Actualmente tiene presencia en Guatemala y El Salvador. El fundador de la fábrica fue don Ovidio, al inicio fue fabricante y vendedor, hasta lograr el crecimiento de la industria cauchera en la que actualmente es dirigida por su hijo mayor. Tiene 10 empleados permanentes.

El objetivo principal en Industrias Proautofer es mantenerse en continuo desarrollo, mejorando y diversificando los productos para satisfacer la demanda de los clientes actuales y futuros, y para llenar las necesidades de los mercados.

### **1.1.1. Misión**

“Ser una organización líder en Guatemala al servicio de la industria automotriz, ferretera, y médica, enfocada al cumplimiento de estándares de calidad, ofreciendo productos innovadores a precios competitivos”.

### **1.1.2. Visión**

“Fabricar y comercializar en forma ética y profesional productos de caucho de alta calidad satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes actuales y potenciales, con la mejor calidad”.

### **1.1.3. Valores**

Los valores que se ponen en práctica dentro de la empresa, son:

- **Excelencia:** muestran un estándar de rendimiento mayor al de la competencia en el mercado, así como también mantienen la calidad en sus productos y materia prima.
- **Liderazgo:** trabajan en un solo equipo día a día influyendo en sus clientes a utilizar los mejores productos y materias primas de caucho.
- **Disciplina:** cumplen la mayoría de veces con tiempos de fabricación y entrega en todas las líneas de productos ofrecidos a sus clientes en todo el territorio nacional.
- **Moral:** cree en dar la mejor atención al cliente, cumpliendo sus requerimientos y expectativas en todas las líneas de productos.
- **Responsabilidad social:** cree en impactar positivamente al país contribuyendo a su crecimiento económico, iniciando por las familias de los colaboradores, hasta llegar a la comunidad donde pertenece cuando lo requiera.
- **Responsabilidad ambiental:** responsabilidad con el planeta ante las actuales y futuras generaciones y lograr la utilización de las 3R que son reducir, reusar y reciclar, cuidando los recursos que el planeta provee, así como también cuidar la salud de los habitantes.

- Civismo: actitud de la empresa efectuando el fiel cumplimiento de todas aquellas obligaciones que se presentan en el país y la comunidad a la cual pertenecen.
- Celo por la tecnología: utilizan la tecnología a su favor, para así poder cumplir con los requerimientos de los clientes internos y externos.
- Colaboración: todos trabajan en conjunto y es una actitud permanente de servicio hacia el trabajo, para fabricar y proveer los mejores productos y materias primas a sus clientes.
- Respeto: la moral y ética son sus principales valores, mostrando respeto por los clientes.

#### **1.1.4. Estructura organizacional**

Industrias Proautofer funciona con una estructura organizacional denominada Departamentalización funcional, su estructura es de cuatro niveles, dirigida por un gerente general. A este nivel de gerencias se encuentra gerente de planta, gerente de ventas, gerente de producción materia prima, gerente de área de corte y empaque.

En el nivel medio incluye a los operarios de planta, ejecutivos de venta, encargado de entrega de pedidos, operario de materia prima, área de corte producto final y área de empaque de producto final. En el cuarto nivel solamente se encuentra el almacenamiento de producto final.

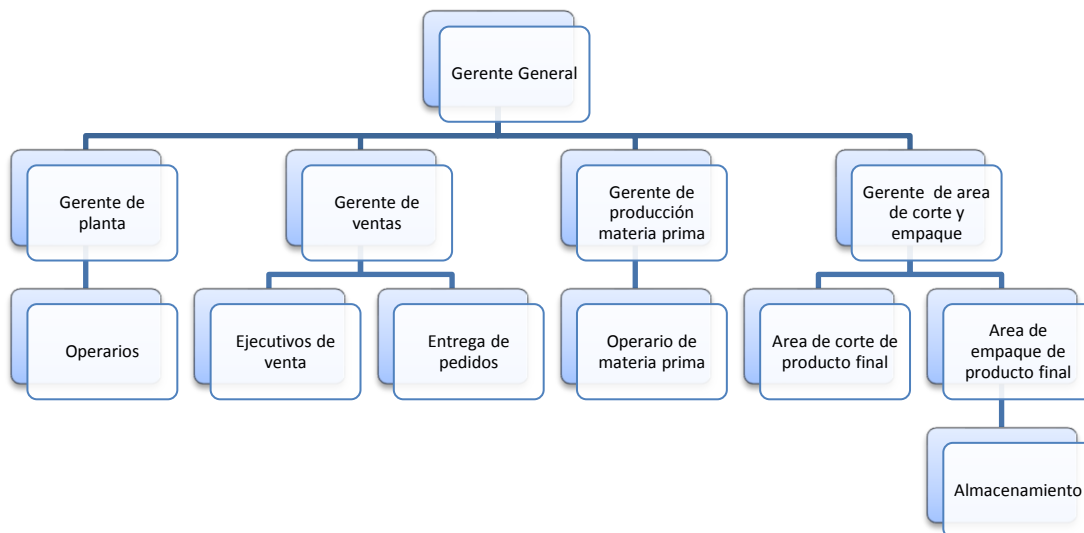
Con la investigación realizada en la industria cauchera se realizó la correcta estructura organizacional que se refiere a la asignación formal de

tareas a las personas. El tipo de estructura organizacional es funcional y para ejemplificarlo gráficamente se utiliza el organigrama de tipo vertical general, reflejando las posiciones de las áreas que la integran y sus líneas de autoridad.

### 1.1.5. Organigrama

Diagrama que ilustra las líneas de dependencia que existe entre unidades y las personas a una organización. A continuación se presenta el organigrama utilizado por Industrias Proautofer:

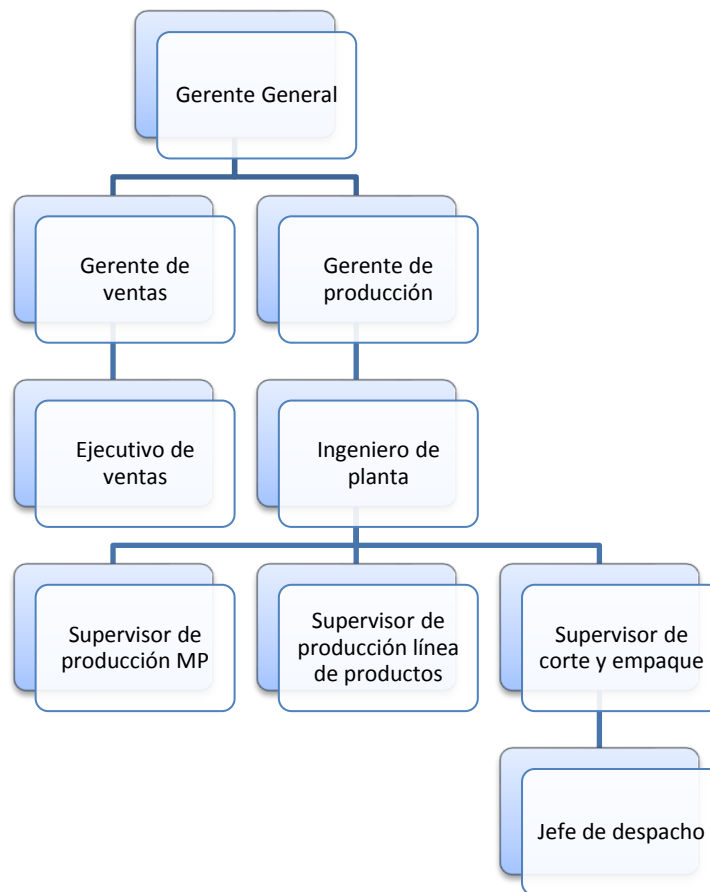
Figura 1. Organigrama general de Industrias Proautofer



Fuente: Manual de procedimientos. Industrias Proautofer.

El organigrama propuesto para la Industria Proautofer presenta unidades de arriba hacia abajo a partir del titular, en la parte superior y los diferentes niveles jerárquicos.

Figura 2. **Organigrama propuesto para la Industria Proautofer**



Fuente: elaboración propia.

## **1.2. Línea de productos**

A continuación se presentarán las cuatro líneas de productos que posee la industria cauchera, siendo estos productos ferreteros, productos de automotriz, productos agropecuarios y productos médicos, fabricados a base de caucho y algunos productos tienen accesorios de madera los cuales son adquiridos por otros proveedores, todos son fabricados y armados por la Industria Proautofer y pueden ser adquiridos por ferreterías y distribuidores autorizados.

### **1.2.1. Productos ferreteros**

Los productos ferreteros con los que cuenta la industria, son todas aquellas herramientas industriales que están fabricadas a base de caucho vulcanizado y otros materiales como por ejemplo madera, estos productos son utilizados para el arreglo de maquinaria, tuberías, sanitarios, colocación de pisos y azulejos etc. Así como también, aquellos que son utilizados en casas domésticas, todos estos productos pueden ser adquiridos en ferreterías, y distribuidores de ferretería, tales herramientas y repuestos que fabrica Industrias Proautofer son los siguientes:

#### **1.2.1.1. Martillo de hule de 1 libra**

Martillo macizo de caucho vulcanizado con manija de madera, utilizado por industrias y personas para la colocación de piso de diferentes tamaños, tiene un largo de 11 pulgadas, este producto tiene mayor demanda que el martillo de media libra, ya que puede tener dos funciones que son colocación de azulejo y piso.

Figura 3. **Martillo de hule de 1 libra**

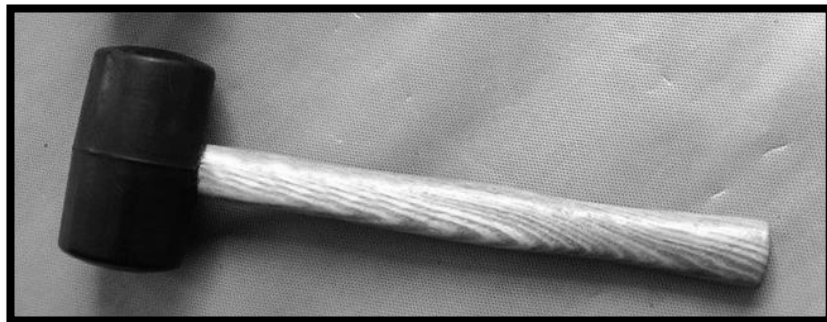


Fuente: folleto productos Proautofer. p. 2.

#### 1.2.1.2. **Martillo de caucho de ½ libra**

Martillo macizo de caucho vulcanizado con manija de madera, utilizado para la colocación de azulejo de diferentes tamaños, tiene un largo de 11 pulgadas, este producto es de baja demanda debido a que solo puede cumplir con una sola función, que es la colocación de azulejo, en comparación con martillo de una libra que es de mayor demanda por tener dos funciones.

Figura 4. **Martillo de ½ libra**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 2.



### **1.2.1.3. Destapador de caucho para sanitario**

Destapador para sanitario también es llamado émbolo para sanitario, es utilizado para succionar lo que obstruye el tubo de salida del sanitario hacia el tubo de desechos, este es un producto que tiene un accesorio de madera de 18 pulgadas de largo con una rosca al extremo, el accesorio de madera va enroscado al destapador, el cual también posee una rosca y así poder ensamblarse mejor. Este producto es de alta demanda en la industria.

Figura 5. **Destapador para sanitario**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 3.

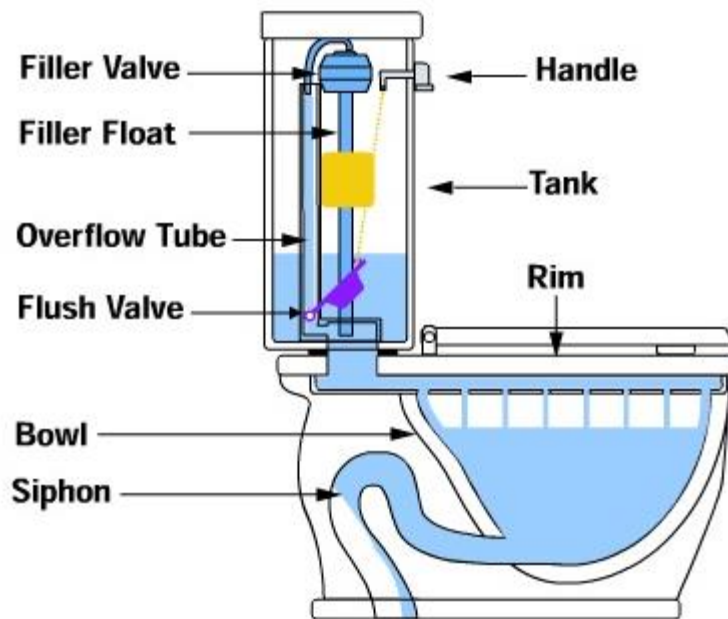
### **1.2.1.4. Sapo para sanitario**

Este es utilizado juntamente con la válvula de descarga en el tanque de un sanitario. Su función principal es sellar la salida de agua interior del tanque hacia la taza del sanitario. Tiene un accesorio que se encuentra en el extremo del sapo que es una cadena que va unida a la manija, cabe destacar que la cadena tiene que ser de material galvanizado ya que cuando el tanque del

sanitario está funcionando se encuentra bajo agua, el otro extremo del sapo va unido al tubo rebosadero, para tener más claro la función de este empaque de caucho en un sanitario se presenta las partes del sanitario: válvula de llenado, válvula del flotador, tubo de desbordamiento, válvula de descarga, tazón, sifón, manija, tanque y cuenca.

El sapo para sanitario o también llamado ranita se encuentra en color morado en la siguiente figura.

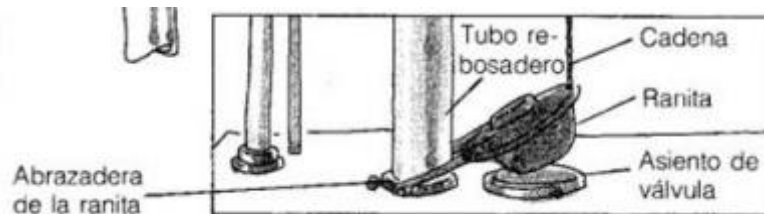
Figura 6. **Partes del sanitario**



Fuente: [taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/11550640/El-inodoro-y-sus-complementos.html](http://taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/11550640/El-inodoro-y-sus-complementos.html). Consulta: febrero de 2014.

En la siguiente figura se puede visualizar la función principal del sapo sanitario, que es no dejar fluir el agua del tanque hacia la taza y es activada la fluidez del agua únicamente por medio de la manija.

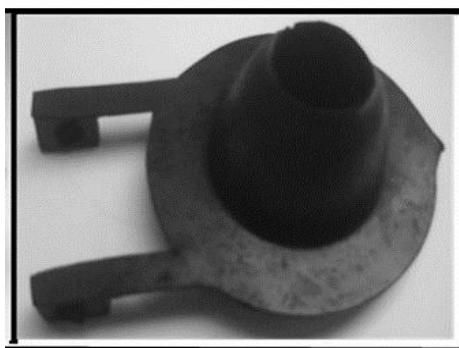
Figura 7. **Función principal del sapo para sanitario**



Fuente: [taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/11550640/El-inodoro-y-sus-complementos.html](http://taringa.net/posts/apuntes-y-monografias/11550640/El-inodoro-y-sus-complementos.html). Consulta: febrero de 2014.

El modelo de sapo para sanitario que se muestra a continuación es el que fabrica la Industrias Proautofer ya que existen muchos modelos en el mercado.

Figura 8. **Sapo para sanitario**

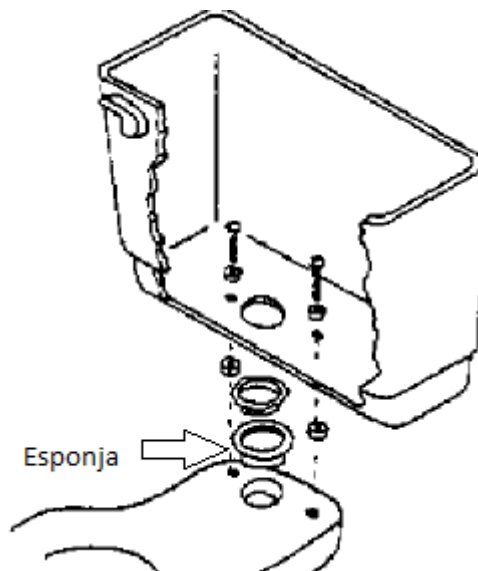


Fuente: folleto productos Proautofer. p. 3.

### 1.2.1.5. Esponja para sanitario

Producto de caucho en forma de dona. Su función es sellar el agua en la parte exterior que pasa del tanque hacia la taza sanitaria, la unión de estas dos partes debe estar completamente sellada ya que no debe haber goteo de líquido, y por esa razón de utiliza este empaque hecho de caucho, pero con la suavidad de una esponja, de ahí proviene su nombre. En la siguiente figura se puede visualizar el uso de este empaque.

Figura 9. Utilización de la esponja para sanitario



Fuente: [cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Educacion/pdf/spa/doc11599/doc11599-6.pdf](http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Educacion/pdf/spa/doc11599/doc11599-6.pdf).

Consulta: febrero de 2014.

Figura 10. **Esponja para sanitario**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 3.

#### **1.2.1.6. Conteras diferentes medidas**

Las conteras son hechas con caucho dureza 60 shore A, son elementos encargados de amortiguar la pata de la silla, mesa, cama, escaleras, literas, estanterías, tubos o cualquier otro elemento que necesita amortiguación con el suelo y evitar los deslizamientos o daño al piso. La medida de las conteras es por pulgada, y sus presentaciones cuadrada, redonda y rectangular

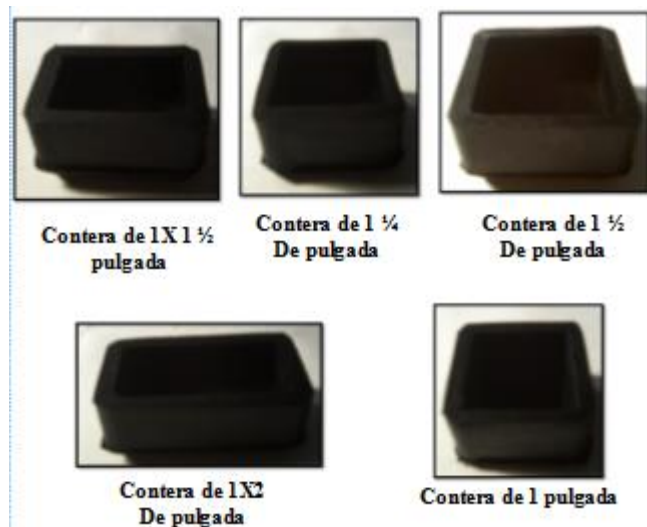
Industrias Proautofer cuenta con una amplia gama de conteras, en la siguiente tabla se proporciona la descripción de conteras y sus diferentes medidas.

Tabla I. **Conteras y sus medidas**

Contera		Medida (pulgadas)
<b>Cuadrado</b>	Redondo	1
<b>Cuadrado</b>	Redondo	$\frac{3}{4}$
<b>Redondo</b>		$\frac{7}{8}$
<b>Redondo</b>		$\frac{3}{8}$
<b>Cuadrado</b>	Redondo	$\frac{1}{2}$
<b>Cuadrado</b>	Redondo	$1 \frac{1}{2}$
<b>Redondo</b>		2
<b>Cuadrado</b>	Redondo	$1 \frac{1}{4}$
<b>Rectangular</b>		2 X 1
<b>Rectangular</b>		1 X $1 \frac{1}{2}$

Fuente: elaboración propia.

Figura 11. **Conteras cuadradas diferentes medidas**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 5.

Figura 12. **Conteras cuabras y redondas diferentes medidas**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 6.

### 1.2.1.7. **Empaque de sagola y gony**

El empaque de caucho utilizado para pistola de pintura, es uno de los elementos más importantes en el conjunto de la pistola. La función de estos empaques es sellar el espacio que hay entre boquilla aire comprimido y el tanque para que funcione correctamente el sistema de aire. Cuando la pistola no funciona correctamente es debido al escape de aire y el empaque debe

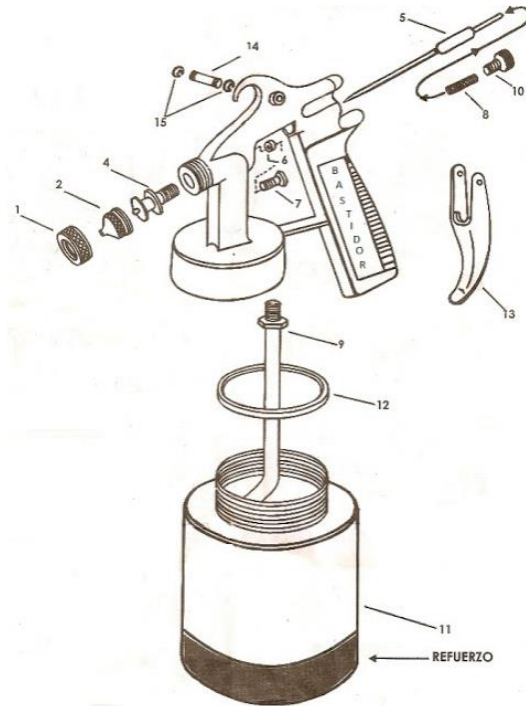
cambiarse. Estos dos empaques goni y sagola son para dos modelos de pistola pero tienen la misma función, las partes de la pistola son:

- Anillo retenedor de la boquilla
- Boquilla de abanico
- Boquilla de punto
- Tobera
- Agujas de fluido
- Empaque de la aguja
- Tornillo hexagonal para empaque de la aguja
- Resorte
- Tubo de fluido
- Tornillo regulador de fluido
- Vaso con fuerza
- Empaque de sagola o goni
- Gatillo
- Vástago del gatillo
- Candado sujetador del vástago

Es importante destacar que el siguiente gráfico se colocó para visualizar la ubicación del empaque goni o sagola en la pistola para pintar.



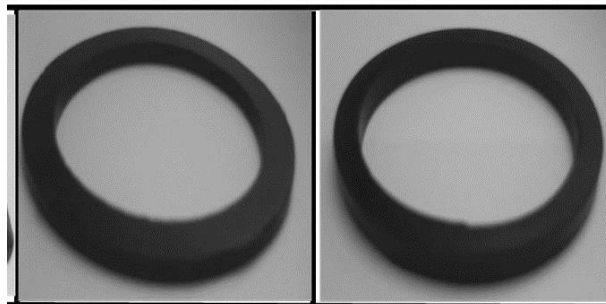
Figura 13. Partes pistola de pintura



Fuente: mueblesdomoticos.blogspot.com/2012/08/partes-de-una-pistola-de-aire-para.html.

Consulta: febrero de 2014.

Figura 14. Empaque de sagola y gony



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 6.

### **1.2.2. Productos automotriz**

Se producen repuestos de caucho de vehículo para diferentes marcas como por ejemplo: Toyota, Nissan, etc. Estos empaques también son llamados bushin, este producto es muy cambiante en el mercado ya que con el tiempo las industrias fabricantes de vehículos van haciendo mejoras o se va haciendo obsoleto el modelo del vehículo en el país, por lo que Industrias Proautofer ha dejado de fabricar muchos de estos repuestos y la línea de productos automotriz ha dejado de ser una prioridad.

Los códigos que se encuentran en la siguiente tabla son utilizados por el fabricante para identificar su producto ya que el muestrario de los agentes vendedores así están identificados. A continuación se da un listado de estos productos.

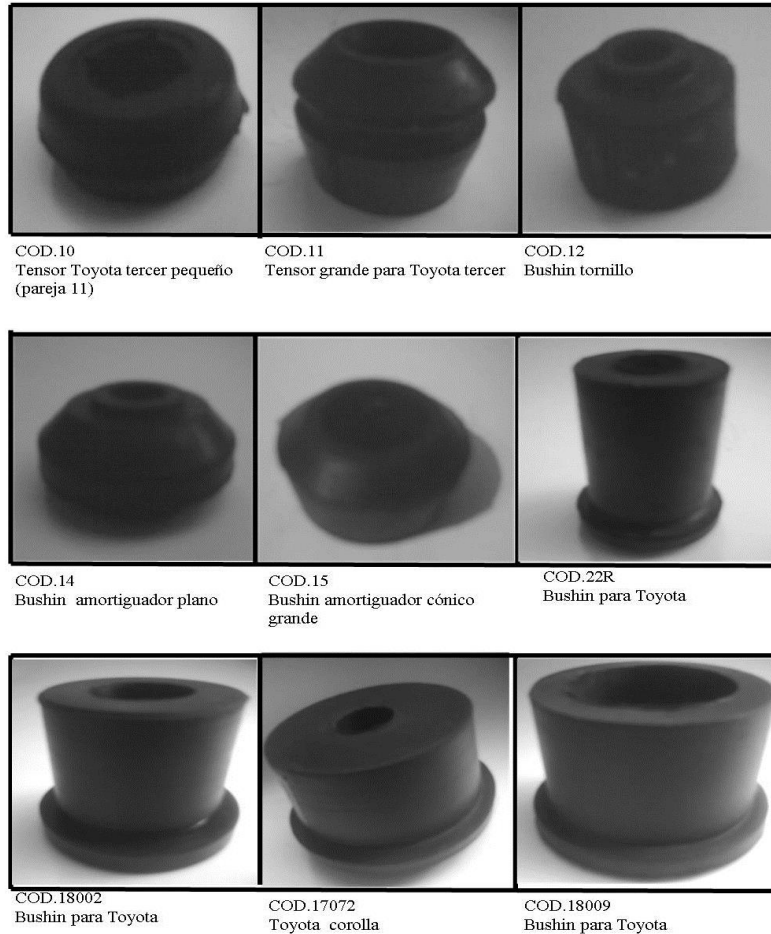
Tabla II. **Línea de productos automotriz**

<b>Repuesto</b>	<b>Código</b>
<b>Tensor Toyota tercer pequeño</b>	10
<b>Tensor grande Toyota tercer</b>	11
<b>Bushin tornillo</b>	12
<b>Buchin amortiguador plano</b>	14
<b>Bushin amortiguador cónico grande</b>	15
<b>Bushin Toyota</b>	22R
<b>Bushin para Toyota</b>	18002
<b>Bushin Toyota Corolla</b>	17072
<b>Bushin para Toyota</b>	18009
<b>Barra estabilizadora Datsun</b>	84
<b>Alza para aspiral</b>	461
<b>Bushin hoja de resorte Nissan</b>	01w10
<b>Toyota Hilux grande tope chasis</b>	487
<b>Bushin para Toyota</b>	18025
<b>Bushin para Toyota</b>	18046
<b>Bushin Toyota MB 1766</b>	F200
<b>Anillo para escape</b>	
<b>Hule barra tensora Datsun</b>	94
<b>Barra estabilizadora</b>	510

Fuente: Industrias Proautofer.

El siguiente gráfico muestra algunos de los repuestos para vehículo que aún existen en la línea de productos automotriz y han sido los de más demanda.

Figura 15. **Bushin**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 7.

### 1.2.3. **Productos agropecuarios**

Los productos agropecuarios son los repuestos utilizados en herramientas y aparatos de riego en cultivos. En este caso los dos únicos empaques de caucho que fabrica Industrias Proautofer son utilizados en los distintos modelos de pulverizador.

Los pulverizadores son solo para utilizar con herbicidas, insecticidas y fungicidas, han de ser probados desde el punto de vista de seguridad al menos anualmente por personal especializado, ya que es un aparato que podría provocar intoxicación a la persona que lo utiliza. Los empaques incluidos en este estudio son dos y son utilizados en la manguera de riego de la pulverizadora.

### **1.2.3.1. Retenedor**

Es utilizado en pulverizadoras, este empaque es colocado junto con el retén sintético opaco y el accesorio herbicida para crear una presión y liberación de aire dentro de la pulverizadora, el armado depende del modelo del pulverizador. Este empaque es fabricado en caucho color negro específicamente ya que tiene que diferenciarse del retén sintético opaco, aunque estos dos empaques van juntos en el armado de la manguera de la pulverizadora tienen funciones distintas.

Figura 16. **Retenedor**



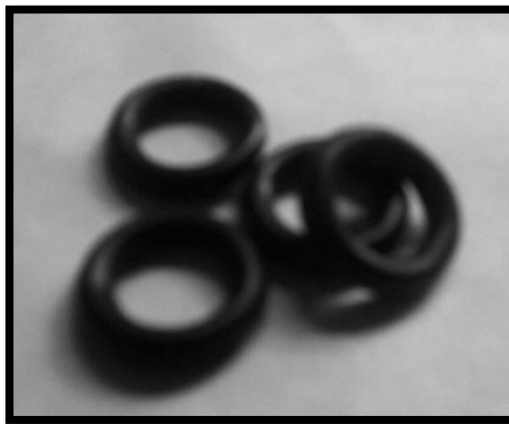
Fuente: folleto productos Proautofer. p. 6.

### **1.2.3.2. Junta redonda AN-8**

Es utilizada en varios modelos de pulverizadoras como por ejemplo: Súper Green 12 -16 + pro, Súper Agro 16-20 +pro, Súper Agro 2016, Súper Agro 2016 +pro, Súper 2016 +pro, todos estos modelos son encontrados en marca Matabi. Este empaque es utilizado en las mangueras de las pulverizadoras y es colocado en la parte final de la boquilla para crear presión y la pulverización de producto saliente, también es utilizado en la parte media de la manguera, solamente que en esta parte va combinado con otros accesorios dependiendo del modelo de la pulverizadora.

En el siguiente gráfico se muestra la junta redonda AN-8 fabricada por Industrias Proautofer en caucho color negro.

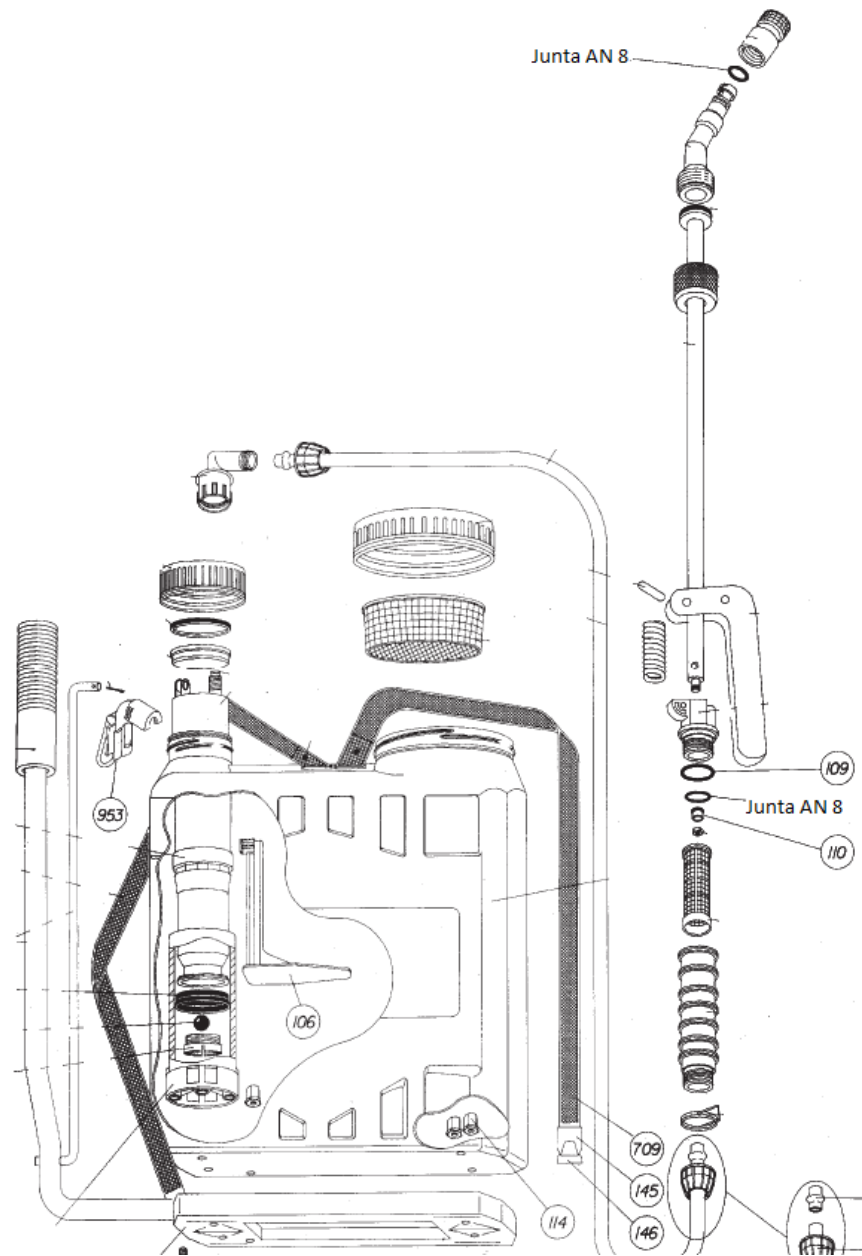
Figura 17. **Junta redonda AN-8**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 6.

A continuación se muestra la figura de una pulverizadora modelo Súper 16-20 marca Matabi donde está identificada la junta AN-8 en la manguera.

Figura 18. Pulverizadora Súper 16-20



Fuente: Manual de instrucciones Matabi. p. 2.

#### **1.2.4. Productos médicos**

En este caso los productos médicos fabricados por Industrias Proautofer son solamente aquellos que son ayudas técnicas para la marcha, algunos de estos dispositivos pueden utilizarse solo con un solo brazo, mientras que otros requieren de los dos brazos para su correcta utilización, son dispositivos que proporcionan durante su utilización un apoyo adicional del cuerpo humano al suelo. Su objetivo es permitir el desplazamiento y la movilidad, así como la bipedestación que es la capacidad de locomoción y pararse en dos pies.

Para esta línea de productos se fabrican cuatro productos: la almohadilla para muleta, contera para muleta, contera para bastón y contera para andador, todos estos productos son utilizados por personas que tienen problemas de bipedestación permanente o parcial. A continuación se describe cada uno de los productos antes mencionados.

##### **1.2.4.1. Almohadilla para muleta**

Este es un producto hecho caucho esponjoso, es utilizado en muletas de madera y aluminio, su función es dar sensación de suavidad a la muleta en el apoyo axilar, evitando daños en las personas que tienen que usar permanente o parcialmente las muletas para su traslado de un lugar a otro.

Las almohadillas son fabricadas en los colores rojo, celeste, blanco, amarillo y negro, pero la de mayor demanda es la de color negro no solo por su precio más bajo, sino es la más común en el mercado. A continuación se muestra la almohadilla para muleta en color negro.



Figura 19. **Almohadilla para muleta**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 8.

#### **1.2.4.2. Contera para bastón**

Contera es el elemento más distal del bastón y es el encargado de amortiguar el impacto con el suelo y evitar los deslizamientos. Adaptable al terreno para el que vaya destinado el bastón. Esta contera va colocada al extremo bajo del bastón, a presión y es adaptable a cualquier material del que este hecho el bastón ya sea madera, aluminio y plástico. Esta contera es fabricada en color negro, blanco, amarillo, rojo y celeste, el color, que tiene más demanda en el mercado es el color negro por la diferencia de precio con algún otro color, ya que el de color negro tiene un costo más bajo.

Figura 20. **Contera para bastón**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 8.

#### **1.2.4.3. Contera para muleta**

Son los elementos más distales de la muleta y son los encargados de amortiguar el impacto con el suelo y evitar los deslizamientos. Adaptables al terreno para el que vaya destinada la muleta. Al igual que el bastón, la muleta tiene la misma función aunque las muletas se utilizan cuando los déficit funcionales son más importantes ya que proporcionan mayor soporte y estabilidad al usuario, las conteras son adaptables a los dos tipos de muletas: la muleta axilar y la muleta axilar regulable.

Figura 21. **Contera para muleta**



Fuente: folleto productos Proautofer. p. 9.

#### **1.2.4.4. Contera estriada**

Son los elementos más distales para andador y son los encargados de amortiguar el impacto con el suelo y evitar los deslizamientos. Adaptables al terreno para el que vaya destinado el andador. Existen dos medidas de esta contera que son 1" y 1 ½", la fabricación de estas conteras únicamente es en caucho color negro, son adaptables a cualquier material que este hecho el andador y van colocadas a presión en los extremos de las patas.

Las conteras son para todo tipo de andador como por ejemplo: los andadores con ruedas, los estacionarios y los recíprocos, al igual que las muletas, según la estabilidad y la fuerza que presente el usuario en sus miembros, la marcha se realizará en dos, tres o cuatro puntos de apoyo. A continuación se muestra las conteras en sus dos medidas.

Figura 22. **Contera estriada**



Fuente: Folleto productos Proautofer. p. 9



## **2. DIAGNÓSTICO SITUACIONAL**

### **2.1. Procedimiento actual recepción y salida de materia prima**

A continuación se describe el procedimiento de recepción y salida de materia prima de industrias Proautofer:

#### **2.1.1. Recepción**

- Entrada de materia prima a la bodega de materia prima.
- Se procede a pesar cada uno de las pacas, estas deben pesar 40 kg.
- Si tienen el peso igual a 40 kg es llevada y colocada en las estanterías.
- Si el peso no es igual o es menor a 40 kg no es recibida y se devuelve al proveedor.

#### **2.1.2. Salida**

- Cada uno de los rollos de materia prima semi procesada se pesa.
- Se mide la dureza de cada rollo con el durómetro.
- Se llena el reporte de salida por rollo de caucho semi procesado.
- Una copia del reporte de salida se queda en bodega de materia prima y la original es llevada junto con la materia prima.
- Los rollos de caucho semi procesado son llevados en una carretilla de 4 unidades hasta llegar al transporte que los llevará a la planta principal.
- Al llegar a la planta principal son recibidos e inspeccionados los rollos de caucho comparados con la copia de la hoja de reporte.

### **2.1.3. Aprovisionamiento de materia prima**

- Se requiere caucho natural de alta calidad a bajo costo
- Aditivos de alta calidad a bajo costo
- Planificación mensual de caucho natural
- Envío de pedido 15 días antes del requerimiento de caucho natural
- Planificación cada dos meses de químicos
- Envío de pedido de químicos un mes antes del requerimiento

### **2.1.4. Procedimiento para la recepción de materia prima**

- Se notifica a bodega que materia prima ha llegado.
- Se recibe la orden compra y se comprueba con la original.
- Comprobada la orden de compra se inicia el conteo de materia prima antes de ingresar a bodega.
- Ingreso de materia prima a bodega.

## **2.2. Proceso de materia prima**

A continuación se describirá el proceso de producción de la materia prima en Industrias Proautofer.

### **2.2.1. Diagramas**

Se utilizan los diagramas de operación, flujo y recorrido para mostrar el proceso de fabricación de materia prima para los productos de mayor demanda.

### 2.2.1.1. Diagrama de operación

Es la representación gráfica de los pasos a seguir en el proceso de fabricación, puntos donde se introducen materiales en el proceso y orden de las inspecciones y de todas las operaciones, además puede comprender cualquier otra información que se considere necesaria. Para implementar las mejoras es necesario estudiar las fases del proceso en forma sistemática, y poder visualizar la disposición de espacio y materiales con el fin de disminuir demoras, eliminar los tiempos improductivos así como también implementar la operación que sea necesaria en el nuevo proceso de producción

La maquinaria para fabricar la materia prima es un molino con rodos que trabaja a una temperatura aproximada de 45 grados C y tiene un peso aproximado de 1 200 kilos, este molino es operado solamente por una persona. El molino se muestra en la siguiente figura.

Figura 23. **Molino para caucho**

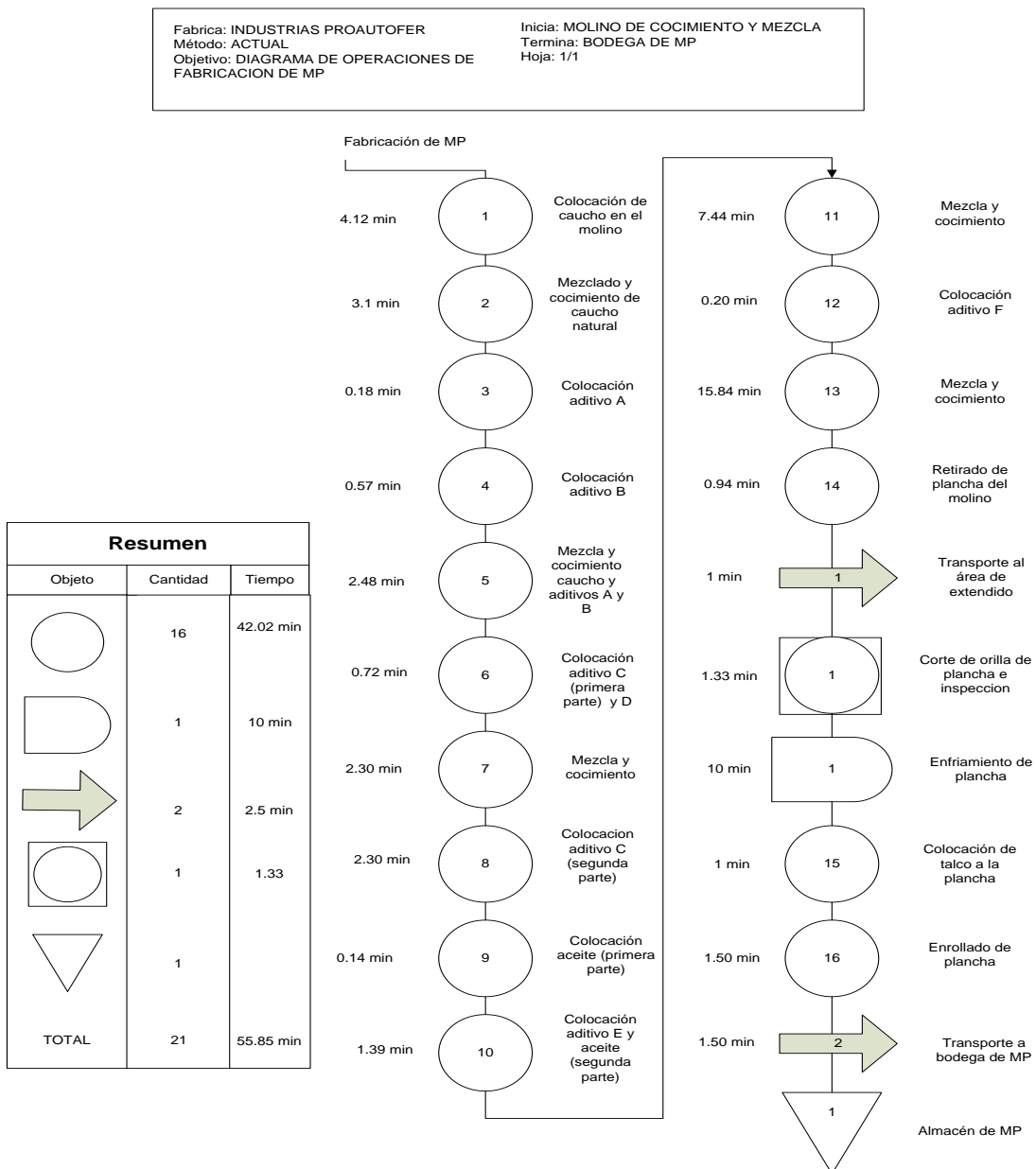


Fuente: Industrias Proautofer.



A continuación se ejemplifica la descripción del proceso de fabricación de planchas de caucho.

Figura 24. Diagrama de operación actual materia prima



Fuente: elaboración propia.

### **2.2.1.2. Diagrama de flujo**

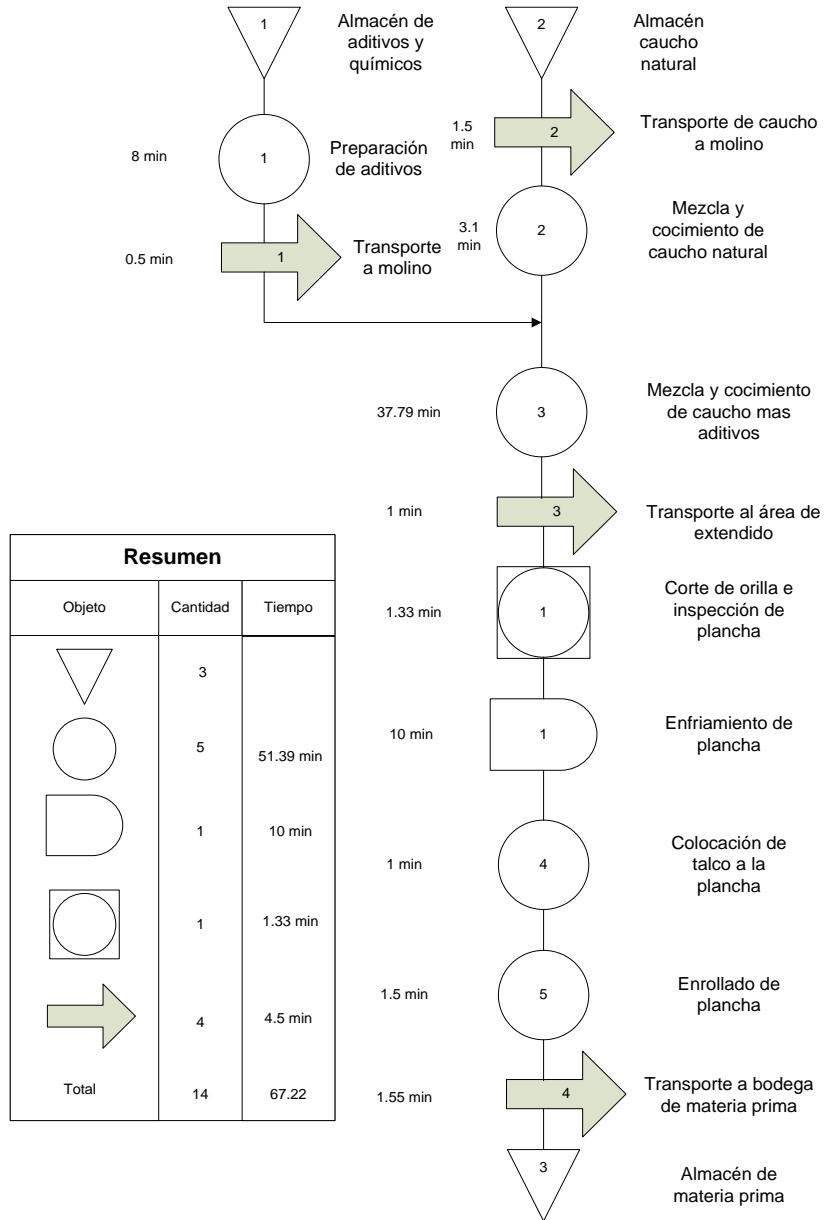
Es una representación gráfica de la secuencia de las operaciones, inspecciones y esperas de cualquier proceso, incluye además información que se considera deseable para el análisis del estudio requerido. El propósito de este diagrama es ejemplificar una imagen clara de toda la secuencia del proceso y posibles mejoras de la distribución de los locales y manejos de materiales. También sirve para disminuir o anular esperas, estudiar las operaciones, igualmente que el diagrama de operación del proceso sirve para eliminar tiempos improductivos y mejora de tiempos en cualquier operación.

En este caso se muestra el diagrama de flujo de la fabricación de la materia prima que es caucho en plancha semicrudo en color negro, hecho el estudio de la materia prima más usada en los productos, esta materia prima tiene como nombre pique, ya que es donde se propone implementar el uso del subproducto de caucho vulcanizado utilizando reglas básicas de la producción más limpia.

A continuación se ejemplifica la descripción del proceso actual a través del diagrama de flujo de fabricación de materia prima.

Figura 25. Diagrama de flujo actual de materia prima

Fabrica: INDUSTRIAS PROAUTOFER	Inicia: ALMACEN DE ADITIVOS Y QUIMICOS Y ALMACEN DE CAUCHO NATURAL	Hoja: 1/1
Método: ACTUAL	Termina: ALMACEN DE DE MP	
Objetivo: DIAGRAMA DE FLUJO OPERACIONES MP		



Resumen		
Objeto	Cantidad	Tiempo
	3	
	5	51.39 min
	1	10 min
	1	1.33 min
	4	4.5 min
Total	14	67.22

Fuente: elaboración propia.

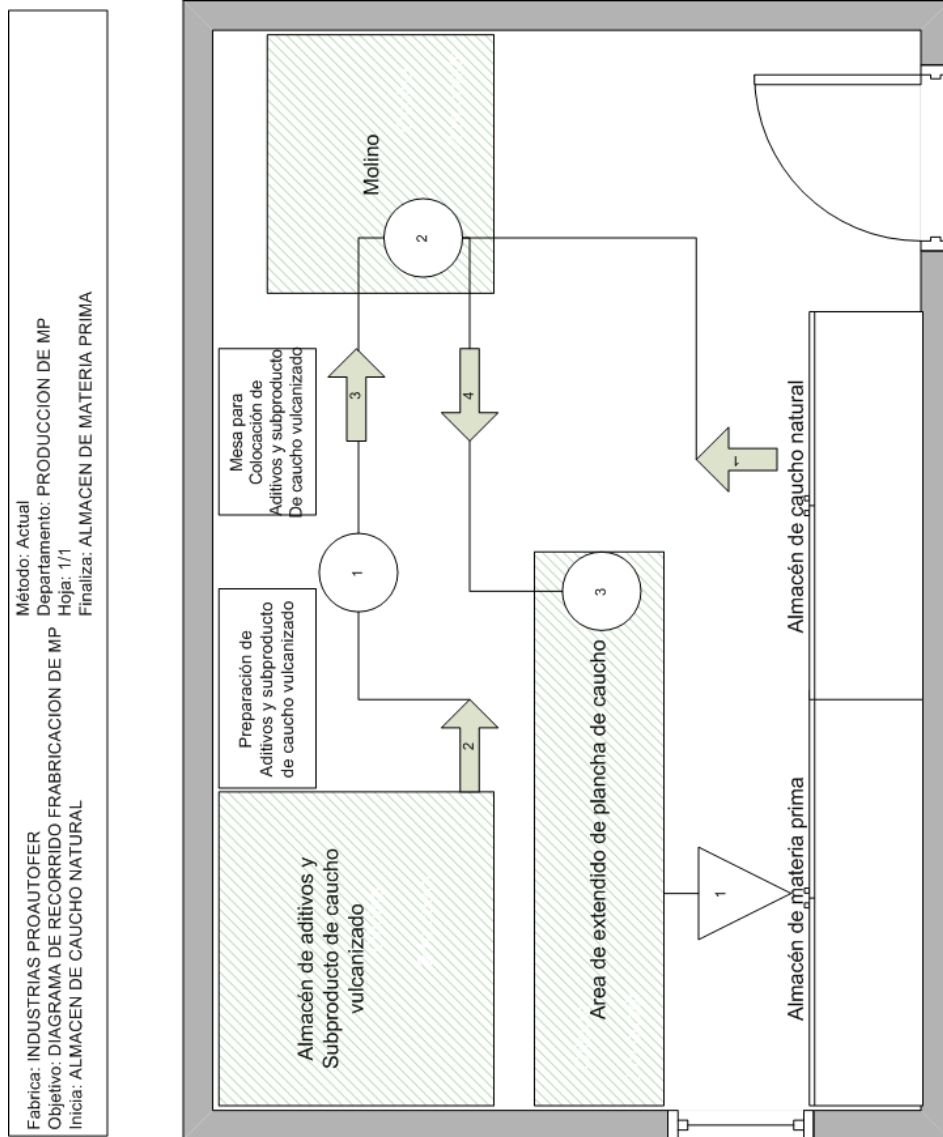
### **2.2.1.3. Diagrama de recorrido**

El diagrama de recorrido se utiliza para complementar el análisis del proceso, es un diagrama más o menos a escala, que muestra el lugar donde se efectúan actividades de producción y el trayecto seguido por los trabajadores, los materiales o el equipo. Se utilizan los mismos símbolos empleados en el diagrama de flujo del proceso.

En el diagrama de recorrido que se realizó en este estudio es el recorrido de la producción de la materia prima, esto aplica para todos los tipos y colores de caucho que fabrica Industrias Proautofer, las áreas descritas en este diagrama son: almacén de aditivos y subproducto de caucho vulcanizado, área de extendido de caucho, almacén de materia prima, almacén de caucho natural y molino.

A continuación se muestra el siguiente diagrama de recorrido que corresponde a la fabricación de materia prima, Industrias Proautofer.

Figura 26. Diagrama de recorrido



Fuente: elaboración propia.

### 2.3. Medición del desperdicio generado en el proceso

La medición realizada de caucho vulcanizado fue hecha en el área de maquinado y en el área de corte. En el área de maquinado el caucho medido es el que fluye por las orillas de los moldes calientes y es retirado con un desarmador plano ya que este mismo es usado para abrir el molde caliente cuando ha terminado el tiempo de vulcanización.

Figura 27. **Desarmador plano**



Fuente: [ferreteria-t.com/index.php?route=product/product&product\\_id=2693](http://ferreteria-t.com/index.php?route=product/product&product_id=2693). Consulta: marzo de 2014.

Posteriormente en el área de corte la medición que se realizó de caucho vulcanizado es el que es retirado de las orillas o cavidades al producto final, esta operación de recorte lo realizan personas utilizando tijeras pero no utilizan guantes que resistan el calor ya que cuando el producto llega al área de corte ya ha tenido un tiempo de enfriamiento.

Exceptuando algunos productos como por ejemplo los destapadores para sanitario, martillos de 1 libra y martillo de ½ libra que deben ser recortados en el área de maquinado ya que el tiempo de vulcanización es muy grande, por lo que al operario debe realizar esta otra operación para evitar tiempos muertos.

A continuación se muestra un gráfico del área de corte.

Figura 28. **Recorte de rebaba a sapo para sanitario**



Fuente: Industrias Proautofer.

### 2.3.1. **Área de maquinado**

Se realizaron mediciones del desperdicio generado en el área de prensado de Industrias Proautofer, en esta área de la empresa es donde se fabrican los empaques de caucho. Las mediciones realizadas fueron sobre el caucho sobrante que sale en las orillas de los moldes. El resultado de la medición de tres meses con frecuencia diaria da como resultado la siguiente tabla.

Tabla III. **Desperdicio de caucho, área de maquinado**

Desperdicio de caucho. Área de maquinado	
Mes	Kg
Marzo	29.2
Abril	24.0
Mayo	30.5

Fuente: elaboración propia.

En los resultados de la tabla anterior se obtuvo una media de 27,9 kg al mes eso significa un 2,20 % de caucho total utilizado, eso significa que se puede reutilizar ese 2,20 % de caucho y utilizarlo como aditivo en las mezclas para materia prima. Significa que al año se desechan 334,8 kg de caucho y haciendo una comparación con las llantas de vehículo, una llanta usada tiene un peso promedio de 9,5 kg y una llanta nueva 11,35 kg y con los 334,8 kg es un equivalente a 35 llantas usadas o 29 llantas nuevas al año.

Para esta comparación está asumiendo que toda la llanta es de caucho y no se está tomando en cuenta la cubierta de nylon, ni la capa de acero.

### **2.3.2. Área de corte**

Se realizaron mediciones del desperdicio generado equivalente a 3 meses con frecuencia diaria en el área de corte de Industrias Proautofer, en esta área de la empresa es donde se quita la rebaba del producto que proviene del área de prensado, el desperdicio es quitado manualmente.



Tabla IV. **Desperdicio de caucho, área de corte**

Desperdicio de caucho generado. Área de corte	
Mes	Kg
Marzo	70.0
Abril	66.4
Mayo	74.2

Fuente: elaboración propia

Los datos obtenidos dieron como resultado una media de 70,2 kg al mes, eso es un 5,54 % del caucho total utilizado. Son 842,4 kg al año y haciendo la misma comparación que en inciso anterior son 89 llantas usadas y 74 llantas nuevas desechadas al año.

Centrándose en el desperdicio total de caucho vulcanizado por las áreas de maquinado y el área de corte son 1 177,2 kg, equivalente a 124 llantas usadas y 104 llantas nuevas que son desechadas a la basura que van directo al relleno sanitario del país. Si se aplica producción más limpia este desecho pasaría a ser subproducto y se eliminaría este daño al medio ambiente.

#### **2.4. Costo aditivo**

Los costos de aditivos son variables dependiendo del tipo de caucho que se fabrique, proveedor y marca del aditivo. A continuación se incluye una tabla que describe los costos de los aditivos:

Tabla V. **Costo de aditivo por cada kg de caucho**

<b>Costo de aditivo por cada kg de caucho</b>										
Proveedor	Marca	Pique	Venado dureza 70	Venado dureza 75	Azul	Rojo	Amarillo	Blanco	Walaby	Esponja
1	1	Q10.00	Q13.00	Q15.00	Q18.50	Q18.50	Q18.50	Q19.75	Q12.50	Q21.00
	2	Q11.00	Q10.00	Q14.50	Q17.00	Q17.00	Q17.00	Q18.50	Q11.00	Q20.75
2	1	Q10.50	Q12.75	Q15.00	Q18.75	Q18.75	Q18.75	Q19.75	Q12.50	Q20.00
	2	Q11.00	Q10.50	Q14.00	Q17.00	Q17.00	Q17.00	Q18.75	Q12.00	Q20.50

Fuente: Industrias Proautofer.

## 2.5. Costo kg de materia prima

Los costos de materia prima dependen del costo del aditivo que necesite y el costo de la proporción de caucho natural que precise la mezcla, a continuación se describirá cada mezcla de caucho.

### 2.5.1. Pique

El costo de la mezcla de caucho llamada pique tiene un precio de Q23,00 por kg. El precio está calculado con los costos más altos de aditivos. Esta mezcla de caucho se realiza para productos como conteras para mesa de diferentes medidas, conteras de silla diferentes medidas, destapadores para sanitario, etc.

### 2.5.2. Venado dureza 70

La mezcla venado dureza 70 tiene un costo de Q28,00 por kg el cual depende de los costos del aditivo que necesite y la proporción de caucho

natural. Esta mezcla es utilizada para los productos como: contera para muleta, contera para bastón, etc.

### **2.5.3. Venado dureza 75**

La mezcla venado 75 tiene un costo de Q29,00 por kg el cual depende de los costos del aditivo que necesite y la proporción de caucho natural. Esta mezcla de caucho es utilizada para productos como tacos para mesa, tacos para silla y conteras de muleta.

### **2.5.4. Caucho de colores**

Las mezclas de caucho azul, rojo y amarillo tiene el mismo precio ya que los aditivos tienen similar precio y llevan la misma proporción de caucho natural, excepto el caucho color blanco que el aditivo tiene un costo elevado a comparación de los anteriores.

#### **2.5.4.1. Azul**

El precio del caucho color azul es de Q35,00 por kg y es utilizado para realizar el masillador, sapo para sanitario, contera de muleta y contera de bastón. Este material tiene un costo más elevado por el colorante que lleva la mezcla de la materia prima y también conlleva un más trabajo ya que debe dejar de fabricar materia prima color negro aproximadamente por un día para limpiar la maquinaria, las herramientas y el lugar de fabricación.

#### **2.5.4.2. Rojo**

El precio del caucho color rojo es de Q35,00 por kg y es utilizado para realizar el masillador, sapo para sanitario, contera para muleta y contera para bastón, algunas veces también destapador para sanitario aunque cabe destacar que por ser un material de alto costo no es vendible, el destapador para sanitario así que lo prefieren en color negro.

#### **2.5.4.3. Amarillo**

El precio del caucho color amarillo es de Q35,00 por kg y es utilizado para realizar el masillador, sapo para sanitario, contera para muleta y contera para bastón. Casi nunca se fabrican productos con caucho amarillo ya que en el mercado no son demandados productos en color amarillo, al referirse a productos ferreteros, productos automotrices, productos agropecuarios y productos médicos.

#### **2.5.4.4. Blanco**

El precio para el caucho color blanco es de Q37,00 por kg, este caucho es utilizado para la fabricación de contera para muleta, contera para bastón y algunas veces para junta AN-8. Este material es muy caro y muy difícil de trabajar por lo que Industrias Proautofer pocas veces lo fabrica.

#### **2.5.5. Walaby**

El precio para el caucho llamado Walaby es de Q30,00 por kg, es utilizado para la fabricación de martillo de ½ libra, martillo de 1 libra y destapador de baño.

Dependiendo de la dureza que el cliente desee los productos ferreteros así es utilizado este material para su fabricación.

#### **2.5.6. Caucho de esponja**

El precio para el caucho llamado esponja es de Q43,00 por kg, es el caucho de mayor precio ya que el aditivo es el de mayor costo que el de todos los anteriores, este caucho es utilizado para la fabricación de esponja para sanitario y almohadilla para muleta. Lo que hace que este material sea de alto costo es por el químico que proporciona la esponjación y suavidad al producto final.

### **3. PROPUESTA PARA REUTILIZACIÓN DE MATERIA PRIMA DE CAUCHO VULCANIZADO**

#### **3.1. Uso de la materia prima**

La materia prima es utilizada en diferentes líneas de productos como por ejemplo: ferretería, productos para la bipedestación, productos para vehículo, y productos para olla de presión.

##### **3.1.1. Procedimiento de entrada**

Los procedimientos para entrada de caucho natural a bodega se realizarán de acuerdo al procedimiento establecido y se deberá mejorar y tener documentado el proceso para propiciar un adecuado control de inventarios.

Su propósito es establecer, ejecutar y documentar el procedimiento de entrada de caucho natural a bodega, manteniendo prácticas que garanticen el buen resguardo de los mismos, verificando que la calidad y cantidad sea correctas.

Tabla VI. **Procedimiento de entrada**

No. DE ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	RESPONSABLE
1	Se inicia cuando el transportista se presenta a la rampa y al encargado de bodega se le informa de la llegada de caucho natural.	Encargado de rampa
2	El transportista entrega los documentos necesarios para la solicitud de la materia prima.	Transportista y encargado de bodega
3	Se coordina a los colaboradores para realizar la descarga de las pacas de caucho natural.	Encargado de la rampa y/o transportista
4	Se verifica cada paca de caucho natural que se está descargando. Cada paca deberá pesar 40 kg, de lo contrario se le debe agregar o quitar producto.	Encargado de bodega
5	Ingresar al sistema de control de inventarios, para que quede documentada y firmada por la persona responsable de este procedimiento.	Encargado de bodega

Fuente: elaboración propia.

### 3.1.2. **Procedimiento de salida**

Es toda salida de materia prima semi procesada o semi vulcanizada que se realiza en la bodega, de acuerdo con lo solicitado en el área de maquinado así como también a clientes externos.

Su propósito es establecer, ejecutar y documentar el procedimiento de despacho de producto en bodega de materia prima, manteniendo buenas prácticas que garanticen que los pedidos de los rollos de caucho despachados, cumplan con los requisitos de calidad y cantidad requeridos por la planta de producto terminado y el cliente externo.

Tabla VII. **Procedimiento de salida**

No.	DESCRIPCIÓN		RESPONSABLE
	Cliente externo	Planta de producto final	
1	Recepción de solicitud de despacho por parte del Departamento de Ventas.	Recepción de solicitud de despacho por parte de bodega.	Ejecutivo de ventas/ Encargado de bodega
2	Envío de la solicitud de despacho por parte del Departamento de Ventas hacia bodega.	Revisión de existencia de materia prima. Si hace falta se debe solicitar a producción (molino).	Ejecutivo de ventas / Encargado de bodega
3	Revisión de existencia de materia prima, si no existe se debe solicitar a producción (molino).	Asignar a un colaborador para que prepare y entregue la cantidad de materia prima solicitada.	Encargado de bodega
4	Asignar transporte para la entrega de pedido, según la cantidad a enviar y la ubicación del cliente.	Operación de salida en el sistema de control de inventarios.	Encargado de bodega
5	Operación de salida en el sistema de control de inventarios.	Egreso del colaborador para la entrega del materia prima.	Encargado de bodega/ Colaborador
6	Egreso de transporte de la rampa.		Transportista

Fuente: elaboración propia.

### 3.2. **Proceso de la materia prima**

La propuesta del nuevo proceso de materia prima se realiza considerando el alto precio de los aditivos y caucho natural, lo que se propone es reducir la cantidad de caucho natural y sustituirlo por el subproducto del caucho vulcanizado, manteniendo la calidad de los productos y aprovechando los desperdicios del producto final.



### **3.2.1. Diagramas**

Se utilizaron los diagramas de operación, flujo y recorrido para mostrar el nuevo proceso de fabricación de materia prima de los productos de mayor demanda. (Cap. 2)

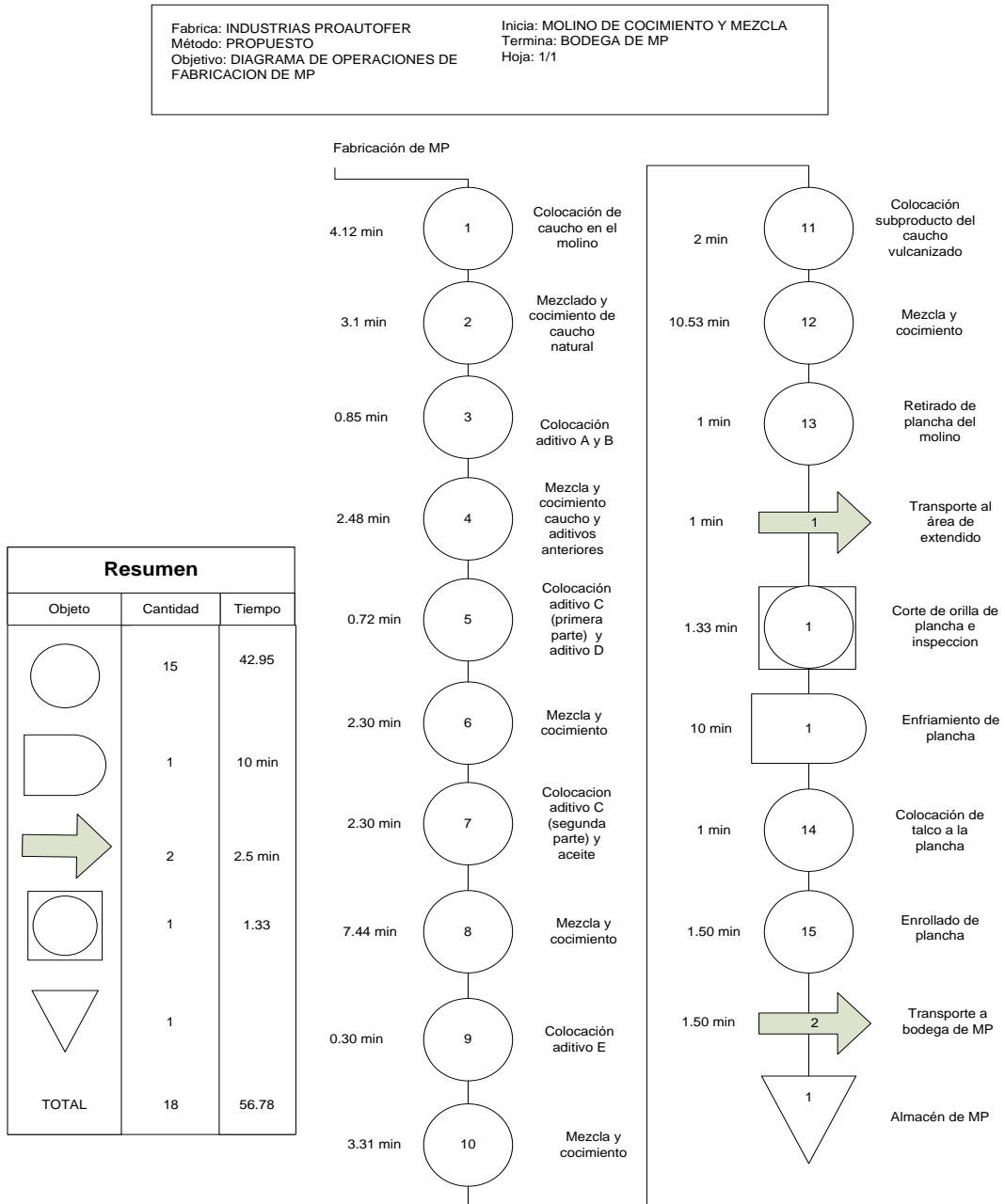
#### **3.2.1.1. Diagrama de operaciones**

La representación gráfica que se realizó del método actual con el cual se trabaja, se estudió los puntos donde existe manipulación de materiales y con ayuda del supervisor de materia prima, se logró determinar el punto de operación donde no se alteraría la composición de la materia prima agregando el subproducto de caucho vulcanizado.

En el nuevo diagrama de operaciones propuesto se agrega una operación, pero no se altera el tiempo de vulcanización y mezcla, ya que al faltar aproximadamente 12,53 min para que termine el proceso de la materia prima se agrega el subproducto de caucho vulcanizado.

A continuación se ejemplifica la descripción del proceso propuesto a través del siguiente diagrama.

Figura 29. Diagrama de operación propuesto para la producción de mp



Fuente: Industrias Proautofer.

### **3.2.1.2. Diagrama de flujo**

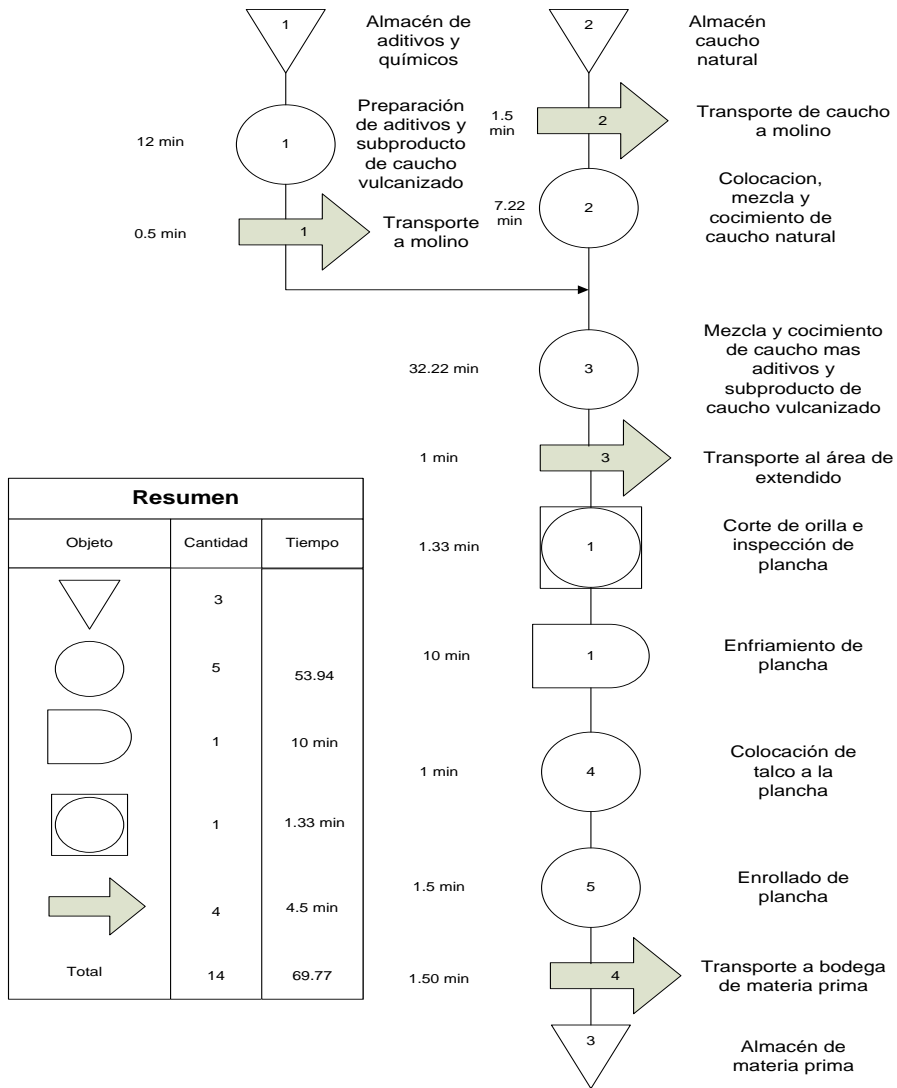
A través de la representación gráfica realizada anteriormente (cap. 2) que es el método actual, se visualizó la secuencia de todas las operaciones, transportes, esperas y almacenamiento que ocurrieron durante el proceso de fabricación de materia prima llamada pique, y en el nuevo diagrama de flujo de operaciones propuesto solo se agregaron 4 minutos para la preparación del subproducto de caucho vulcanizado.

Esta preparación se realizará junto con la preparación de aditivos ya que no se realizaron cambios en el tiempo de vulcanización y mezcla de materiales y las demás operaciones siguen igual que en diagrama de flujo actual.

Uno de los objetivos principales de el diagrama de flujo es mejorar la distribución de los locales y el manejo de materiales, pero en este caso no se realizó ninguna mejora en cuanto al local, ya que la base de producción es el molino y este no se puede mover de lugar ya que esta adherido al suelo. Otra razón es que el lugar donde se encuentran instalados es muy pequeño.

Figura 30. Diagrama de flujo de operaciones propuesto de producción de mp

Fabrica: INDUSTRIAS PROAUTOFER	Inicia: ALMACEN DE ADITIVOS Y QUIMICOS Y ALMACEN DE CAUCHO NATURAL	Hoja: 1/1
Método: PROPUESTO	Termina: ALMACEN DE DE MP	
Objetivo: DIAGRAMA DE FLUJO OPERACIONES MP		

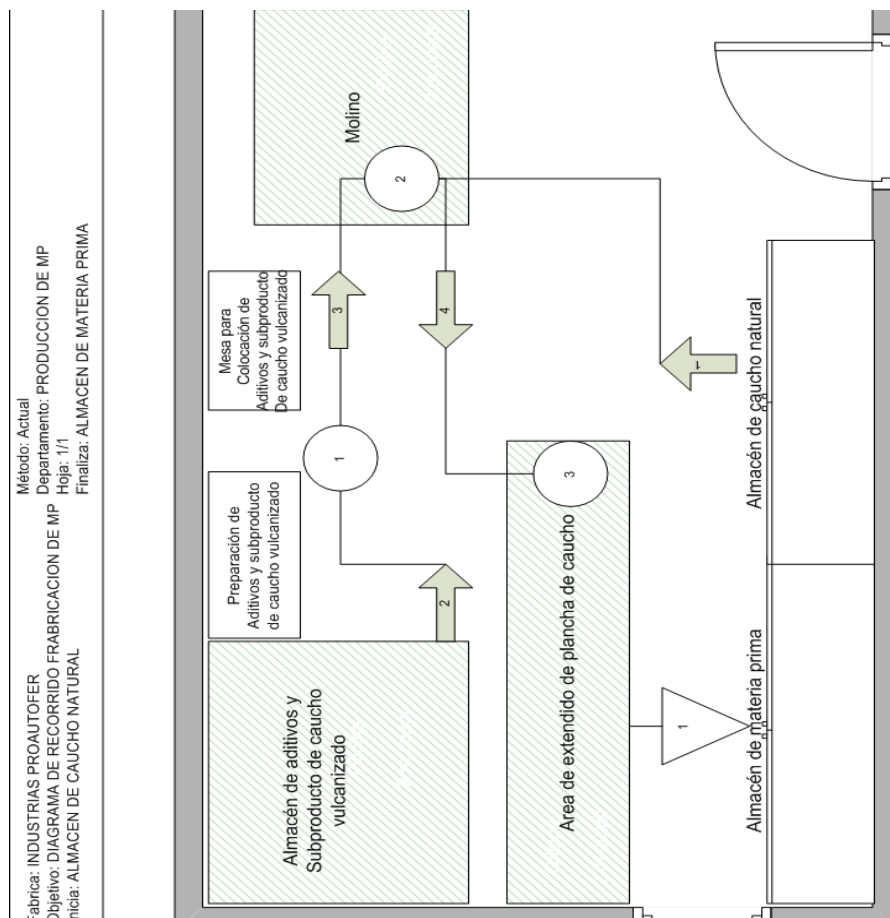


Fuente: Industrias Proautofer.

### 3.2.1.3. Diagrama de recorrido

Llamado también diagrama de circulación, en este diagrama no se realizó ningún cambio ya que el recorrido sigue siendo el mismo para todos los tipos y colores de materia prima, ya que solo existe cambio en el tiempo operación de la mezcla de aditivos y químicos. El almacenamiento de subproducto de caucho vulcanizado será junto con los aditivos y químicos.

Figura 31. Diagrama de recorrido de producción mp propuesto



Fuente: Industrias Proautofer.

### 3.3. Cantidad de desperdicio a utilizar

La cantidad de caucho a utilizar para la fabricación de materia prima se ha determinado tomando en cuenta lo siguiente: mantener la calidad del producto final, que las propiedades mecánicas sean adecuadas para el correcto funcionamiento del producto final y que el precio de la materia prima para el cliente externo e interno sean competitivos. La cantidad que se presenta a continuación es el 40 % de 1266,66 kg que se consume mensualmente.

Tabla VIII. **Cantidad de desperdicio a utilizar en kg**

Mensual	Anual
<b>506,66</b>	<b>6 079,97</b>

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Políticas reutilización del desperdicio

Para la fabricación de materia prima es de suma importancia las condiciones de selección del subproducto para obtener buena calidad y mezcla homogénea, además para obtener una superficie de acabado uniforme, libre de imperfecciones en su exterior e interior que puedan afectar su funcionamiento tales como: ruptura, fisura, deformación, burbujas, orificios, partes quebradizas y desmoronamientos en el producto final. Por lo que se proporciona una serie de reglas a tomar en cuenta para la selección del subproducto a utilizar:

- La empresa cumplirá con los estándares de calidad.
- Todos los integrantes de la empresa deben colaborar para implementar la producción más limpia.
- Todos los colaboradores deben cumplir con el tiempo de capacitación.

- Ningún colaborador mezclará los desperdicios de caucho con cualquier otro desperdicio (plástico, botellas, metales, textiles etc).
- La empresa se compromete a no poner en riesgo las especificaciones del producto acordado con el cliente.

Tabla IX. **Especificaciones de reutilización**

Aceptable	No aceptable
Buena apariencia	Quebradizo
Grano pequeño	Mezclado con otro tipo de desperdicios (plásticos, metales, textiles, basura orgánica etc.)
	Agrietado
	Pegajoso
	Mezclado con partículas de polvo

Fuente: Industrias Proautofer.

### **3.5. Capacitación a supervisor de producción mp, supervisor de línea de productos y supervisor de corte y empaque**

El recurso más importante en la empresa lo forma el personal implicado en las actividades laborales directas o indirectas, en las cuales el rendimiento de los individuos influye directamente en la calidad y optimización de la producción y servicio de la empresa.

Los supervisores de área deben estar debidamente capacitados para solucionar cualquier inconveniente que se presente, porque para la toma de decisiones, el personal de producción depende de los supervisores.

Capacitación: es un proceso educacional de carácter estratégico aplicado de manera organizada, mediante el cual, el personal adquiere y desarrolla

conocimientos, habilidades específicas a su puesto de trabajo. Entrenamiento que le exigirá la adquisición de una destreza específica.

### **3.5.1. Estrategias a emplear para la capacitación**

- Detectar necesidades de capacitación DNC
- Elaborar un listado de DNC
- De acuerdo al presupuesto de gastos asignados, programar la DNC

En forma conjunta con la Gerencia se elaboró un cronograma para dar a conocer a los supervisores de cada área, el plan de capacitación a lo largo de ocho meses, las actividades serán las siguientes:

- El plan de desarrollo es obligatorio para todo el personal y será tomado en cuenta para aumentos salariales correspondientes al puesto.
- Todos los supervisores deberán cumplir con la capacitación programada.
- Al finalizar la capacitación se sugiere promover que cada supervisor de área sea evaluado en su desempeño, ya que de ellos dependerá el buen uso de la materia prima, maquinaria y dirección del personal.
- La capacitación será integral y formará parte de la inducción para el nuevo personal.

La persona responsable de la capacitación es el gerente de producción ya que esta persona recibirá al menos un curso de producción más limpia y se le proporcionarán tres guías elaboradas por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia, estas guías son: recomendaciones para la reducción de residuos, manual CGLP introducción a los conceptos y prácticas de P+L y guía de reúso de llantas en municipalidades, ya que no hay una guía específica



para este tipo de residuos, las tres guías antes mencionadas son las que más se le acercan.

Tabla X. **Plan de capacitación**

Objetivo	Meta	Actividades	Responsable	Cronograma			
				Febrero 2014			
				1	8	15	22
Proporcionar orientación e información acerca de las reglas básicas de producción más limpia.	Que todos los ingenieros supervisores e ingeniero de planta de Industrias Proautofer puedan	Impartir conferencia acerca de los conceptos básicos de producción más limpia.	Gerente de producción				
Proveer conocimientos y desarrollar habilidades para llevar a cabo el plan de manejo y disposición final de desechos aplicando producción más limpia	aplicar las reglas básicas de producción más limpia, realizar un buen manejo de desechos y poder instruir al operario	Dar una charla acerca de reducción de residuos.  Efectuar práctica, utilizando métodos de casos específicos al puesto.					
Apoyar la continuidad y desarrollo de producción más limpia.		Análisis de casos utilizando diagramas de Ishikawa y Pareto					

Fuente: elaboración propia.

### **3.5.2. Recursos**

- Humanos: conformado por los colaboradores y supervisores de área y la persona que impartirá la capacitación al personal.
- Materiales: está conformado por cañonera, computadora, pizarra, marcadores, equipo multimedia, carpetas y mesas de trabajo. En esta capacitación se les incluirá documentos de apoyo y material para anotar los aspectos más importantes de la capacitación.

### **3.5.3. Financiamiento**

La parte de financiamiento para realizar las capacitaciones a los supervisores será absorbida por Gerencia, la persona que dará la capacitación al ingeniero de planta y a los supervisores de área será el gerente de producción, ya que este recibirá un curso en el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y los costos de los cursos oscila entre Q600,00 y Q1000,00. Por ser un tema no tan complejo se tomó la decisión de enviar a capacitar a una persona del equipo ya que un capacitado del Centro Guatemalteco de Producción más Limpia tiene un costo aproximado de Q5 000,00.

Algunos de los elementos que se utilizarán para el plan de capacitación serán los siguientes:

Tabla XI. **Elementos necesarios para impartir capacitación**

Descripción	Unidad	Cantidad	Costo unitario (Q)	Costo total (Q)
Capacitador				1 000
Cuaderno tipo universitario	Unidad	5	8,50	42,50
Lapiceros	Unidades	10	1,00	10,00
Marcadores de pizarra	Unidades	8	6,00	48,00
Refrigerio	Unidades	5	25,00	125,00
Total				1 225,50

Fuente: elaboración propia.

### **3.6. Capacitación de personal área de producción**

El personal que está directamente relacionado con la fabricación del producto, debe estar informado de cada una de las especificaciones del producto, para que no existan errores al momento de producir, se recomienda que las especificaciones que se brinden al personal sean amigables, como graficas o compartir experiencia, porque la mayoría del personal carece de educación a nivel superior y le es difícil comprender manuales que no contengan gráficos.

En las capacitaciones impartidas al personal de producción de materia prima se debe dar las cantidades exactas a mezclar, la forma de utilización de los recipientes así como también el correcto almacenamiento de los aditivos. La capacitación se dará al personal durante un mes los días sábados durante una hora. No habrá costos ya que la persona que está a cargo de los talleres y capacitaciones serán los supervisores de área, en cuanto al tiempo no habrá pérdida ya que se aprovechará la hora en que la maquinaria se tarda en encender y llegar a su temperatura de calentamiento ideal para trabajar.

Tabla XII. **Plan de capacitación operarios producción materia prima y línea de productos**

Objetivos	Meta	Actividades	Responsable	Cronograma			
				Marzo 2014			
				08	15	22	29
Preparar al personal para la ejecución eficiente del plan de manejo y disposición final de desechos.	Que todos los colaboradores estén preparados para dar inicio al plan de manejo y disposición final de desechos.	Realizar talleres sobre la reducción de residuos.  Prueba piloto	Supervisor de producción materia prima y supervisor producción línea de productos.				

Fuente: elaboración propia.

### 3.7. Capacitación de personal área de corte

La capacitación del área de corte será enfocada a la tarea más importante que es: reciclar la rebaba del material que recortan, esta capacitación deberá ser con una presentación que contenga en su gran mayoría gráficos de cómo realizar esta labor en el área.

Durante la primera hora del día sábado no hay producto para recortar ya que en el área de presando se lleva una hora en calentar la máquina y el molde y empiezan a producir más o menos en hora y veinte minutos por lo que se aprovechará esta hora y veinte minutos para impartir la capacitación. No habrá costos para esta capacitación ya que la estará impartiendo el supervisor de área.

Tabla XIII. **Plan de capacitación personal área de corte**

Objetivos	Meta	Actividades	Responsable	Cronograma			
				Marzo 2014			
Preparar al personal para la ejecución eficiente del plan de manejo y disposición final de desechos.	Que todos los colaboradores estén preparados para dar inicio al plan de manejo y disposición final de desechos.	Realizar talleres sobre la reducción de residuos.  Demostración del plan de reciclaje  Prueba piloto	Supervisor de corte y empaque.	08	15	22	29

Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Costo materia prima

Los costos de materia prima son elevados a causa de los aditivos que se mezclan con caucho natural, lo que se busca es reducir estos costos ya que mensualmente tienen un costo de Q793,00 por 480 kg de desperdicio de polvo de hule vulcanizado.

#### 3.8.1. Pique

La materia prima de mayor consumo es el pique que tiene un precio de Q23,00 por kg. El precio está calculado con los costos más altos de aditivos. Lo que se requiere es bajar el costo de materia prima ya que tiene un consumo por plancha de 4 kg de polvo de caucho vulcanizado, y con la recolección de caucho vulcanizado se disminuiría el consumo mensual y por lo tanto se disminuirían los costos de materia prima.

### 3.9. Análisis financiero

El análisis financiero es una herramienta que permite tomar decisiones de que tan rentable es la inversión que se está realizando, para este análisis se realizó el cálculo de VPN, TIR y B/C.

#### 3.9.1. VPN

Se realizó un análisis del flujo de efectivo proyectados de cinco años tomando como base los porcentajes de: tasa libre de riesgo 5,25 %, inflación 4,42 % y estimación de riesgo 12 % dando un total de 21,67 %, con base en el porcentaje anterior se interpolaron los factores de interés compuesto para determinar el valor presente neto, en la siguiente tabla se muestran los resultados de los cálculos de VPN:

Tabla XIV. Cálculo de VPN

Año	Flujo neto	Factores de interés compuesto	Flujo operativo analizado
1	Q14 826,75	0,8219	Q12 186,11
2	Q14 173,60	0,6756	Q9 575,68
3	Q19 078,50	0,553	Q10 550,41
4	Q11 617,00	0,4564	Q5 302,00
5	Q13 593,50	0,3753	Q5 101,64
		Total	Q42 715,84
		Inversión	Q2 127,50
		VPN	Q40 588,34

Fuente: elaboración propia.

El resultado de la tabla anterior da VPN mayor que 0 por lo que esta opción se considera rentable y que inclusive podría incrementarse la utilidad de la empresa.

### 3.9.2. TIR

La tasa de retorno calculada se basó en el VPN del anterior inciso y se realizó otro cálculo de VPN, con el máximo valor de interés que se encuentra en las tablas que es del 50 %, en la siguiente tabla se muestra el VPN con 50 % de interés:

Tabla XV. **Calculo de VPN con 50 % de interés**

Año	Flujo neto	Factores de interés compuesto 50 %	Flujo operativo analizado
1	Q14 826,75	0,6667	Q9 884,99
2	Q14 173,60	0,4444	Q6 298,75
3	Q19 078,50	0,2963	Q5 652,96
4	Q11 617,00	0,1975	Q2 294,36
5	Q13 593,50	0,1317	Q1 790,26
		Total	Q25 921,32
		Inversión	Q2 127,50
		VPN	Q23 793,82

Fuente: elaboración propia.

Los VPN utilizados para encontrar la TIR son de Q40 588,34 y VPN de Q23 793,82 con intereses de 21,67 %, 50 % por lo que la VPN es igual a 0 con

una tasa interna de retorno igual a 27,52 %, por lo que se puede decir que la tasa máxima de utilidad que puede pagarse es de 27,52 %.

### 3.9.3. Tasa B/C

Se utilizó la relación de beneficio costo para determinar la eficiencia con que se utilizan los recursos, y determinar la rentabilidad del proyecto en la siguiente tabla se muestra el resultado.

Tabla XVI. **Cálculo de beneficio costo**

Calculo de B/C	
Ingresos	Q40 588,34
Egresos	Q2 127,50
B/C	19,07795057

Fuente: elaboración propia.

El resultado de beneficio costo dio como resultado mayor a 1, lo que significa que el proyecto es aconsejable para Industrias Proautofer.

### 3.9.4. Proyección de costo y ahorro por implementación del sistema de gestión de residuos

Mensualmente se consume 1 266,66 kg de caucho del cual el 7,74 % es rebaba ósea subproducto de caucho vulcanizado, con base en estos datos se realizó una proyección para 5 años para poder visualizar los ahorros y costos



por implementar el sistema de gestión de residuos. En la siguiente tabla se muestra la proyección.

**Tabla XVII. Proyección de costos y ahorros por implementación de sistema de residuos**

Tiempo (año)	Caucho total utilizado	Desperdicio utilizado al mes (kg) 40% de mezcla	Desperdicio generado (kg) 7,75%	Costo total kg de desperdicio utilizado	Valor desperdicio generado Q	Costo capacitación al año	Ahorro por implementación sistema de gestión producción más limpia
1	15 199,92	6 079,96	1 176,47	Q10 031,95	Q1 941,18	Q1 225,50	Q715,68
2	30 399,84	12 159,93	2 352,95	Q20 063,89	Q3 882,36	Q225,50	Q3 656,86
3	45 599,76	18 239,90	3 529,42	Q30 095,84	Q5 823,55	Q225,50	Q5 598,05
4	60 799,68	24 319,87	4 705,89	Q40 127,79	Q7 764,73	Q225,50	Q7 539,23
5	75 999,60	30 399,84	5 882,36	Q50 159,74	Q9 705,91	Q225,50	Q9 480,41

Fuente: elaboración propia.

## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Sensibilización del buen uso de la materia prima**

Cada uno de los aditivos utilizados en la fabricación de la materia prima son de gran importancia y el desperdicio de estos representa el dinero perdido para la empresa.

El objetivo de la sensibilización del buen uso de la materia prima es para que el personal pueda comprender la importancia y apreciar el valor de lo que representa su trabajo bien hecho.

#### **4.1.1. Plática personal involucrada**

El mantener un seguimiento en las actividades de fabricación facilita las soluciones a los inconvenientes que puedan surgir en el área de producción, esto propicia el mantener un plan de acción o estrategia día con día y para esto se necesita de varias actividades:

- Reuniones mensuales: donde se revisarán cada uno de los indicadores establecidos para el control de calidad de materia prima, así como del producto final. Los indicadores que deben revisarse en cuanto a materia prima y producto final se muestran en la tabla siguiente.
- Creación de grupos de trabajo participativo, los cuales tendrán como objetivo el indicar las dificultades en el proceso de producción y proponer posibles soluciones.

Tabla XVIII. **Indicadores de control de calidad**

Indicadores de calidad	
Materia prima	Producto final
El largo de plancha debe estar en un margen de 2 mts a 2,5 mts	Debe estar completamente limpio de rebabas.
La plancha debe estar enrollada cuando ya esté a temperatura ambiente.	Debe lucir brillante no (No importa el color en que esté fabricado).
Las planchas de caucho enrolladas deben estar sin ningún grumo en la orilla.	Debe estar libre de orificios, marcas, quebraduras y rajaduras en todo su entorno.
El caucho que NO sea de color negro debe estar libre de marcas que no sea de su propio color.	Verificación de dureza <i>shore</i> (depende que dureza haya sido solicitado el producto).
	El producto que NO sea de color negro no debe llevar ralladuras ni marcas de otro color que no sea de su propio color.

Fuente: Industrias Proautofer.

Figura 32. **Comparación de una plancha sin grumos y una con grumos**



Fuente: Industrias Proautofer.

## **4.2. Información personal de producción**

Es importante la información a todo el personal involucrado en el manejo de la materia prima, ya que si no están bien informados pueden propiciar desperdicios de tiempo, materiales y afectar a los clientes externos. Se dará la información básica acerca de los cambios en el proceso de producción de la materia prima.

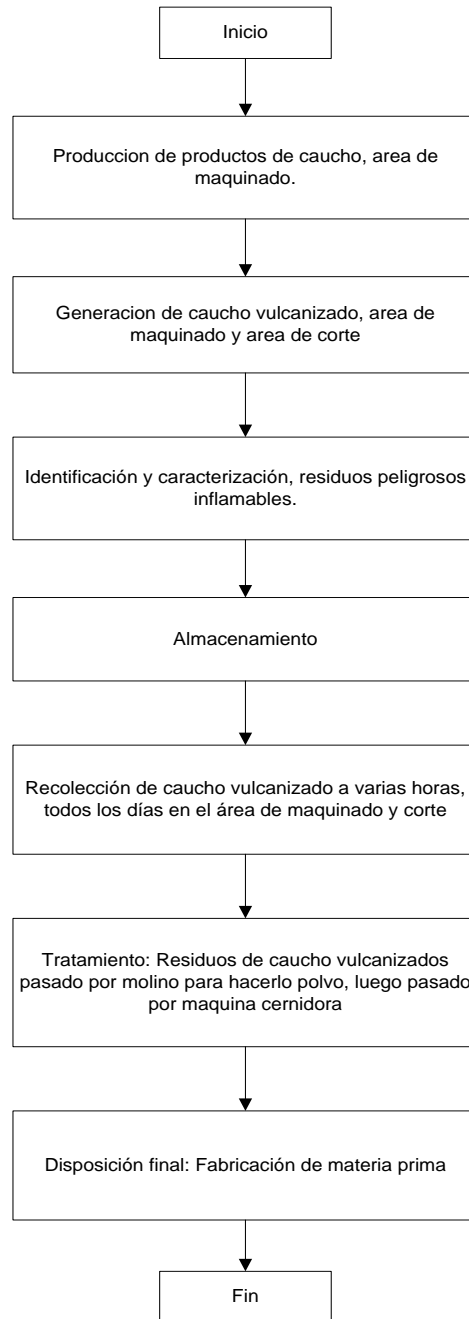
### **4.2.1. Procedimientos**

La minimización de residuos en origen significa menos contaminación y más beneficios, implementar producción más limpia es una oportunidad a obtener más beneficios y también significa ahorrar en materias primas. Muchas medidas de producción más limpia se pueden implementar rápidamente, sin necesidad de invertir una gran cantidad de dinero, por lo que uno de los procedimientos importantes que debe conocer el colaborador es el de sistema de gestión de residuos para el caucho vulcanizado.

No existe un manual específico para este tipo de desecho como existe para otros tipos de desechos, el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia ha realizado un manual de con 200 recomendaciones para reducción de residuos muchas de estas recomendaciones se aplican a este residuo, también se puede aplicar muchas recomendaciones de la guía de reuso de llantas para municipalidades.

A continuación se da el diagrama de bloques del sistema de gestión de residuos para el caucho vulcanizado.

Figura 33. **Diagrama de bloques sistema de gestión de residuos para el caucho vulcanizado**



Fuente: elaboración propia.

#### 4.2.2. Políticas

Las políticas de la industria en cuanto los nuevos procesos son las siguientes:

Tabla XIX. **Políticas para nuevos procesos**

Políticas
Todo el personal debe portar su equipo de seguridad especialmente cuando lo requiera la operación que tenga que realizar.
Todo el personal debe cumplir con las capacitaciones y/o talleres que se le asignen.
El plan de desarrollo es obligatorio para todo el personal y será tomado en cuenta para ascensos y aumentos salariales correspondientes al puesto.
Al finalizar la capacitación será evaluado cada colaborador en su desempeño.
El personal de nuevo ingreso debe cumplir con las capacitaciones y/o talleres que requiera el puesto.
Cada uno de los colaboradores está obligado a conocer todo el proceso de recolección y el fin de éste.

Fuente: elaboración propia.

#### 4.3. Manual de procedimientos

En los siguientes incisos se dará a conocer los procedimientos necesarios para realizar los procedimientos correctos en cuanto a seguridad industrial, utilización de la maquinaria y operaciones a realizar.

### 4.3.1. Operarios

Se necesitan dos operadores para realizar la fabricación de materia prima ya que para sacar la plancha del molino, es necesario sacarla extendida por motivos de temperatura y colocarla en el suelo completamente extendida.

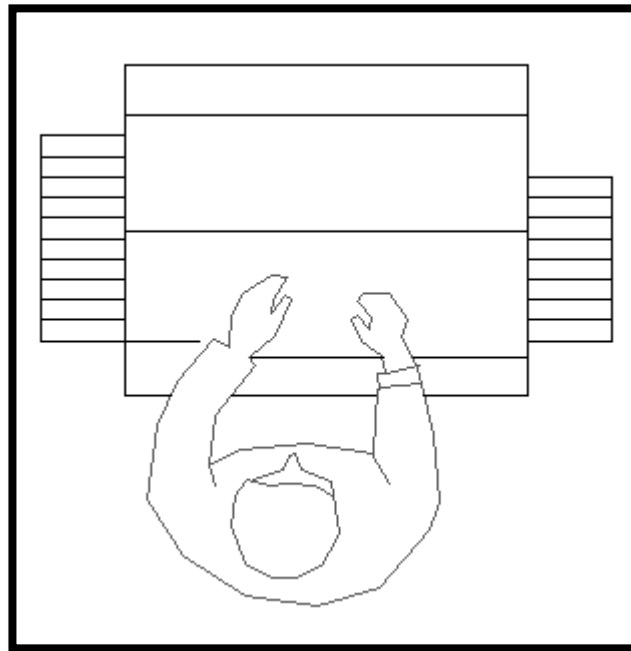
Actualmente por la baja producción de materia prima, al momento solo se utiliza un operador que produce 6 planchas de caucho al día, por lo que el mismo operador prepara los aditivos y realiza las operaciones de mezclado en el molino y el operador avisa cuando saldrá una plancha del molino, para que otro operador que está realizando otra actividad le ayude.

El operador debe tomar en cuenta los siguientes puntos:

- Usar el equipo de protección que incluye: protección respiratoria, lentes de protección industrial, guantes de látex y gabacha para protegerse de la preparación de los aditivos a mezclar en el molino.
- Llevar la lista de chequeo para los materiales que necesita para la preparación de aditivos.
- Encender el molino (máquina) previamente para que inicie su calentamiento.
- Preparar los materiales.
- Regresar al almacén los aditivos sobrantes.
- Quitarse los guantes de látex y colocarse los guantes de protección de temperaturas altas.
- Inicia el proceso de fabricación.
- Ya terminado el proceso de fabricación y enfriamiento de la plancha de caucho debe enrollar y llevar al almacén de materia prima.

La posición del operario frente al molino se muestra en la siguiente imagen.

Figura 34. **Posición correcta del operador frente al molino**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.3.2. Máquinas**

Actualmente no existen instructivos de uso del equipo, ya que la maquinaria es antigua y algunas rediseñadas (modificadas), el único parámetro de control que se utiliza es el termoswitch digital, que al iniciar el calentamiento se le puede programar la temperatura adecuada al tipo de producto que se fabricará.



#### **4.4. Suministrar documentación**

El flujo de datos de producción por medio de documentos es de gran importancia ya que a través de este se reúne información que servirá para mejorar el control de procesos, por lo que se les proporciona formatos para registrar la cantidad de subproducto vulcanizado en el área de producción y corte.

##### **4.4.1. Reporte de desperdicio que genera**

El reporte de desperdicio en cada área será necesario para el control de almacenamiento, porcentaje de utilización de caucho diario, porcentaje de caucho en desecho y total kg al mes.

Es necesario tener información diaria, ya que se puede controlar cuanto caucho está siendo utilizado, ya que al encontrar alguna cifra muy alta puede ser un indicador de problemas en el proceso.

##### **4.4.1.1. Área de producción**

Al final del día, los operarios deben reunir el caucho saliente de los moldes, empaques con falla y rebaba de algún producto que recortaron y pesarlo para reportarlo en el formato que se les proporciona cada mes pero se recogerá diariamente al operario y se devolverá al día siguiente.

El reporte de desperdicio del área de producción y/o maquinado se realizará con el siguiente formato:

Tabla XX. **Formato para reporte de desperdicio área de maquinado**

Reporte de desperdicio área de producción y/o maquinado							
Mes:				Responsable:			
Medida en: kg LB							Total Semana
Semana 1	L	M	M	J	V	S	
Semana 2	L	M	M	J	V	S	
Semana 3	L	M	M	J	V	S	
Semana 4	L	M	M	J	V	S	
Total mes							
Observaciones:							
				Firma			

Fuente: elaboración propia.

#### 4.4.1.2. Área de corte

De los dos reportes, este tiene mayor importancia ya que es el área donde se produce más rebaba de caucho vulcanizado, y necesario para tener el dato de cuánto debe almacenarse diariamente, porcentaje de caucho utilizado a diario, el reporte debe llenarse y entregarse diariamente al supervisor del área de corte y empaque.

El reporte de desperdicio para el área de corte se realizará con el siguiente formato:

Tabla XXI. **Formato para reporte de desperdicio**

<b>Reporte de desperdicio área de corte</b>							
Mes:			Responsable:				
Medida en: kg LB							Total semana
Semana 1	L	M	M	J	V	S	
Semana 2	L	M	M	J	V	S	
Semana 3	L	M	M	J	V	S	
Semana 4	L	M	M	J	V	S	
Total mes							
Observaciones:							
Firma							

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5. Perfil del operario

A continuación se presentan las características que debe contener el perfil del operario.

##### 4.5.1. Objetivo del puesto

Cumplir con los estándares de productividad y con las especificaciones de calidad de cada producto terminado que se procesará, siguiendo instrucciones y procedimientos específicos de la orden de manufactura.

Tabla XXII. **Perfil del operario**

Edad:	20 años en adelante
Género:	Hombre
Competencias:	Persona responsable, que sepa seguir instrucciones, observadora, cuidadosa.

Fuente: Industrias Proautofer.

#### **4.5.2. Responsabilidad en bienes**

Maquinaria, equipo y herramientas de trabajo que le sean asignadas de acuerdo con las necesidades de producción.

#### **4.5.3. Responsabilidades diarias**

- Mantener en buen estado la maquinaria que está utilizando, asegurándose que el Departamento de Mantenimiento cumple con el programa de mantenimiento preventivos que se encuentran en la bitácora de mantenimiento de cada máquina o equipo, reportando cualquier desviación del mismo, deberá reportarla al jefe de producción, y asegurarse que la bitácora de mantenimiento de su equipo esté al día y llena de forma correcta por mantenimiento.
- Mantener en buen estado su área de trabajo.
- Cumplir perfectamente las Buenas Prácticas de Manufactura, haciéndolas efectivas en su trabajo; principalmente en lo relacionado a

circulación, limpieza de equipo y áreas, despeje de líneas, rotulaciones de estatus de la misma.

- Cumplir perfectamente con lo relacionado a salud ocupacional, con énfasis en equipo de seguridad.
- Ingresar puntualmente a su área de trabajo.
- Utilizar y portar correctamente el uniforme que se requiere en su área de trabajo.
- Responsable de emplear perfectamente los procedimientos de operación de la maquinaria que utilizará.
- Realizar el procedimiento de limpieza de la maquinaria que tiene a su cargo y de los procedimientos de limpieza de su área de trabajo, herramientas y accesorios.
- Recibir, revisar, manejar con cuidado y proteger los materiales con los que va a trabajar de acuerdo a las instrucciones y procedimientos de la orden de manufactura, revisando principalmente que el área de trabajo cumple con las condiciones ambientales indicadas, y que todos los requisitos referentes a rotulaciones de materiales, máquinas y área están completos, identificando con claridad el nombre del material, fecha de expiración y número de lote.
- Cuidar y proteger los materiales o productos ya procesados, de acuerdo a las instrucciones y procedimientos de la orden de manufactura, revisando principalmente que los procedimientos de fabricación y la

forma de hacerlo es la correcta, y que todos los requisitos referentes a rotulaciones están completos, identificando con claridad el nombre del material o producto, fecha de expiración y número de lote.

- Cuidar y asegurar que los procedimientos e instructivos que maneja en su área de trabajo estén actualizados y en buen estado.
- Operar la maquinaria o equipo, bajo su responsabilidad, con el objetivo de cumplir con los estándares de productividad de la misma.
- Anotar en el registro establecido los paros que se presenten y que impidan continuar con la producción.
- Trasladar el producto o material al área donde se indique o se utilizará; asegurándose que esté almacenada en las condiciones apropiadas.

#### **4.5.4. Responsabilidad y compromisos generales**

- Velar por las actividades que se realiza en el área de producción que corresponden al puesto.
- Cumplir con las normas de higiene, seguridad industrial y buenas prácticas de manufactura establecidas en la empresa.
- Realizar otras actividades inherentes al cargo.

#### 4.6. Cronograma de actividades

El cronograma de actividades para la implementación de la propuesta se adjunta en la siguiente figura, el cronograma está sujeto a observaciones o cambios que quiera realizar Gerencia.

Figura 35. Cronograma de actividades para implementación

Id.	Nombre de tarea	Comienzo	Fin	Duración	ene 2014				feb 2014				mar 2014				abr 2014				may 2014				jun 2014											
					5/1	12/1	19/1	26/1	2/2	9/2	16/2	23/2	2/3	9/3	16/3	23/3	30/3	6/4	13/4	20/4	27/4	4/5	11/5	18/5	25/5	1/6	8/6	15/6	22/6							
1	Planificación	02/01/2014	31/01/2014	22d	█																															
2	Capacitaciones y talleres	03/02/2014	31/03/2014	41d					█																											
3	Implementar	01/04/2014	30/05/2014	44d									█																							
4	Tarea 4	02/06/2014	30/06/2014	21d																	█															

Fuente: elaboración propia.

## **5. MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Estándares de materia prima**

Al implementar en un proyecto la mejora continua se requiere de aspectos importantes que se mantengan y se mejore continuamente, con ayuda de todos los colaboradores, se puede incluir la capacitación continua del personal así como también, el objetivo de reducir la rotación de personal mediante condiciones de trabajo apropiadas.

#### **5.1.1. Hojas de verificación**

El objetivo es verificar las especificaciones de la materia prima antes de ser enviada a la línea de producción; algunos de los aspectos a controlar es la de mantener la calidad de la materia prima en rangos aceptables para que el producto final se fabrique en óptimas condiciones.



Tabla XXIII. **Hoja de control de producto final**

Proceso:		Fecha:	
Responsable:		Producto:	
Factor a evaluar:			
Dureza	Shore (A)	Cumple	No cumple
Color		Cumple	No cumple
Limpieza		Cumple	No cumple
Observaciones y recomendaciones			
		Firma:	

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Cambios en el proceso

Los cambios en el proceso se darán a conocer a los colaboradores en cada área ya que hay cambio en el proceso de fabricación de materia prima y nuevos procesos, para disponer lo que antes era basura y ahora será parte de lo que es la materia prima.

Se mantendrá la calidad en los productos por lo que se necesita de supervisión constante en el nuevo proceso de fabricación, y la persona que realice esta función deberá estar completamente informada del nuevo proceso.

Se hicieron tres pruebas para medir la dureza necesaria con el porcentaje necesario de polvo de caucho vulcanizado, las cuales se muestran en la siguiente tabla:

Tabla XXIV. **Porcentaje de caucho para dureza 60 shore A**

Porcentaje (%)	Nombre	Dureza (shore)
40	Hule natural	74
20	Polvo caucho vulcanizado	
40	Aditivos	
40	Hule natural	67
30	Polvo caucho vulcanizado	
30	Aditivos	
40	Hule natural	60
40	Polvo de caucho vulcanizado	
20	Aditivos	

Fuente: Industrias Proautofer.

### 5.2.1. Mediciones periódicas

Las mediciones periódicas se realizarán en el área de corte y en el área de maquinado, la medición tiene como objetivo revisar las cantidades de caucho almacenado y utilizado en la fabricación de planchas de materia prima, ya que en algún momento la cantidad de reciclado podría ser demasiada o poca, en el caso que fuera demasiado se tendrá que disponer de éste para otras funciones como por ejemplo: grano de caucho para canchas de papi fut, y en caso contrario se tendría que comprar polvo de llanta y luego pasarla en la máquina separadora para poder utilizar una parte del material.

Otra de las mediciones que se realizarán constantemente serán las de dureza en productos terminados para determinar si se está trabajando a la

dureza necesaria, que en este caso para sus productos necesitan dureza de 60 a 65 *shore A* para lo que se utiliza el durómetro *shore*.

El durómetro Shore es un instrumento portátil, frecuentemente utilizado para medir durezas de materiales suaves: caucho, varias resinas, piel, pisos de calzado, madera, elastómeros, plásticos, etc. Una punta o una bola penetran en el material a consecuencia de la presión del muelle; la fuerza depende del modelo. Inmediatamente aparece una lectura en el marcador de los durómetros Shore que están graduados del 0 al 100.

Figura 36. **Durómetro**



Fuente: Industrias Proautofer.

Tabla XXV. **Tabla de valores de shore**

<b>Material</b>	<b>Durómetro</b>	<b>Escala</b>
Casco duro	75	D
Goma ebonita	100	A
Rueda dura de <i>skateboard</i>	98	A
Ruedas solidas de tractor	50	D
Rueda blanda de <i>skateboard</i>	75	A
Parche de rueda de vehículo	70	A
Sellador de puertas	55	A
Banda de goma	25	A
Sorbothane	40	00
Sorbothane	0	A
Pegamento de bicicleta	15- 30	00
Goma de mascar	20	00

Fuente: [www.es.wikipedia.org/wiki/Dureza\\_Shore](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Dureza_Shore). Consulta: octubre de 2013.

### **5.2.1.1. Semestral**

La medición semestral se realizará con el fin de mantener un control de reciclado en el área de corte y maquinado, así como también para el almacenamiento de caucho, ya que la industria cuenta con poco espacio para almacenamiento para éste, el caucho vulcanizado deber ser suficiente para surtir al área de producción de materia prima.

### **5.3. Área de corte**

En el área de corte se realizará la auditoría del proceso de reciclaje del caucho vulcanizado proveniente de la rebaba de la línea de productos con los que cuenta la industria cauchera, el objetivo de la auditoría del proceso de

recolección, es revisar si se están realizando correctamente los procedimientos y con posibilidad de mejora.

### **5.3.1. Auditoría**

Proceso sistemático, independiente y documentado para obtener la información necesaria del proceso que se realiza en el área de corte, porque este es el lugar donde se genera el mayor volumen de caucho vulcanizado, por lo que se espera eficiencia y productividad mejoradas en cada proceso de reciclaje.

#### **5.3.1.1. Objetivos de la auditoría**

- Se espera un 85 % de eficiencia en el proceso de reciclado para reducir los costos de materia prima y también disminuir los desechos en el medio ambiente.
- Realizar un uso eficiente de mano de obra, tiempo, equipo, herramientas, para el proceso de reciclado.

#### **5.3.1.2. Programación de auditoría**

La auditoría que se realizará en el área de corte será programada doce veces al año, lo que significa una vez cada mes y será realizará cada fin de mes.

Tabla XXVI. **Programación de auditoría interna del proceso de reciclaje  
área de corte**

<i>Programación de auditoría interna del proceso de reciclado</i>												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Auditorías al mes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia.

### **5.3.1.3. Reunión preauditoría**

Se deberá realizar una reunión entre el jefe de planta y la persona que realizará la auditoría interna del Departamento de Corte, como mínimo una semana antes de realizar esta actividad, en la cual deberán dejar establecido lo siguiente:

- Hora y fecha de la auditoría
- Proceso que se revisará
- El manejo de cualquier área de confidencialidad o susceptibilidad
- Nombre del departamento auditado

### **5.3.1.4. Revisión de la documentación**

Se deberá revisar toda aquella documentación disponible pertinente a la auditoría del área de corte, los documentos que deben revisarse principalmente son:

- Reporte de producción mensual
- Reporte de producción por línea de producto

- Inventario de producto terminado

#### **5.3.1.5. Auditoría**

Realizar auditoría en el área de corte tomando en cuenta que:

- Recopilar y verificar información con relación al proceso de recolección de caucho vulcanizado
- Recoger evidencia objetiva al proceso de reciclaje y almacenamiento del caucho.
- Indicar un listado de conformidades y no conformidades al proceso y recursos utilizados.

#### **5.3.1.6. Verificación de la auditoría**

La persona que realizará la auditoría en el área de corte deberá llevar consigo documentos que le sirvan para guiarse en la auditoría. Algunos de los aspectos a auditar son los siguientes.

- El tipo de bolsa utilizado para el almacenamiento del caucho vulcanizado, deberá ser bolsa plástica para que no haya contaminación de polvo.
- La rebaba caída del proceso de recorte deberá estar sobre nylon o bien sobre un canasto plástico.

- El caucho vulcanizado no deberá estar mezclado con otro tipo de basura como por ejemplo: envolturas de plástico, aluminio, envases plásticos, polvo, agua, etc.
- Revisar el proceso de recolección, para que este puede llevar el diagrama de proceso de reciclaje.
- Verificar que el personal efectúe las buenas prácticas de manufactura como por ejemplo: uñas cortas y sin pintura, no portar anillos, ni pulseras, ni cualquier otro tipo de accesorio que pueda mezclarse con el subproducto de caucho vulcanizado.

Figura 37. **Rebaba en área de corte**



Fuente: Industrias Proautofer.



#### **5.3.1.7. Presentación de informe de auditoría**

El informe que se debe realizar después de realizar la auditoría y debe ser entregado al ingeniero de planta. Este reporte servirá a la alta Dirección para saber que debe mejorar, o en que está fallando su proceso de recolección y almacenamiento, el informe debe contener como mínimo lo siguiente:

- La lista de chequeo
- Listado de no conformidades (si las hay)
- Debe dar a conocer qué se puede mejorar
- Recomendaciones
- Detección de áreas de riesgo
- Observaciones

En el informe anterior se verán reflejado la conformidad o no conformidad del plan de manejo y disposición final de desechos, si el manejo de este plan no está conforme a los parámetros establecidos se realizará nuevamente la auditoría.

#### **5.4. Área de maquinado**

En el área de maquinado es donde se encuentra la producción de la línea de productos de la industria cauchera, la recolección de caucho vulcanizado en esta área es mínima, ya que solo se recicla los sobrantes de los moldes al estar siendo prensados por la máquina hidráulica.

### 5.4.1. Auditoría

Como ya se había descrito anteriormente la auditoría es un proceso sistemático, independiente y documentado, por lo que se realizará una auditoría para cada área, en este caso para el área de maquinado.

#### 5.4.1.1. Objetivos de la auditoría

- Se espera un 95 % de eficiencia en el proceso de reciclado con base en el promedio de recolección que es de 27,9 kg al mes.
- Que el tiempo y la mano de obra utilizados en el proceso de producción sea aprovechada para el reciclaje de caucho vulcanizado.

#### 5.4.1.2. Programación de auditoría

Al igual que el área de corte, se realizará una auditoría al mes en el área de maquinado, esta auditoría se realizará cada fin de mes.

Tabla XXVII. **Programación de auditoría interna del proceso de reciclaje área de maquinado**

Programación de auditoría interna del proceso de reciclado												
Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	Mayo	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Auditorías al mes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Fuente: elaboración propia

#### **5.4.1.3. Reunión preauditoría**

La reunión preauditoría se realizará con el jefe de planta y los auditores, en esta reunión debe tratarse todos los aspectos del área de corte y el área de maquinado, se deberá dejar establecido los siguientes aspectos:

- Hora y fecha de la auditoría
- Proceso que se revisará
- El manejo de cualquier área de confidencialidad o susceptibilidad
- Nombre del departamento auditado

#### **5.4.1.4. Revisión de la documentación**

Se deberá revisar toda aquella documentación pertinente a la auditoría del área de maquinado, algunos de los documentos que deben revisarse son los siguientes:

- Reporte de producción mensual
- Reporte de producción por línea de producto
- Inventario de producto en proceso

#### **5.4.1.5. Auditoría**

Realizar auditoría tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Recopilar y verificar información con relación al proceso de recolección de caucho vulcanizado en el área de maquinado.
- Recoger evidencia objetiva al proceso de reciclaje y almacenamiento del caucho.

- Indicar un listado de conformidades y no conformidades al proceso y recursos utilizados.

#### **5.4.1.6. Verificación de auditoría**

La persona que realizará la auditoría en el área de maquinado, deberá llevar consigo documentos que le sirvan para verificación de los procesos en la auditoría. Algunos de los aspectos a auditar son los siguientes:

- El tipo de bolsa utilizado para el almacenamiento del caucho vulcanizado, deberá ser bolsa plástica para que no haya contaminación de polvo.
- El caucho vulcanizado no deberá estar mezclado con otro tipo de basura como por ejemplo: envolturas de plástico, aluminio, envases plásticos, polvo, agua, etc.
- Las bolsas que se utilizarán para el proceso de recolección deberán estar al costado de cada máquina.
- Revisar el proceso de recolección, para este puede llevar el diagrama de proceso de reciclaje.

Figura 38. **Rebaba en área de maquinado**



Fuente: Industrias Proautofer.

#### **5.4.1.7. Presentación de informe de auditoría**

Aunque el ciclo de control en el área de maquinado es corto, siempre se debe de presentar un informe que se debe realizar después de efectuada la auditoría y debe ser entregado al ingeniero de planta, ya que debe servir a la alta Dirección para saber que debe mejorar o en que está fallando su proceso de recolección y almacenamiento en el área de maquinado, el informe debe contener lo siguiente:

- La lista de chequeo
- Listado de no conformidades (si las hay)
- Debe dar a conocer qué se puede mejorar
- Observaciones

Con base en el informe presentado se concluirá si es conforme o no conforme el plan de manejo y disposición final de desechos, y se dará seguimiento al ciclo nuevamente a la auditoría en su totalidad, si en dado caso el resultado fuese no conforme.



## **6. ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL**

### **6.1. Identificación de impactos**

El impacto ambiental es el resultado de una actividad humana sobre el medio ambiente del cual existen consecuencias, por lo tanto existen impactos positivos y negativos. Para el desecho de caucho vulcanizado existe riesgo tanto para el medio ambiente como para la salud de los seres humanos, la quema de caucho tiene efectos nocivos, como por ejemplo: provoca cáncer, tiene causa defectos en el desarrollo de los bebés, irritaciones en la piel, mucosa, ojos y sistema espiratorio.

Se describen a continuación los mismos para la propuesta de reutilización del subproducto de caucho vulcanizado.

#### **6.1.1. Impactos positivos**

- Reducción de desechos sólidos en el medio ambiente
- Desagües libres de basura
- Productos hechos a base de subproducto de caucho
- Diversidad de productos en el mercado
- Disminución de emisiones y contaminación en el aire
- Creación de una cultura de reciclaje

#### **6.1.2. Impactos negativos**

- Aumento en el precio de productos hechos a base de caucho.



- Desconfianza natural por parte del cliente por el producto producido a base de subproducto de caucho.

## **6.2. Caracterización de impactos**

A continuación se caracterizan los impactos positivos y negativos del proyecto.

### **6.2.1. Impactos positivos**

- Deberán ayudar a mantener el medio ambiente
- Procesos o productos confiables
- Concientización sobre los desechos sólidos

### **6.2.2. Impactos negativos**

- Afectarán el medio ambiente.
- Es un producto altamente inflamable que puede provocar incendios.
- La quema de neumáticos producen gases perjudiciales para la salud generando dioxinas, mercurio, hidrocarburos poliaromáticos y metales pesados.
- La acumulación de este material en verteros provocan focos de infección y enfermedades.

## **6.3. Evaluación y corrección de impactos**

La evaluación y corrección de impactos servirá para identificar, prevenir e interpretar los impactos ambientales que producirá la propuesta de reutilización del subproducto de caucho vulcanizado en su entorno al ser ejecutado.

### **6.3.1. Impactos positivos**

- Reducción de desechos sólidos en el medio ambiente: los desechos industriales pueden clasificarse según su composición física, densidad, humedad, composición química o valor calorífico, así como criterios y principios variados, acordes con la tecnología disponible y legislación ambiental vigente del país o región. La reducción de desechos en este caso se realizará en la industria, así como también por medio de la recolección en el país de llantas inservibles para los usuarios de automóviles.
- Desagües libres de basura: en la actualidad el Reglamento Municipal de los Desechos Sólidos de la ciudad de Guatemala, norma recoger los desechos domiciliarios, comerciales, hospitalarios e industriales. A través de este reglamento se prohíbe abandonar neumáticos en la vía pública, así como también la quema de estos, esto implica que será aún más fácil la recolección de productos hechos de caucho.
- Diversidad de productos en el mercado: el mercado contará con una diversidad de productos hechos a base de subproducto de caucho vulcanizado aprovechando la rebaba de productos de la misma línea.
- Disminución de emisiones en el aire: reduciendo la cantidad de productos inservibles para los usuarios de automóvil se evitará la quema de estos.
- Creación de una cultura de reciclaje: con el subproducto de caucho producido en la industria y los usuarios de automóvil, se aprovechará los productos de caucho.

### **6.3.2. Impactos negativos**

- Aumento en el precio de productos hechos a base de caucho: el precio de los productos hechos a base de caucho se verán afectados por la demanda.
- Desconfianza por parte del cliente sobre el producto producido a base de subproducto de caucho: el cliente puede tener desconfianza del producto ofrecido por ser hecho en cierto porcentaje del subproducto de caucho vulcanizado, y creer que no será de la misma calidad y por lo tanto evaluará muy detenidamente la compra.

### **6.4. Medidas de mitigación**

Las medidas de mitigación son un conjunto de acciones de prevención, control, restauración y compensación de impactos ambientales negativos que deben acompañar al proyecto, que en este caso es la reutilización de subproducto de caucho vulcanizado.

#### **6.4.1. Vulnerabilidad física**

- Instalaciones con puertas y pasillos angostos
- Espacios reducidos para trabajar
- Poca ventilación en las instalaciones
- Baja iluminación en el área de producción

#### **6.4.2. Vulnerabilidad operacional**

- Exposición a altos niveles de calor producidos por la maquinaria.
- Exposición a sustancias tóxicas por parte de los trabajadores en la preparación de aditivos.
- Impacto sobre pies, por moldes hechos de metal consistente.
- Caída de objetos punzantes.
- Exposición a quemaduras en la piel.

#### **6.5. Plan de contingencia**

Se entiende por plan de contingencia a los procedimientos alternativos al orden normal de la industria, cuyo fin es permitir el funcionamiento normal de esta, aun cuando alguna de sus funciones fuese dañada por un accidente interno o externo.

##### **6.5.1. En caso de incendio**

En caso que se detecte fuego y el sistema de alarma haya sido activado se deberá seguir las siguientes instrucciones:

- Cuando se escuche la alarma todo el personal deberá salir de las instalaciones, guiándose por los pasillos y escaleras señaladas y llevar consigo el mínimo de pertenencias.
- Estando fuera de las instalaciones se deberá contar al personal para poder comenzar con las operaciones de extinción.

### **6.5.2. En caso de explosión**

En caso de explosión se deberá seguir las siguientes instrucciones:

- Suspender inmediatamente la actividad que esté realizando.
- Desconectar todo tipo de equipo una vez no le tome más de unos segundos.
- Obedecer la señalización de salida.
- Tomar la ruta más corta de salida.
- Verificar la presencia de todos los integrantes del equipo estando fuera de las instalaciones.

### **6.5.3. Plan de seguridad e higiene industrial**

El plan de seguridad e higiene son las actividades necesarias para mantener las condiciones físicas y psicológicas de los colaboradores, por lo que se debe mantener buenas condiciones de trabajo de los cuales comprenden factores tales como: ambiente circundante, medidas preventivas y el equipo necesario que debe usar el colaborador.

#### **6.5.3.1. Políticas de seguridad e higiene industrial**

- Todo el personal debe portar el equipo de protección cuando la operación lo requiera.
- Toda persona ajena a la planta de producción que desee ingresar a ésta o cualquier otra instalación que requiera equipo de protección, debe informarse al jefe de producción y portar el equipo de protección necesario cuando tenga la autorización de ingresar a las instalaciones.

- Todo el personal debe conocer la señalización de advertencia, prohibición, obligación, lucha contra incendios y salvamento.

#### **6.5.3.2. Seguridad industrial**

Es una disciplina que establece normas preventivas con el fin de evitar accidentes y enfermedades ocupacionales causadas por diferentes agentes.

#### **6.5.3.3. Higiene industrial**

Es la rama de la medicina preventiva, que trata de los medios que deben usarse en el trabajo, tanto en su ambiente como en sus propias tareas, para evitar daño en la salud de los trabajadores.

#### **6.5.3.4. Protección individual**

Es la técnica que tiene por misión proteger a la persona de un riesgo específico procedente de su ocupación laboral. Por lo que se brinda el equipo que debe utilizarse en la industria cauchera:

- Protección de las vías respiratorias: se debe utilizar en aquellos lugares que exista peligro para la salud por exposición a alguna sustancia tóxica o por falta de oxígeno del aire.
- Protección de las manos: en las operaciones que exista peligro de cortaduras, quemaduras o donde se manejen sustancias agresivas o tóxicas.

- Protección de los pies: en lugares donde exista peligro de impactos sobre los pies o presencia de objetos punzantes.

### 6.5.3.5. Normalización

Las zonas donde se utilizará EPI serán las siguientes: área de producción de materia prima y área de maquinado, estas zonas serán señalizadas para el conocimiento tanto de los trabajadores, como del posible personal ajeno a la empresa. En la siguiente tabla especifica el EPI que se debe utilizar para cada zona.

Tabla XXVIII. **Normalización por zonas**

EPI a utilizar	Zona a utilizar
Protección de las vías respiratorias	Área de producción materia prima
Protección de las manos	Área de producción materia prima y área de maquinado
Protección de los pies	Área de maquinado

Fuente: elaboración propia.

### 6.5.3.6. Señalización de seguridad

Medida de carácter preventivo que se utiliza para advertir de los peligros, reforzar y favorecer comportamientos seguros para mantener los factores necesarios en el ambiente laboral.

Tabla XXIX. **Colores de la señalización y significado**

<b>Color</b>	<b>Significado</b>	<b>Indicaciones y precisiones</b>
Rojo	Señal de prohibición	Comportamientos peligrosos
	Peligro – alarma	Alto, parada, dispositivos de desconexión de emergencia. Evaluación
	Material y equipo de lucha contra incendios.	Identificación y localización.
Amarillo o amarillo anaranjado	Señal de advertencia	Atención, precaución. Verificación.
Azul	Señal de obligación	Comportamiento o acción específica. Obligación de utilizar un equipo de protección individual.
Verde	Señal de salvamento o de auxilio.	Puertas, salidas, pasajes, material, puestos de salvamento o de socorro, locales.

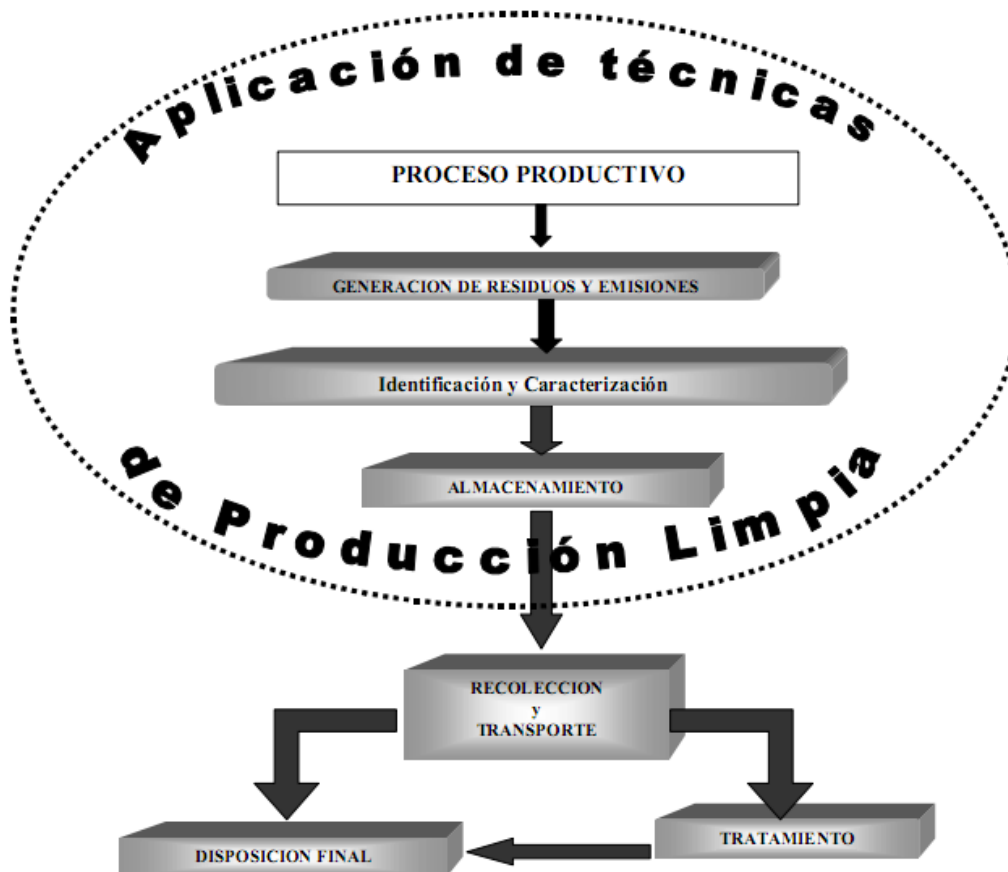
Fuente: elaboración propia.

## **6.6. Plan de manejo y disposición final de desechos**

El plan de residuos industriales permite asegurar un buen manejo de estos desde su generación, hasta la disposición final, las principales actividades para el buen manejo de residuos industriales son las que se muestran en la siguiente figura:



Figura 39. Actividades de un sistema de gestión de residuos

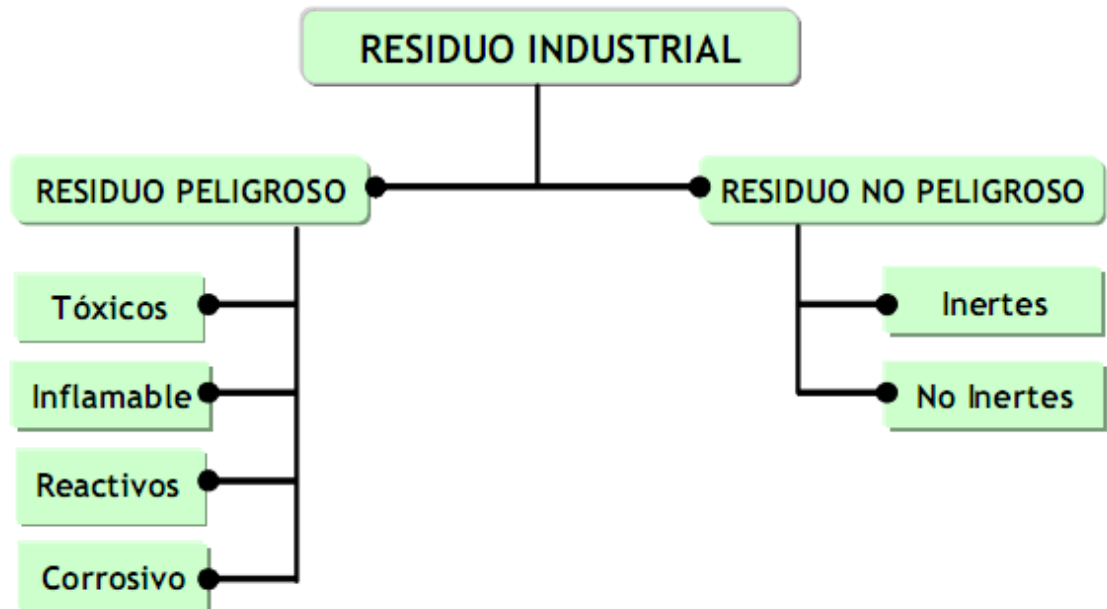


Fuente: Producción limpia, principios y herramientas. p. 28.

### 6.6.1. Identificación y caracterización

Los residuos industriales pueden clasificarse de muchas formas, ya sea por su composición física, densidad, humedad, composición química, así como por criterios de cada industria. En este caso los residuos de esta industria se han clasificado como residuos peligrosos inflamables como lo muestra la siguiente tabla.

Figura 40. **Clasificación de los residuos industriales**



Fuente: Producción limpia principios y herramientas. p. 41.

### 6.6.2. Almacenamiento

El tiempo de degradación del caucho son aproximadamente 600 años, por tanto la reutilización de este material es de suma importancia para el planeta y aunque Guatemala solo cubre el 0,02 % de producción de caucho en el mundo, es importante la clasificación de estos desechos.

En la siguiente tabla se darán los parámetros para el correcto almacenamiento del caucho.

Tabla XXX. **Parámetros de almacenamiento**

<b>Características de almacenamiento</b>	<b>Parámetros</b>
Tiempo máximo de almacenamiento	No aplica ya que la descomposición del caucho dura aproximadamente 600 años.
Calidad de recipientes empleados	Bolsa transparente plástica, limpia para evitar la mezcla con polvo de cualquier tipo.
Condiciones del lugar de almacenamiento	Lugar seco, limpio, lejos de temperaturas elevadas.
Operatividad de la recolección	Debe realizarse con el cuidado que no sea mezclado con otro tipo de desperdicios como por ejemplo: plásticos, textiles, polvo, etc.

Fuente: elaboración propia.

### **6.6.3. Recolección y transporte**

Las actividades de recolección y transporte son aquellas que se realizan en el punto de generación y despacho en condiciones seguras y adecuadas. El inadecuado manejo de desechos puede provocar derrame, filtración o descarga de residuos al suelo.

Los parámetros de recolección para la industria cauchera serán los siguientes:

Tabla XXXI. **Parámetros de recolección**

Días de recolección	Diario
Horario de recolección	10:00 am, 3:00 pm y 5:00 pm
Lugar de recolección	Área de maquinado, área de corte
Tipo de residuo	Peligroso inflamable
Volumen a recolectar	No importa la cantidad a recolectar ya que por el tipo de industria es de bajo volumen los desechos
Frecuencia de recolección	Diaria y varios horarios
Herramienta disponible	2 palas metálicas

Fuente: elaboración propia.

#### **6.6.4. Tratamiento**

A los desechos de caucho vulcanizado se le darán tratamiento por medio de la máquina trituradora. Todos los desechos recolectados se echarán a la máquina trituradora para que tengan una transformación a caucho granulado.

Los desechos originalmente estarán de la siguiente forma:

Figura 41. **Desechos de caucho vulcanizado**



Fuente: Industrias Proautofer.

Los desechos del caucho tendrán una transformación de la siguiente forma:

Figura 42. **Caucho triturado**



Fuente: Industrias Proautofer.

### 6.6.5. Disposición final

La disposición final del desecho de caucho será la producción de materia prima para la fabricación de distintos productos habiéndole dado proceso de trituración en la máquina trituradora y luego mezclarlo con aditivos y caucho natural en el molino.

La materia prima que se forma después de procesarla en el molino es la siguiente:

Figura 43. **Caucho prevulcanizado**



Fuente: Industrias Proautofer.



## CONCLUSIONES

1. Se aplicó un sistema de gestión de residuos con técnicas de producción más limpia, para la recolección y disposición final de subproducto de caucho vulcanizado en Industrias Proautofer.
2. Se concluye que la mezcla de caucho queda en 40 % caucho natural, 20 % aditivos y 40 % subproducto de caucho vulcanizado o polvo de llanta para mantener la dureza de 60 a 65 shore A.
3. El personal será capacitado en los temas de manejo y disposición final de desechos, conceptos básicos y beneficios de producción más limpia y reducción de residuos, una vez al año, teniendo un costo en el primer año de Q1 225,50 y en los siguientes 4 años de Q225,50 para gasto de material que se necesite, ya que el personal es mínimo y solamente el gerente de producción será capacitado en el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia y él capacitará a los supervisores de área, se visualizó las capacitaciones para 5 años, debido a las capacitaciones generan un gasto y estos se incluyeron en el análisis económico.
4. Actualmente utilizan 506,66 kg de polvo de caucho vulcanizado o polvo de llanta y con el sistema de gestión de residuos se hace una recolección en el área de maquinado de 27,90 kg y en el área de corte 70,20 kg haciendo un total de 98,10 kg al mes así que el ahorro mensual es de Q161,86 y al año un ahorro de Q1 942,38, menos los gastos de la implementación del sistema de gestión de residuos que será de



Q1 225,50 en el primer año será un ahorro de Q716.82 y en los siguientes 4 años de Q1 716,88.

## RECOMENDACIONES

1. Mantenerse actualizado en cuanto a las técnicas de producción más limpia publicadas en el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia.
2. Mantener supervisión constante en nuevos procesos referidos a fabricación de materia prima, resaltando la operación de mezclado de cantidades exactas de aditivos en el molino, en lo que respecta el subproducto de caucho vulcanizado para evitar pérdida de tiempo y materiales.
3. Usar de referencia todas las actividades del sistema de gestión de residuos, aplicando las técnicas de producción más limpia para que pueda mantener un alto porcentaje de recolección de rebaba.
4. Mantener una auditoría estricta mensualmente sobre el plan de manejo y disposición final de desechos, tomando como referencia el listado de puntos de verificación.
5. Realizar constantes mediciones de dureza en los productos para mantener la dureza 60 a 65 shore A necesaria en los productos.
6. Realizar capacitaciones al personal nuevo para evitar errores en procesos de fabricación de materia prima, y la recolección de subproducto de caucho vulcanizado.

7. Utilizar como referencia el ciclo PHVA al realizar la auditoría del plan de manejo y disposición final de desechos.
8. Evaluar a todo el personal después de capacitaciones, pláticas o talleres, el personal que no apruebe la evaluación tendrá que iniciar las capacitaciones con el nuevo personal.

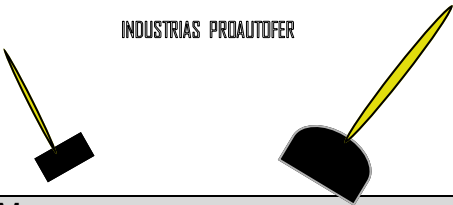
## BIBLIOGRAFÍA

1. GARCÍA CRIOLLO, Roberto. *Estudio del trabajo*. 2a ed. México: McGraw Hill, 2005. 451 p. ISBN: 970-10-4657-9.
2. NIEBEL, Benjamin W.; FRIEVALDS, Audris. *Ingeniería Industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo*. 11a ed. México: McGraw Hill, 2009. 577 p. ISBN: 970-15-0993-5.
3. SEELIGMANN, TH. *El caucho y la gutapercha*. Argentina: Editorial Industrial, 1944.
4. *Revista agronegocios* [en línea]. <[http://issuu.com/goartgt/docs/revagronegs\\_hule](http://issuu.com/goartgt/docs/revagronegs_hule)> [Consulta: enero de 2012].
5. AGUILAR VÁSQUEZ, William Abel. *Ingeniería económica*. Guatemala. 85 p.
6. Producción más limpia: principios y herramientas [en línea]. <[http://www.cubaindustria.cu/pl/Contenido/Guia\\_PL\\_Version\\_completa%5B1%5D.pdf](http://www.cubaindustria.cu/pl/Contenido/Guia_PL_Version_completa%5B1%5D.pdf)> [Consulta: agosto de 2012].
7. Industrias Proautofer. Catálogo de productos [Guatemala]. 2000. 32 p.
8. INTECAP. (Instituto técnico de capacitación y productividad) GHG (Gremial de huleros de Guatemala) Todo sobre cultivo del hule. 1990. 70 p.

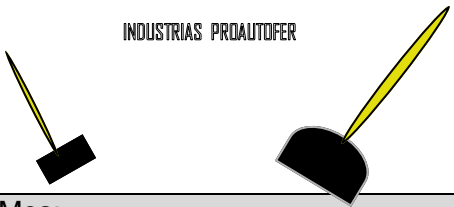


## APÉNDICES

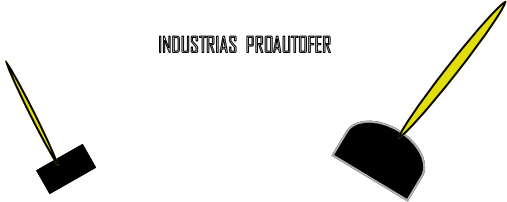
### Apendice1. Formato para realizar reporte de desperdicio área de producción y/o maquinado

 INDUSTRIAS PROAUTOFER			<b>Reporte de desperdicio área de producción y/o maquinado</b>					
Mes:			Responsable:					
Medida en:    kg      LB							Total Semana	
Semana 1	L	M	M	J	V	S		
Semana 2	L	M	M	J	V	S		
Semana 3	L	M	M	J	V	S		
Semana 4	L	M	M	J	V	S		
Total mes								
Observaciones:								
			Firma					

Apéndice 2. **Formato para realizar reporte de desperdicio área de corte**

 INDUSTRIAS PROAUTOFER			<b>Reporte de desperdicio área de corte</b>				
Mes:			Responsable:				
Medida en:    kg    LB							Total Semana
Semana 1	L	M	M	J	V	S	
Semana 2	L	M	M	J	V	S	
Semana 3	L	M	M	J	V	S	
Semana 4	L	M	M	J	V	S	
Total mes							
Observaciones:							
							Firma

Apéndice 3. **Formato para realizar calidad de producto final**

 <p>INDUSTRIAS PROAUTOFER</p>		<p><b>Hoja de control de producto final</b></p>	
Proceso:		Fecha:	
Responsable:		Producto:	
<b>Factor a evaluar:</b>			
Dureza	Shore (A)	Cumple	No cumple
Color		Cumple	No cumple
Limpieza		Cumple	No cumple
Observaciones y recomendaciones			
		Firma:	





## ANEXOS

Características de las llantas, Guía práctica sobre re-uso de llantas usadas para municipalidades, Centro Guatemalteco de Producción más limpia.

### 3.0 Características de las llantas

La composición del neumático es principalmente por caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil (Cuadro 1). Por otro lado, los elementos químicos que componen una llanta se muestran en el Cuadro 2.

**Cuadro 1. Composición de las Llantas Según el Tipo de Transporte<sup>2</sup>**

<i>Material de la llanta</i>	<i>Llanta de autos</i>	<i>Llantas de camiones y microbuses</i>
Caucho natural	14 %	27%
Caucho sintético	27%	14%
Negro de humo (carbono)	28%	28%
Acero	14-15%	14-15%
Otros Aditivos	16-17%	16-17%
Peso promedio (óxidos, etc.)	8.6Kg	45.4 Kg

**Cuadro 2. Composición Química de las Llantas<sup>3</sup>**

<i>Elemento o compuesto</i>	<i>Porcentaje</i>
Carbono (C)	70
Hidrogeno (H)	7
Azufre (S)	1.3
Cloro (Cl)	0.2 – 0.6
Hierro (Fe)	15
Oxido de Zinc (ZnO)	2
Dióxido de Silicio (SiO <sub>2</sub> )	5
Cromo (Cr)	97 ppm
Níquel (Ni)	77 ppm
Plomo (Pb)	60 – 760 ppm
Cadmio (Cd)	5 – 10 ppm
Talio (Tl)	0.2 – 0.3 ppm

<sup>2</sup> PROARCA/SIGMA Universidad de Don Bosco. neumáticos: Estudio para la Evaluación Mercadológica de los Desechos Industriales en El Salvador. 2004

<sup>3</sup> PROARCA/SIGMA Universidad de Don Bosco. neumáticos: Estudio para la Evaluación Mercadológica de los Desechos Industriales en El Salvador. 2004

## Problemática de las llantas como residuo, Guía práctica sobre re-uso de llantas usadas para municipalidades, Centro Guatemalteco de Producción más limpia.

Guía Práctica Sobre Re-Uso de Llantas Usadas Para Municipalidades

### 4.0 Problemática de las llantas como residuo:

Las llantas usadas posan problemas asociados con su resistencia a su trituración y compactación, durabilidad (dificultad a procesar), y baja eficiencia para almacenar y transportar debido a lo voluminoso. Por lo tanto, su disposición adecuada se complica, y a veces se encuentran almacenados o quemándose al aire libre. Los problemas de salud y medio ambiente asociados con el almacenamiento o combustión de las llantas al aire libre se detallan en esta sección.

#### 4.1 Almacenamiento de la llanta al aire libre

Las llantas almacenadas al aire libre muchas veces favorecen la proliferación de roedores, insectos, culebras y otros animales dañinos.



*Llantas almacenadas al aire libre pueden servir como eje de reproducción de insectos, roedores, y culebras*

*Foto cortesía de Kathy Gaynor*



*Nido de ratones en llanta*

*Foto cortesía de Ing. Pérez Oliva, Ministerio de Salud Pública, Guatemala*

La reproducción de ciertos mosquitos, puede llegar a ser 4,000 veces mayor; en el agua estancada de una llanta que en la naturaleza, lo que incrementa la posibilidad de padecer epidemias como las de dengue (provocado por el mosquito *Aedes Aegypti*).



*Aedes Aegypti*

*Foto cortesía de Ing. Pérez Oliva, Ministerio de Salud Pública,*

#### 4.2 Combustión de la llanta

La quema de llantas a cielo abierto provoca graves problemas ambientales, ya que produce emisiones de gases que contienen contaminantes carcinogénicos (causan cáncer) y mutagénicos (problemas en desarrollo de bebés) como los compuestos orgánicos volátiles (COV) e hidrocarburos. Estas quemaduras representan un peligro para la salud, a corto plazo (agudo) y crónicos significativos a los residentes y trabajadores próximos, incluyendo: irritaciones de la piel, irritaciones de los ojos, irritaciones del sistema respiratorio y de las membranas mucosas, la depresión del sistema nervioso central, cáncer, y efectos mutagénicos (como por ejemplo defectos físicos, abortos, o al cáncer al nacimiento).

Los químicos que se generan por estas quemas también representan un peligro para el ambiente. Los efectos dañinos de esta contaminación que son, entre otros: la lluvia ácida, el calentamiento de la atmósfera, las inversiones térmicas y el adelgazamiento de la capa de ozono.



Esta combustión tiene una repercusión negativa directa con la salud humana y los recursos naturales, no solo de nuestro municipio, región o estado, sino a nivel global.

*Quema incontrolada de llantas almacenadas al aire libre  
Foto cortesía de César García Vidrio, Holcim*

Las sustancias químicas generadas por la combustión incompleta de las llantas al aire libre incluyen los siguientes elementos de más potencial de impactos a la salud por inhalación:

**Cuadro 3. Componentes peligrosos productos de quema de llantas al aire libre<sup>4</sup>**

Acenafteno	Tetracloruro de carbono	Cloruro de Metileno
Acenaftileno	Cloroformo	Nickel
Arsenico	Cromo	Fenol
Bario	Cryseno	Estireno
Benzo(a)antraceno	Coal Tar Pitch	Dioxido de azufre
Benceno	Cumeno	Acido Sulfúrico
Benzo(a)pyreno	Di-benzo(a,h)antraceno	Tolueno
Benzo (b)flouranteno	Dichloruro de etileno	1,1,2-tricloroetano
Benzyl cloruro	Hexacloroetano	Tricloroetileno
Butadieno	Hexano	Vanadio
Monóxido de carbono	Plomo	Xyleno, o

En adición, en la presencia de luz de sol, el monóxido de carbono (CO), los óxidos de nitrógeno (NOx), y el oxígeno reaccionan y forman oxidantes peligrosos por estas reacciones secundarios, incluyendo el ozono (O<sub>3</sub>) y el peroxiacetilnitrato (PAN).

- Beneficios de la producción más limpia, Centro Guatemalteco de Producción mas limpia

Sin embargo, esto no significa que las tecnologías al “final del tubo” nunca serán requeridas. Mediante el uso de la filosofía de Producción más Limpia “P+L” para resolver problemas de desechos y contaminación, la dependencia de las soluciones, en muchos casos puede ser reducida o en algunos casos, eliminada.

Producción más Limpia	Control de Contaminación y Desechos
Mejoramiento continuo	Soluciones uno a uno para problemas individuales y específicos.
Progreso hacia el uso de procesos de ciclo cerrado o continuo.	Los procesos generan desperdicios para su desecho, con recursos materiales como entrada y desperdicios a la salida.
Todos en la comunidad juegan un papel; las asociaciones son esenciales.	Las soluciones son normalmente desarrolladas por expertos aislados.
Anticipación activa y prevención de la contaminación como desperdicios.	Una respuesta reactiva a la contaminación y desperdicios cuando ya se han generado.
Eliminación de los problemas ambientales desde su raíz.	Los contaminantes se controla por medio de equipos y métodos de tratamiento de desperdicios.
Impulsa nuevas prácticas, actitudes y técnicas administrativas, y estimula los avances técnicos.	Depende principalmente de avances técnicos en tecnologías ya existentes.

Tabla 1. Principales diferencias entre Producción más Limpia y Control de Contaminación

## 2.4 ¿Cuáles son los Beneficios de la Producción Más Limpia?

La principal diferencia entre la Producción más Limpia y el control de la contaminación al final del tubo es que la primera es una oportunidad “pre-evento”, mientras que, la segunda es una estrategia “post-evento”, es una aproximación a “reacción -acción, en todo momento la Producción Más Limpia es una filosofía de “anticipar y prevenir”.

Los tratamientos a final del tubo, no ofrecen nuevas oportunidades a la empresa, ya que responden solamente a la mitigación de las corrientes residuales que se generan.

Entre los beneficios de la implementación de la P+L están:

### 2.4.1 Beneficios Económicos:

- Es una estrategia encaminada al Desarrollo Sostenible.
- Aumenta el potencial competitivo.
- Reducción de costos por concepto de materia prima, consumo agua y energía.
- Disminución de costos por concepto de accidentes de trabajo, al disminuir los riesgos y mejorar el ambiente laboral.



- Mejora en la imagen empresarial.
- Disminución de costos por concepto de los sistemas de tratamiento al final del tubo ("end of pipe").
- Mejora la eficiencia en los procesos productivos.
- Mejora la calidad de productos y servicios.
- Mayor posibilidad de acceso a nuevos mercados.
- Disminuye las inversiones en sistemas de control al final del proceso.



- contaminación.
- Disminución de los accidentes laborales y gastos por este concepto.
- Protección física y moral de los trabajadores u operarios dentro de la empresa.
- Cumplimiento de las exigencias de la legislación concerniente a los aspectos laborales.
- Prevención y reducción de enfermedades ocupacionales.
- Sostenibilidad laboral para los empleados de las empresas.

#### 2.4.2 Beneficios Ambientales:

- Preservación de los recursos naturales, consumo eficiente de los materiales y energía.
- Constituye la base para garantizar el mejoramiento continuo de la gestión ambiental.
- Disminución de volumen de desechos sólidos y efluentes.
- Disminución de la toxicidad de los desechos sólidos y efluentes
- Disminución de emisiones de gases efecto invernadero
- Conlleva al cumplimiento de las normas y regulaciones ambientales existentes.

**El objetivo de la Producción más Limpia, es aumentar la productividad, mejorar los procesos productivos y de servicio, calidad del producto, disminución de costos por el aprovechamiento de materia prima, agua y energía.**

#### 2.4.3 Beneficios Sociales y laborales

- Mejores condiciones para la población aledaña a las industrias.
- Mejoramiento de la calidad de vida a través de la conservación del medio ambiente.
- Reducción de la tasa de enfermedades en la población provocada por la

Elaborado por el Centro Guatemalteco de Producción más Limpia



**4.1 Opciones de Producción Más Limpia**

Una vez que se conocen las fuentes y causas de los residuos y de las emisiones, la evaluación de Producción Más Limpia entra en la fase creativa. Con el diagrama de flujo del proceso y el balance de materiales a la mano, se puede elegir la operación unitaria, material o flujo de residuos o emisiones que se desee revisar con mayor urgencia ó interés.

Se debe ahora buscar posibles maneras de incrementar la eficiencia y reducir los residuos, las emisiones y las pérdidas de energía. Encontrar opciones depende del conocimiento y la creatividad de sus miembros de equipo, mucho de lo cual surge de la educación y de la experiencia de trabajo de cada uno. Muchas soluciones de Producción Más Limpia son concluidas por el análisis cuidadoso de las causas de un problema.

**4.2 ¿Qué son Opciones de Producción Más Limpia?**

Son medidas y/o estrategias preventivas que nos conducen a ahorros de recursos utilizados en el proceso productivo o en empresas del sector servicio.

**4.3 ¿Cómo se generan Opciones?**

A través de la búsqueda de mejoras en los procesos y servicios que realizan las diferentes industrias, es decir por medio de la generación de ideas a lo largo de la

identificación de los problemas que nos generan desechos y emisiones. En esta etapa se debe de elaborar una lista de lluvia de ideas para posibles soluciones de los problemas encontrados a lo largo de la identificación de los puntos que generan desechos y emisiones.

Cada medida deberá describirse y clasificarse, haciendo una referencia a como se desarrolla actualmente y como probablemente se puede llevar a cabo en un futuro al implementarse la opción de P+L.

Una vez que un número de opciones de Producción Más Limpia han sido sugeridas y registradas, deben ser ordenadas en las que pueden ser implementadas directamente y las que requieren investigación posterior.

Es útil seguir los siguientes pasos:

- Organizar las opciones de acuerdo a las unidades de operación o áreas de proceso, o de acuerdo a categorías de entrada/salida (E.): problemas que causan alto consumo de agua).
- Identificar cualquier interferencia mutua, porque la implementación de una opción puede afectar a otra.
- Las oportunidades que no tienen costo o tienen bajo costo, que no requieren un estudio de factibilidad extenso, o que son relativamente fáciles de implementar, deben de ser implementadas de inmediato.
- Las oportunidades que son claramente no factibles, o no pueden ser implementadas deben ser eliminadas de la lista de opciones para estudio posterior.

**4.4 Clasificación de las Opciones de P+L**

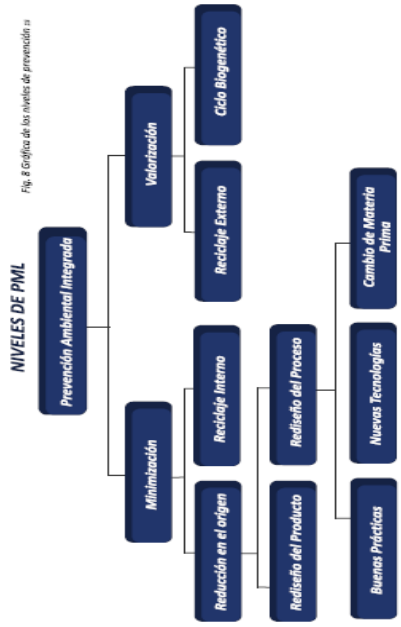
Sobre la base de estos factores, existen varias estrategias que apuntan hacia la mejora del proceso productivo y desempeño ambiental de la empresa. Debe hacerse notar que durante los procesos de evaluación de P+L pudo haberse identificado un número de posibilidades obvias para mejoras inmediatas. Con el fin de ir más lejos es en ocasiones útil dividir el proceso de manera conceptual en varios elementos esenciales.

Las opciones de P+L se clasifican en: Buenas Prácticas Operativas, sustitución de materiales, cambios tecnológicos, reciclaje interno, rediseño de producto, y reciclaje externo. La figura 8 muestra los niveles de prevención de la P+L.

**4.4.1 Buenas Prácticas Operativas**

Las Buenas Prácticas Operativas (BPO) se basan en la puesta en marcha de una serie de procedimientos destinados a mejorar y optimizar los procesos productivos y a promover la participación del personal. Actividades con el objetivo de eliminar desperdicios o uso excesivo de insumos y tiempo, minimizando los residuos, las emisiones y los consumos energéticos.

Las BPO son un conjunto ordenado de propuestas eco-eficientes que no representan un gran esfuerzo para la empresa, (sencillas y de pequeñas inversiones)<sup>16</sup>, no significan modificar sus procesos, ni sistemas de gestión y que se pueden llevar a término en la empresa para reducir su impacto ambiental<sup>17</sup>.



Dentro de la empresa, podemos diferenciar BPO para desarrollar en el área de procesos productivos, almacenaje de los productos, generación y gestión de los residuos, oficinas, entre otros. Son también medidas con procedimientos administrativos o institucionales que una industria usa para aumentar rentabilidad.

4.4.2 Sustitución de Materiales

Los cambios en las entradas de los materiales favorecen la minimización de residuos, reduciendo o eliminando los materiales peligrosos que entran al proceso de producción. Así mismo, los cambios en la entrada de materiales ayudan a evitar la generación de residuos peligrosos dentro de los procesos de producción. Estos cambios incluyen purificación de los materiales y sustitución de los mismos.

4.4.3 Cambios Tecnológicos

Modificaciones del proceso y del equipo para reducir los residuos, prioritariamente en el Ciclo de Producción. Estos cambios incluyen: Cambios en los Procesos de Producción, Cambios en los Equipos, Flujo de Materiales o Tuberías de Conducción, Uso de la Automatización y Cambios en las Condiciones de Operación de los Procesos.

4.4.4 Reciclaje Interno

En términos prácticos, la reutilización dentro de una actividad productiva se puede realizar a partir de tres acciones fundamentales:

- Volver a introducir un material dentro de la línea de flujo a la que pertenece.
- Volver a utilizar un material, dentro del mismo proceso productivo, pero no dentro de la misma línea de flujo.
- Utilizar el material no dentro de la misma actividad industrial, sino como insumo o materia prima para otra actividad industrial.

4.5.5 Modificación del Producto

Los cambios de producto se realizan con la intención de reducir los residuos que resultan del uso de un producto. Puede incluir sustitución del producto, mejoramiento de la conservación del producto y cambios en la constitución del producto.

4.5 Análisis de Opciones

La siguiente etapa es realizar un estudio de factibilidad a las opciones, aquí se presenta la factibilidad técnica, económica y ambiental de las opciones generadas.

**Factibilidad Técnica:** La factibilidad técnica determinará si la opción requerirá cambios de personal, operaciones adicionales y de mantenimiento, además de capacitación adicional del personal, entre otros. Se debe de presentar un resumen de esta factibilidad para el total de las opciones presentadas.

**Factibilidad Económica:** La factibilidad económica es frecuentemente un parámetro clave para determinar si una

opción debe ser implementada o no. Cada empresa tiene sus propios criterios financieros para seleccionar proyectos que puedan implementarse. Las opciones de producción más limpia que no se sujeten a una evaluación económica racional pueden resultar en un fracaso económico y desalentar cualquier iniciativa futura respecto a la producción más limpia.

En esta etapa se pueden presentar opciones sin costo, bajo costo, mediano y alto costo, esto dependerá de las actividades que se deben de llevar a cabo para la implementación y del tamaño de la empresa ya que por ejemplo lo que puede resultar de bajo costo para una empresa puede darse el caso que es de alto costo para otra empresa, (grande y pequeña empresa).

Todas las opciones evaluadas deben presentarse en una tabla listando el número, el nombre, la inversión y los ahorros estimados en unidades monetarias (se recomienda presentarse en dólares para que exista mantenimiento de valor en el tiempo).

Tabla 3. Ejemplo de tabla sugerida para mostrar factibilidad económica de las opciones

No.	Opción	Inversión	Ahorros (US \$)

Luego en una tabla igual que la anterior deberá de presentarse los valores presentes netos (VPN) de las opciones donde es posible calcularlos, considerando los ahorros como anualidades, con una tasa mínima de retorno que contenga el costo de oportunidad desde el punto de

vista del inversionista. El valor Presente Neto es una forma de medir la rentabilidad de las inversiones, mientras mayor sea éste, más rentable puede considerarse la opción. Además debe de incluirse el periodo de recuperación de la opción es decir: el tiempo que toma recuperar el efectivo inicial del proyecto. La formula para calcular el periodo de recuperación:

PR= Inversión de Capital (US \$)/Ahorros anuales US \$/año

La tabla 4 muestra como se debe presentar las opciones de P+L evaluadas a través de VPN, TIR y PR.

Tabla 4. Ejemplo de P+L evaluado e ítems de VPN, TIR y PR

No.	Opción	VPN (US \$)	TIR (%)	PR

**Factibilidad Ambiental:** Una de las metas de producción más limpia es mejorar el desempeño ambiental de las empresas. Por lo tanto es fundamental llevar a cabo esta factibilidad, en muchos casos, la ventaja ambiental es obvia; una reducción neta de toxicidad y/o cantidad de residuos y de las emisiones. En caso de que cambie un proceso o un producto, se deben calcular las ventajas ambientales a lo largo de la implementación.

En muchos casos no es posible reunir toda la información necesaria para hacer una buena evaluación ambiental, o la información de los efectos ambientales de un producto sencillamente podrán no estar disponibles. En estos casos se tendrá





que hacer una evaluación cualitativa, con base a la información disponible.

Será de mucha ayuda y apoyo el beneficio ambiental estimado en la descripción de la opción y medida descrita ya que la factibilidad ambiental resume los datos de reducción y/o minimización de los desechos, emisiones, consumo de agua y energía, este último expresado en unidades de CO<sub>2</sub> reducidos o cantidad que se dejará de emitir anualmente, (desechos y emisiones), y ahorrar anualmente (agua y energía) todos bajo la base de una estimación razonable.

El ejemplo de la tabla siguiente muestra la forma sugerida de presentar los resultados de la factibilidad ambiental:

No. de Opción que genera el ahorro ambiental	Ahorros ambientales anuales
	Reducción en la cantidad de metros cúbicos de agua.
	Reducción de la cantidad de kWh producidos.
	Reducción de kg. de materia prima en el efluente.
	Reducción de la cantidad de CO <sub>2</sub> emitido en el ambiente.

Tabla 5. Factibilidad Ambiental de las Opciones de P+L.

## Eufemismos de residuos

- Barreduras
- Basura
- Chatarra
- Defectos
- Derroche
- Devoluciones
- Disolventes usados
- Efluentes
- Embalajes
- Envases
- Fugas
- Impurezas
- Limpiezas
- Lodos
- Muestras residuales
- No conformidades
- Olores
- Pérdidas de depósitos
- Pérdidas de proceso
- Pérdidas de rendimiento
- Pérdidas en stockage
- Polvo
- Productos defectuosos
- Productos obsoletos
- Pruebas
- Purga
- Rechazos
- Reprocesos
- Segundas marcas
- Sobrepeso
- Sobreproducción
- Subproducto
- Tortas
- Vertido
- Vertidos de limpieza