



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

**PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS  
SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS**

**José Francisco Roca Ramírez**

Asesorado por la Inga. Rocío Carolina Medina Galindo

Guatemala, noviembre de 2013



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS  
SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**JOSÉ FRANCISCO ROCA RAMÍREZ**

ASESORADO POR LA INGA. ROCÍO CAROLINA MEDINA GALINDO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERO INDUSTRIAL**

GUATEMALA, NOVIEMBRE DE 2013



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
EXAMINADOR	Ing. Hugo Leonel Alvarado de León
EXAMINADOR	Ing. Byron Gerardo Chocooj Barrientos
EXAMINADOR	Ing. José Francisco Gómez Rivera
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 DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha de octubre de 2011.

**José Francisco Roca Ramírez**





Guatemala 18 de octubre de 2012

Señor Ingeniero  
Cesar Ernesto Urquizú, Director  
Escuela Mecánica Industrial  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala  
Ciudad Universitaria, zona 12

Estimado Ingeniero Urquizú:

Es un agrado comunicarle que el trabajo de graduación denominado:  
**“PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS”**, ha sido aceptado por la suscrita y pertenece al señor estudiante en la carrera de Ingeniería Industrial JOSÉ FRANCISCO ROCA RAMIREZ, carne No. 1998-12430.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para saludarlo y desearle éxito en el desempeño de sus actividades, cordialmente,

Inga. Rocío Carolina Medina Galindo  
Secretaria Adjunta  
Facultad de Ingeniería  
Universidad de San Carlos de Guatemala

Rocío Carolina Medina Galindo  
Ingeniera Industrial  
Cpl. 8957





REF.REV.EMI.192.013

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS**, presentado por el estudiante universitario **José Francisco Roca Ramirez**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODÓS”

Ing. Jaime Roberto Ruiz Díaz  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

*Jaime Roberto Ruiz Díaz*  
Ingeniero Industrial  
Col. 3182

Guatemala, octubre de 2013.

/mgp





REF.DIR.EMI.307.013

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 **PROPUESTA DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS**, presentado por el estudiante universitario **José Francisco Roca Ramírez**, 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, noviembre de 2013.

/mgp



Universidad de San Carlos  
de Guatemala

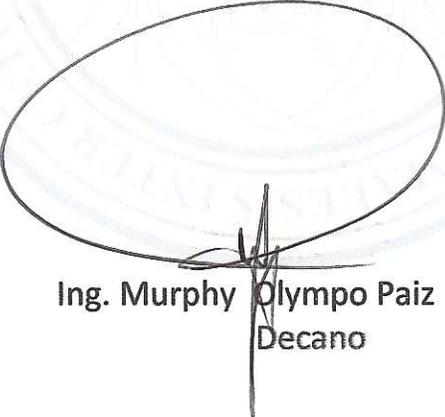


Facultad de Ingeniería  
Decanato

DTG. 817.2013

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 DE UN PLAN PARA EL CONTROL Y MANEJO DE DESECHOS SÓLIDOS, GENERADOS POR UNA PLANTA DE REENCAUCHE DE LLANTAS**, presentado por el estudiante universitario José Francisco Roca Ramírez, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Ing. Murphy Olympo Paiz Recinos  
Decano

Guatemala, 14 de noviembre de 2013

/gdech





## **ACTO QUE DEDICO A:**

- Dios** Por permitirme terminar esta meta en mi vida.
- Mi madre** Anabela Ramírez Pozuelos, por todo el apoyo que me ha brindado, lo que me ha dado fuerzas para continuar.
- Mis hermanos** Jorge Rony Roca y María Fernanda Ramírez, por inspirarme y alentarme a seguir adelante.
- Mi cuñada** Marlen Villafuerte, por su amistad y apoyo.
- Mi asesora** Ingeniera Rocío Medina, por sus consejos y guiarme en la realización de este trabajo.
- Mis amigos** Por todos los momentos que compartimos dentro de nuestra querida Facultad.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	VII
GLOSARIO .....	XI
RESUMEN.....	XV
OBJETIVOS.....	XVII
INTRODUCCIÓN .....	XIX
1. ANTECEDENTES GENERALES .....	1
1.1. La empresa .....	1
1.1.1. Historia .....	1
1.1.2. Ubicación .....	2
1.1.3. Visión.....	2
1.1.4. Misión .....	2
1.1.5. Política de calidad.....	3
1.1.6. Objetivos de calidad .....	3
1.2. Distribución organizacional .....	3
1.3. Tipos de productos que comercializa.....	4
1.3.1. Reencauche de llantas .....	4
1.3.2. Llanta nueva .....	5
1.4. Marco conceptual desechos sólidos .....	5
1.4.1. Definición .....	6
1.4.1.1. Clasificación .....	7
1.4.1.2. Desechos sólidos orgánicos.....	8
1.4.1.3. Desechos sólidos inorgánicos.....	9
1.4.1.4. Desechos peligrosos .....	10
1.4.2. Tratamiento de los desechos.....	13

1.4.2.1.	Reciclaje .....	13
1.4.2.2.	Reutilización .....	14
1.4.2.3.	Recuperación.....	15
1.4.3.	Manejo de los desechos.....	15
1.4.3.1.	Manipulación y separación .....	15
1.4.3.2.	Recolección .....	16
1.4.3.3.	Almacenaje .....	16
1.4.3.4.	Transporte .....	17
1.4.3.5.	Eliminación .....	18
2.	ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL .....	21
2.1.	Diagnóstico en planta .....	21
2.1.1.	Análisis de proceso .....	23
2.1.2.	Pasos del proceso:.....	24
2.1.2.1.	Paso 1: recepción .....	24
2.1.2.2.	Paso 2: inspección inicial .....	25
2.1.2.3.	Paso 3: raspado de casco .....	26
2.1.2.4.	Paso 4: cardeo.....	28
2.1.2.5.	Paso 5: reparaciones .....	29
2.1.2.6.	Paso 6: rellenado .....	30
2.1.2.7.	Paso 7: embandado.....	31
2.1.2.8.	Paso 8: cámaras de vitalizado en frío ...	32
2.1.2.9.	Paso 9: inspección final .....	32
2.1.3.	Balance de materiales en proceso .....	35
2.2.	Manejo de desechos sólidos críticos .....	37
2.2.1.	Acondicionamiento.....	37
2.2.2.	Transporte interno .....	40
2.2.3.	Almacenamiento .....	40
2.2.4.	Recolección.....	41

2.2.5.	Disposición final.....	42
2.3.	Planta de reencauche .....	43
2.3.1.	Manejo de los desechos .....	43
2.3.1.1.	Ambiente de trabajo .....	43
2.3.1.2.	Accidentes laborales .....	44
2.4.	Medición de cantidad de desechos sólidos generados.....	45
3.	PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE MEDICIÓN Y MANEJO DE DESECHOS .....	47
3.1.	Diagnóstico en planta .....	47
3.1.1.	Acondicionamiento .....	54
3.1.1.1.	Depósitos para recolección y almacenaje.....	54
3.1.1.2.	Codificación por color.....	55
3.1.2.	Almacenamiento .....	56
3.1.2.1.	Frecuencia de descargas .....	57
3.1.3.	Transporte interno .....	57
3.1.3.1.	Método de transporte .....	58
3.1.4.	Disposición final.....	58
3.2.	Señalización.....	59
3.2.1.	Señales de prohibición .....	59
3.2.2.	Letreros de peligro.....	60
3.2.3.	Letreros de instrucción .....	61
3.3.	Análisis de costo del plan para manejo de desechos sólidos ...	62
3.4.	Medición de los desechos sólidos.....	65
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	67
4.1.	Planificación de recursos .....	67
4.1.1.	Recurso humano .....	67

	4.1.1.1.	Designación de grupo de gestión ambiental .....	67
	4.1.1.2.	Designación del personal encargado de recolección de desechos .....	69
	4.1.2.	Recurso material .....	69
4.2.		Programa de divulgación y capacitación .....	69
	4.2.1.	Divulgación.....	70
	4.2.1.1.	Realización de afiches.....	70
	4.2.2.	Conferencias.....	71
	4.2.2.1.	Cronograma de conferencias.....	71
	4.2.2.2.	Catedráticos de conferencias .....	73
4.3.		Procedimiento para el control y manejo de desechos sólidos ...	73
	4.3.1.	Elaboración de procedimiento .....	73
	4.3.1.1.	Objetivo.....	74
	4.3.1.2.	Alcance .....	74
	4.3.1.3.	Responsabilidades .....	74
	4.3.1.4.	Desarrollo .....	75
	4.3.1.5.	Definiciones .....	75
	4.3.1.6.	Anexos.....	75
	4.3.1.7.	Control de cambios.....	76
	4.3.2.	Divulgación de procedimiento .....	76
5.		DIAGNÓSTICO AMBIENTAL.....	77
	5.1.	Ubicación geográfica.....	77
	5.2.	Ubicación político administrativa .....	77
	5.3.	Descripción del marco legal y entidades gubernamentales.....	77
	5.4.	Características ambientales del área de influencia .....	79
	5.5.	Impactos al ambiente .....	79
	5.5.1.	Ruido.....	80

5.5.2.	Aguas residuales domésticas y pluviales .....	81
5.5.3.	Desechos sólidos.....	82
5.5.4.	Emisiones a la atmósfera .....	82
5.6.	Análisis de impactos por operación .....	82
5.6.1.	Calidad del aire.....	82
5.6.2.	Ruido .....	83
5.6.3.	Agua superficial y subterránea .....	83
5.6.4.	Desechos sólidos.....	84
5.7.	Medidas a implementar por la operación de la planta de reencauche .....	84
5.7.1.	Calidad del aire.....	84
5.7.2.	Ruido .....	86
5.7.3.	Agua superficial y subterránea .....	87
5.7.4.	Seguridad ocupacional e industrial .....	90
6.	PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA .....	93
6.1.	Seguimiento.....	93
6.1.1.	Indicadores de medición .....	93
6.1.2.	Análisis de datos.....	100
6.1.3.	Control de registros .....	107
6.1.4.	Evaluación del programa de divulgación y capacitación.....	107
6.1.4.1.	Evaluación teórica .....	107
6.1.4.2.	Evaluación práctica .....	108
6.2.	Mejora continua .....	108
6.2.1.	Programa 5´s: <i>Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke</i> .....	108
6.2.2.	Auditorias de gestión ambiental:.....	110
6.3.	Acciones preventivas .....	114

6.4. Acciones correctivas.....	115
CONCLUSIONES.....	117
RECOMENDACIONES .....	119
BIBLIOGRAFÍA .....	121
APÉNDICES.....	123

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

1.	Organigrama general industria de reencauche .....	3
2.	Ejemplos de desechos orgánicos.....	9
3.	Ejemplos de desechos inorgánicos.....	10
4.	Ejemplos de desechos peligrosos.....	12
5.	Almacenaje de desechos .....	17
6.	Transporte de desechos .....	18
7.	Eliminación de desechos sólidos .....	19
8.	Recepción de cascos .....	25
9.	Inspección inicial .....	26
10.	Raspado de llantas .....	27
11.	Cardeo .....	28
12.	Reparaciones .....	29
13.	Rellenado .....	30
14.	Embandado.....	31
15.	Cámaras de vitalizado.....	32
16.	Inspección final .....	33
17.	Diagrama de operaciones del proceso de reencauche .....	34
18.	Desecho de nylon en planta de reencauche .....	39
19.	Desecho de polvo de hule en planta de reencauche .....	39
20.	Forma en que se almacenan los desechos.....	41
21.	Recolección de desechos .....	42
22.	Fotografías de las áreas destinadas para almacenaje.....	57
23.	Fotografía de pallet para el transporte de desechos .....	58

24.	Ejemplos de señales de prohibición .....	60
25.	Ejemplos de señales de peligro .....	61
26.	Ejemplos de señales de instrucción.....	62
27.	Grupo de gestión ambiental.....	68
28.	Ejemplo de afiche a implementar .....	71
29.	Cuadro de control de cambios.....	76
30.	Gráfico de barras de polvo de hule reciclado en toneladas .....	97
31.	Gráfico de barras de papel y cartón reciclado en libras.....	98
32.	Gráfico de barras de nylon reciclado en Libras .....	99
33.	Gráfico de barras de metal reciclado en libras .....	100
34.	Gráfico de control P para desperdicio de cojín .....	101
35.	Gráfico de control P para desperdicio de <i>strip stock</i> .....	102
36.	Gráfico de control P para desperdicio de banda.....	103
37.	Gráfico de control P para desperdicio de extruder .....	104
38.	Gráfico de la disposición de residuos sólidos .....	106
39.	Diagrama de Causa y Efecto.....	114

## TABLAS

I.	Composición de materiales utilizados para producir una llanta .....	5
II.	Matriz FODA ámbito interno .....	22
III.	Matriz FODA ámbito externo .....	23
IV.	Balance de materiales en proceso .....	35
V.	Acondicionamiento de desechos sólidos en planta de reencauche.....	38
VI.	Disposición final de desechos sólidos en planta de reencauche .....	42
VII.	Problemas en la salud asociados al manejo de residuos sólidos .....	44
VIII.	Entradas y salidas proceso de reencauche de llantas.....	48
IX.	Clasificación de gravedad.....	51
X.	Clasificación de frecuencia .....	51

XI.	Clasificación de control operacional.....	51
XII.	Determinación de aspectos e impactos ambientales .....	52
XIII.	Tipo de depósitos para la disposición de desechos sólidos.....	55
XIV.	Codificación de colores para los recipientes de almacenamiento de desechos sólidos.....	56
XV.	Disposición final de desechos generados en planta de reencauche...	59
XVI.	Costos de inversión inicial.....	63
XVII.	Cantidad de desechos mensuales en libras.....	63
XVIII.	Precio de venta por libra de desechos sólidos generados en la planta de reencauche.....	64
XIX.	Ingreso mensual por venta de desechos sólidos .....	64
XX.	Cronograma del programa de conferencias .....	72
XXI.	Resultados medición de ruido planta de reencauche.....	80
XXII.	Plan de mantenimiento preventivo para camiones.....	85
XXIII.	Condiciones para el mantenimiento y control de pozo séptico .....	87
XXIV.	Programa para el uso eficiente y ahorro del agua.....	89
XXV.	Condiciones de riesgo en planta de reencauche de llantas .....	91
XXVI.	Índice mensual de libras de cojín desperdiciado.....	94
XXVII.	Índice mensual de libras de <i>strip stock</i> desperdiciado .....	95
XXVIII.	Índice mensual de libras de banda desperdiciada .....	95
XXIX.	Índice mensual de libras de extruder desperdiciado .....	96
XXX.	Índice mensual de toneladas de polvo de hule reciclado .....	96
XXXI.	Índice mensual de libras de papel y cartón reciclado.....	97
XXXII.	Índice mensual de libras de plástico reciclado .....	98
XXXIII.	Índice mensual de libras de metal reciclado .....	99
XXXIV.	Disposición de residuos sólidos de enero a junio.....	105
XXXV.	Pasos para implementar la metodología 5´s.....	109
XXXVI.	Programa de auditorías.....	112



## GLOSARIO

<b>Abridor mecánico</b>	Aparato hidráulico utilizado para separar las pestañas de la llanta para obtener una mejor visión dentro de la misma.
<b>Alineación</b>	Corrección mecánica de los ángulos del tren delantero del vehículo según especificaciones del fabricante.
<b>Almacenaje</b>	Acción de retener temporalmente desechos, mientras no se entreguen al servicio de recolección, para su posterior disposición.
<b>AMSA</b>	Autoridad para el Manejo Sustentable de la Cuenca y del Lago de Amatitlán.
<b>Balanceo de llantas</b>	Compensación del peso del ensamblado de la llanta y del rin, después de que se monta la llanta.
<b>Banda de rodadura</b>	Banda exterior de caucho que circunda a la armadura o carcasa del neumático y destinada al contacto con el suelo.
<b>Casco</b>	Armadura o carcasa que forma la estructura de una llanta.

<b>Cemento</b>	Compuesto de hule y químicos que tiene como finalidad adherir la nueva banda de rodamiento con el casco.
<b>Cojín</b>	Materia prima utilizada en la industria de reencauche para adherir parches.
<b>Compostaje</b>	Materia orgánica procedente de residuos agrícolas y de la jardinería tratados para acelerar su descomposición y ser utilizados como fertilizante.
<b>CONAP</b>	Consejo Nacional de Áreas Protegidas.
<b>Coordenadas UTM</b>	(En inglés <i>Universal Transverse Mercator</i> , UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección cartográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de <i>Mercator</i> normal, pero en vez de hacerla tangente al ecuador, se la hace tangente a un meridiano.
<b>Extruder</b>	Materia prima utilizada en la industria de reencauche compuesta de hule y químicos, utilizada para rellenar las cavidades dañadas en las llantas.
<b>INAB</b>	Instituto Nacional de Bosques.

<b>ISO 9001</b>	Norma que especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad.
<b>Jumbos</b>	Costales con capacidad de 2 000 libras utilizados para el almacenamiento de polvo de hule.
<b>MARN</b>	Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<b>MEP</b>	Programa de excelencia en manufactura ( <i>Manufacturing Excellence Program</i> ) es un reconocimiento a la excelencia otorgado por el proveedor de materia prima.
<b>Neumático</b>	Pieza de caucho que se coloca en la rueda de diversos vehículos y su función es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el pavimento.
<b><i>Pallet</i></b>	Herramienta con dispositivo hidráulico que ayuda a la movilización de objetos.
<b>Reciclaje</b>	Proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial, para obtener una materia prima o un nuevo producto.

<b>Reencauche de llanta</b>	Proceso que envuelve la remoción de la banda de rodamiento desde la cubierta o casco, la restauración de la cubierta y la colocación de una nueva banda de rodamiento.
<b>Remoción</b>	Separación de la banda de rodamiento del casco mediante raspado.
<b>Rin expandible</b>	Elemento utilizado para sellar la cámara de aire de la llanta.
<b><i>Strip Stock</i></b>	Materia prima utilizada en la industria de reencauche utilizada para nivelar la superficie de la llanta.

## RESUMEN

Actualmente es necesario que las empresas conozcan los impactos que provoca al ambiente por su operación, estos deben ser medidos, analizados y tomar medidas para mitigarlos. El desempeño ambiental de una organización es de importancia para las partes interesadas, internas y externas, una empresa que trabaje con responsabilidad social y ambiental puede lograr ventajas competitivas, dentro de las que se puede mencionar la mejora del desempeño ambiental, mantener buenas relaciones públicas y con la comunidad; mejorar la imagen y participación con el mercado; mejorar el control de costos, entre otros.

Dentro de la problemática que genera un mal control y manejo de desechos sólidos en la planta de reencauche se tiene, entre otros el ambiente inadecuado de trabajo, no así la medición de los desperdicios que afectan en la eficiencia productiva, mala imagen de los clientes que visitan la planta, y dentro del ámbito de responsabilidad social empresarial no se cuenta con un tratamiento que disminuya el efecto medio ambiental, esto sin mencionar que la empresa está dejando de percibir un ingreso económico, el cual puede no ser significativo, sin embargo, este ingreso serviría para hacer del proyecto auto sustentable.

Un eficiente manejo y control de desechos sólidos permitirá a la empresa cumplir con su compromiso social, además, de crear mejoras en el proceso productivo, ya que se contará con un medio para medir y monitorear la cantidad de desperdicio y tomar las acciones que amerite, ya sean para reducir el desperdicio de materia prima e insumos o aumentar la cantidad de desechos recolectados de otros materiales con los cuales son embaladas las materias

primas utilizadas en el proceso de reencauche, por otra parte, ayudará a mejorar la imagen de la empresa tanto con sus proveedores como con sus clientes.

# OBJETIVOS

## General

Diseñar la propuesta de un plan para el manejo y control de desechos sólidos para la planta de producción en una empresa de reencauche de llantas.

## Específicos

1. Describir el proceso de producción de reencauche de llantas.
2. Reducir la disposición inadecuada de residuos.
3. Recopilar información sobre cada uno de los residuos para que sirva de base en futuras acciones.
4. Realizar un inventario y monitoreo de los desechos generados en las diferentes etapas del proceso de producción.
5. Minimizar los impactos generados por los desechos sólidos en el medio ambiente.
6. Evaluar la eficacia del plan de manejo de desechos sólidos, mediante indicadores de medición.



## INTRODUCCIÓN

La generación de desechos sólidos es parte indisoluble de las actividades que realiza una organización. Considerando que dentro de las etapas del ciclo de vida de los desechos sólidos (generación, transporte, almacenamiento, recolección, tratamiento y disposición final), las empresas constituyen el escenario fundamental, en el que se desarrollan y se vinculan las diferentes actividades asociadas al manejo de los mismos. Resulta esencial el tratamiento acertado de los temas y su consideración de forma priorizada en el contexto de las actividades de gestión ambiental, a través de los cuales se fomente el establecimiento de esquemas de manejo seguro que garanticen un mayor nivel de protección ambiental, como parte de las metas y objetivos de los diferentes sectores productivos y de servicios, en función del perfeccionamiento empresarial.

Para analizar la problemática actual, por el mal manejo de los desechos sólidos generados como primer punto, se debe conocer a qué se dedica la empresa, cuál es su planeación estratégica y sus principales conceptos que involucran el manejo y control de desechos sólidos.

Teniendo en cuenta que la gestión de los residuos es ahora una cuestión económica y ecológica de gran importancia, es necesario que se realice un análisis de la situación actual en la planta, para lo cual se realizó un estudio de las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas que se tienen por no contar con un manejo adecuado de desechos sólidos en la planta de producción. Teniendo este panorama general se procedió a realizar una descripción del proceso de reencauche de llantas y un balance de materia en

proceso con el fin de determinar cuáles son los materiales y accesorios que se utilizan y los desechos que se generan de los mismos.

Teniendo la información de la situación en la que se encuentra actualmente la empresa, se describe una propuesta para minimizar las oportunidades y amenazas descritas, en la cual se presenta una forma viable para el acondicionamiento, almacenamiento, transporte y disposición final, así como el análisis financiero para llevar a cabo la propuesta utilizando la razón de beneficio/costo.

Para llevar a cabo la implementación de la propuesta se tomó en cuenta la planificación de los recursos tanto materiales como humanos; dentro de esta planificación se formó un grupo de gestión ambiental quienes serán los responsables que el plan funcione. Asimismo se contempló un programa de divulgación y capacitación para darlo a conocer a todo el personal involucrado.

Por último se presenta un programa para la mejora continua del plan de desechos sólidos, en el cual se describe una serie de indicadores de desempeño ambiental que pueden servir a la organización para poder medir el desempeño de dicho plan y para visualizar la tendencia de estos indicadores se proponen gráficos de control para determinar si la variabilidad de los datos es por causas aleatorias o causas asignables.

# **1. ANTECEDENTES GENERALES**

## **1.1. La empresa**

Está constituida para la comercialización y venta de artículos de caucho y sus derivados. Dentro de estas actividades destaca la producción y comercialización de llanta reencauchada.

### **1.1.1. Historia**

Empresa familiar que nace en el 2004, tras la premura de otra opción de proveedores de reencauche. Creándose como una comercializadora de llanta nueva y reencauche.

En el 2005, los directivos toman la decisión de ejecutar el proyecto de instalar la planta de producción enfocada al reencauche, en septiembre de 2006 comienza con sus primeras producciones con maquinaria fabricada por sus propietarios.

En el 2008 se inaugura la nueva planta de reencauche con maquinaria de alta tecnología proveniente de Brasil, Estados Unidos y México.

En el 2010, la empresa realiza una redistribución en su planta física, ya que adquiere mejoras en el sistema de monovía, almacenamiento de materia prima y producto terminado, siempre enfocado a la mejora continua y satisfacción del cliente. A mediados de este año, la empresa recibe el apoyo de otra reconocida

marca de materia prima: Hules Banda, y retoma el servicio de llantas originales, haciendo alianza con diferentes proveedores.

Actualmente, la empresa está consolidada por un excelente equipo de trabajo en el área de producción y comercial, capacitado y cuenta con el respaldo de reconocidas marcas de materia prima para el reencauche, llantas originales, rines y neumáticos; siendo así la mejor opción para distribuidores, flotas y usuarios finales.

### **1.1.2. Ubicación**

La ubicación político administrativa de la planta de reencauche se encuentra en la 8 calle 14-41 zona 4 El Zarzal, Villa Nueva, municipio del departamento de Guatemala.

### **1.1.3. Visión**

“Ser la empresa líder en reencauche a nivel regional, brindando a nuestros clientes productos y servicios para eficientizar sus flotas de transporte.”

### **1.1.4. Misión**

“Alcanzar el liderazgo en el mercado de reencauche de Centro América con el fin de exceder los objetivos financieros y de crecimiento de nuestros accionistas.”

### 1.1.5. Política de calidad

“Somos una empresa enfocada a la satisfacción del cliente a través del proceso de reencauche. Buscamos la mejora de los procesos en beneficio de nuestros clientes.”

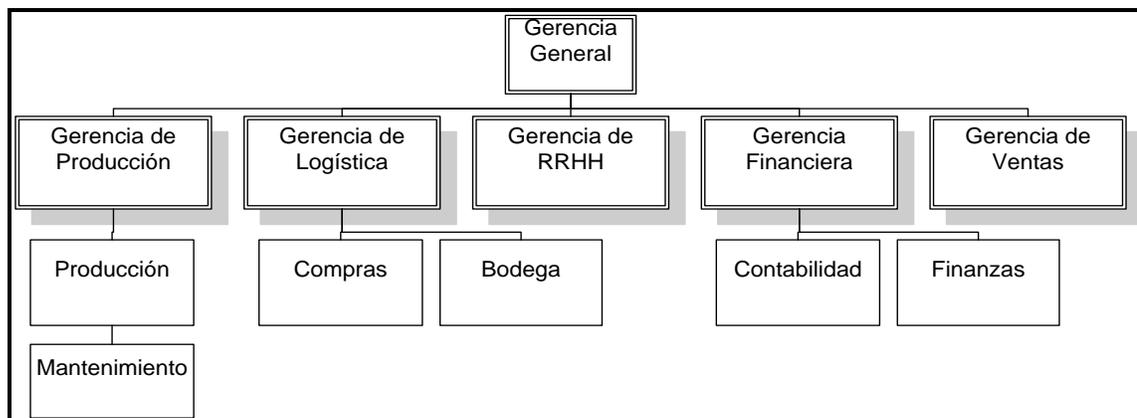
### 1.1.6. Objetivos de calidad

- Entregar las llantas reencauchadas en el tiempo establecido
- Satisfacer las necesidades de los clientes
- Mejorar los procesos

### 1.2. Distribución organizacional

Es la forma en que está distribuido el personal dentro de la industria, en la figura 1 se presenta un organigrama general de la industria de reencauche estudiada.

Figura 1. Organigrama general industria de reencauche



Fuente: Industria de reencauche.

### **1.3. Tipos de productos que comercializa**

La industria de reencauche motivo de estudio comercializa diversos productos, todos relacionados con la fabricación de llantas, entre estos productos es posible mencionar.

#### **1.3.1. Reencauche de llantas**

El reencauche de llanta es un proceso simple que envuelve la remoción de la banda de rodamiento desde la cubierta o casco, la restauración de la cubierta y la colocación de una nueva banda de rodamiento.

Los beneficios del reencauche de llantas son diversos, entre ellos se puede encontrar que:

- El rendimiento kilométrico es similar a la llanta nueva, menor costo por kilómetro.
- El costo de la llanta reencauchada es entre el 30 y el 50 por ciento menos que la nueva.
- El reencauche se puede hacer en diferentes diseños, sin tener en cuenta el diseño de la llanta original.
- Disminuye los desechos sólidos (impacto ambiental).
- Contribuye al ahorro de energía, pues reencauchar conserva cientos de millones de galones de petróleo cada año.

### 1.3.2. Llanta nueva

La llanta es un conjunto de componentes que se fabrican y ensamblan con el fin de garantizar su correcto funcionamiento. Cada uno de los componentes posee una función específica y es constituido por una mezcla particular de materias primas.

Las llantas están compuestas de una gran cantidad de materiales que les dan sus características dependiendo del uso al cual se destinan. La tabla No. 1 nos enseña la composición típica de las llantas radiales.

Tabla I. **Composición de materiales utilizados para producir una llanta**

Material	Composición (%)	
	Camiones	Automóviles
Caucho natural	27	14
Caucho sintético	14	27
Negro de humo	28	28
Acero	15	14
Antioxidantes y rellenos	16	17

Fuente: [http://materias.fi.uba.ar/6715/Material\\_archivos](http://materias.fi.uba.ar/6715/Material_archivos). Consulta: 14 de enero de 2013.

### 1.4. Marco conceptual desechos sólidos

Los desechos sólidos representan un problema desde el punto de vista ambiental, tanto en cantidad como tipo de desecho, ya que son generados por todas las personas y de forma diaria; en los siguientes párrafos se tratará los puntos más importantes respecto estos desechos.

### **1.4.1. Definición**

El concepto de desecho sólido es el que se aplica a todo tipo de residuo o desecho que genera el ser humano a partir de su vida diaria y, que tienen forma o estado sólido a diferencia de los desechos líquidos o gaseosos. Los desechos sólidos son los que ocupan un mayor porcentaje en el total de desechos o residuos que el ser humano genera debido a que gran parte de lo que se consume o se utiliza en la vida cotidiana deja desechos de este tipo. Además, los desechos sólidos son también, los que ocupan mayor espacio al no asimilarse al resto de la naturaleza y al permanecer muchos de ellos por años e incluso siglos en el terreno.

El estilo de vida actual de la mayor parte de la población mundial está basado en el consumo de productos y bienes de todo tipo que generan un importante porcentaje de residuos sólidos por contar con diferentes tipos de envases, empaques y formas de presentación. Así, desde los comestibles pasando por productos de limpieza, elementos tecnológicos, ropa y muchos otros son presentados y vendidos siempre en paquetes hechos, normalmente en materiales como plástico o vidrio; todos elementos que se pueden recuperar pero que tardan mucho tiempo en desaparecer, para esto es importante promover el acopio constante de residuos de todo tipo. Al mismo tiempo, muchos de estos residuos sólidos, como las pilas, metales o el mismo plástico, son extremadamente contaminantes para el suelo, el agua y el aire.

El problema actual de los desechos o residuos sólidos es de gran magnitud, ya que este estilo de vida mencionado, que se basa en el consumo, no toma en cuenta la generación de formas nuevas y más sustentables que hagan que se pueda acceder a los mismos elementos, pero sin tantos envases.

Muchos países y localidades cuentan con sistemas de diferenciación y reciclado de los desechos sólidos a fin de darles dentro de lo posible una reutilización y, así disminuir la generación de residuos de todo tipo.

#### **1.4.1.1. Clasificación**

Existen varias definiciones para el concepto de residuo, que en algunos aspectos son similares a las definiciones de desecho, basura o desperdicio.

Habitualmente se entiende que basura o desechos, son materiales que sobran de algo, no sirven a nadie y solo son una molestia. Esta es la misma concepción que se da a la palabra residuo.

Sin embargo, se puede hacer una diferencia entre un desecho o basura y de un residuo. Un desecho es un material u objeto que resulta de una actividad cualquiera, que no es útil para el que lo genera o posee, sino que, además no existe otra utilidad para él.

Un residuo en cambio es una sustancia, objeto o material, resultante o sobrante de una actividad, que ya no tiene utilidad en dicha actividad y del cual, su poseedor o generador tiene la intención de desprenderse.

Por lo anterior se puede decir que, los desechos se clasifican según varios criterios, que dependen del tipo de material, estado físico, origen, o su impacto a la salud de las personas y el medio ambiente. De esta forma los desechos se clasifican como a continuación se describe:

#### **1.4.1.2. Desechos sólidos orgánicos**

Son una parte importante de los desechos sólidos municipales. La mayoría se origina, principalmente dentro de los hogares, en los comercios, y de forma secundaria en instituciones y centros industriales.

Los desechos orgánicos son biodegradables y pueden ser procesados en presencia de oxígeno para su compostaje, o en la ausencia de oxígeno mediante la digestión anaeróbica. Ambos métodos producen un efecto acondicionador de suelos, una especie de abono o fertilizante, que si se prepara correctamente, también puede ser utilizado como una valiosa fuente de nutrientes en la agricultura urbana. La digestión anaerobia, también produce gas metano y por tanto supone una importante fuente de bioenergía.

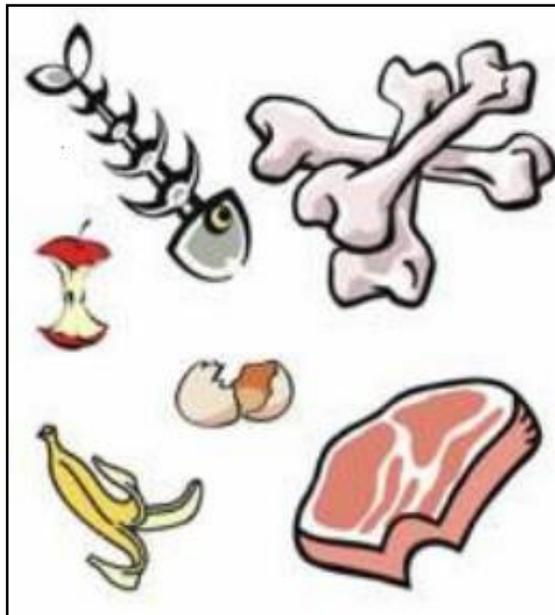
Existen dos fuentes de confusión sobre el término desechos orgánicos. En primer lugar, el término, generalmente no incluye el plástico o el caucho, aunque pertenezcan al mundo de los químicos orgánicos, no se refiere a los polímeros orgánicos.

En segundo lugar, que sea un desecho que se pueda pudrir. Que en el caso de los alimentos no existe ninguna duda, tienden a degradarse muy rápidamente, mientras que algunos otros desechos orgánicos, por ejemplo, el papel, tienden a requerir largos tiempos o condiciones especiales a la biodegradación.

El volumen de residuos y desechos de origen vegetal suponen el 25 por ciento de estos residuos, por ejemplo, los desechos verdes (o de jardín). Lodos (20 por ciento), residuos de alimentos (18 por ciento) y papel y cartón (15 por ciento), la transformación de la madera forma otro 18 por ciento de los residuos

orgánicos. Además de ser un recurso valioso para los suelos pobres en nutrientes, este material genera los más importantes niveles de contaminación cuando se depositan en vertederos. Algunas formas de desechos orgánicos pueden causar problemas de salud pública, tales como enfermedades, malos olores y plagas.

Figura 2. **Ejemplos de desechos orgánicos**



Fuente: <http://www.profesorenlinea.cl/ecologiaambiente/ContaminacionBasura.htm>. Consulta: 10 de febrero de 2013.

#### **1.4.1.3. Desechos sólidos inorgánicos**

Los desechos inorgánicos son aquellos cuya elaboración proviene de materiales que son incapaces de descomponerse o que tardan tanto en hacerlo que sería inútil considerarlos como tales.

Por ejemplo: los plásticos, vidrio (unos 1 000 años) y, por supuesto los metales. Una colilla de un cigarro se descompone a los 5 años. Se puede incluir también el papel y el cartón. Se descompondrán, pero no a la rapidez como lo hace una hoja seca o una cáscara de naranja.

Otros materiales tienen el problema de ser compuestos en su elaboración con la mezcla de varios productos, lo que hace que sea muy difícil su reciclaje. Este tipo de materiales, como los *tetrabriks*, acaban pasando al pilón de los desechos sólidos inorgánicos.

Figura 3. **Ejemplos de desechos inorgánicos**



Fuente: <http://labasuravq.blogspot.com/>. Consulta: 10 de febrero de 2013.

#### **1.4.1.4. Desechos peligrosos**

El término comprende a los desechos peligrosos derivados de todos los productos químicos tóxicos, materiales radiactivos, biológicos y partículas infecciosas.

Estos materiales amenazan a los trabajadores a través de la exposición en sus puestos de trabajo. Asimismo, a todo el público en general en sus hogares, comunidades y medio ambiente. La exposición a estos desechos puede ocurrir cerca del lugar de origen de la producción del desecho, o a lo largo de la ruta de acceso de su transporte, y cerca de sus sitios de disposición final. La mayoría de los residuos peligrosos son el resultado de los procesos industriales que producen subproductos, productos defectuosos, o materiales derramados sin querer o queriendo al medio.

La generación y la eliminación de los desechos peligrosos se controlan a través de una gran variedad de leyes internacionales y, por medio de las normativas nacionales propias de cada país.

El gran desarrollo a nivel industrial que experimentó todo el mundo en las últimas décadas ha producido un gran aumento de la utilización de productos químicos, muchos de ellos con escasos estudios experimentales, solo tangibles a largo plazo, y ello ha ocasionado la previsible cantidad de problemas relacionados con los desechos peligrosos a la que se exponen todos.

Existe multitud de desechos sólidos peligrosos y de combinaciones entre ellos. Para simplificarlos, se puede clasificar en estas 5 categorías:

- Sustancias radiactivas
- Productos químicos
- Desechos biológicos
- Desechos inflamables
- Desechos explosivos

Lo mejor hasta ahora, para eliminar desechos sólidos peligrosos es almacenarlos en lugares alejados a la población humana y cuyas filtraciones no puedan acceder al riego acuático del que depende el hombre y el resto de animales terrestres.

Se hace una necesidad obligatoria la disposición de lugares destinados a esta eliminación y tratamiento, así como crear la instalación que corresponda para cada tipo de desecho. Esta ubicación dependerá de varios factores climatológicos, ambientales, estudios de fauna y flora, sismología, entre otros. Todo ello con el consiguiente gasto económico que acarrea, sin hablar de las negociaciones entre países o comunidades contrarias a los proyectos, organizaciones contrarias o grupos humanos afectados.

No importa si el desecho se encuentra en estado líquido, sólido o gaseoso, una de las propuestas que mejor entrada ha obtenido a la hora de almacenar los desechos es transformarlos del estado en que se encuentren al estado sólido, de esta forma se mejora el almacenaje y la estabilidad del desecho. Estas técnicas vienen creciendo en importancia hasta la fecha de hoy.

Figura 4. **Ejemplos de desechos peligrosos**



Fuente: <http://www.nauticaygps.com.ar/Tecnologia/pilas/bateria.gif>. Consulta: 6 de noviembre de 2013.

## **1.4.2. Tratamiento de los desechos**

El término, generalmente se refiere a los métodos para reducir los efectos de los desechos sobre la salud y el medio ambiente. La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos residuos. La gestión de los desechos puede implicar tanto estados sólidos, líquidos o gases con diferentes métodos y técnicas especializadas para cada uno, para el tratamiento de los desechos sólidos está: el reciclaje, reutilización y recuperación, entre otros.

### **1.4.2.1. Reciclaje**

El reciclaje es un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macroeconómico y para eliminar de forma eficaz los desechos.

Dentro de los beneficios del reciclaje tenemos:

- Protege y amplía empleos de fabricación y el aumento de la competitividad.
- Reduce la necesidad de vertederos y del proceso de incineración.
- Evita la contaminación causada por la fabricación de productos de materiales vírgenes.

- Ahorra energía.
- Reduce las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático y global.
- Ahorra en recursos naturales, como son el de la madera, el agua y los minerales.
- Ayuda a mantener y proteger el medio ambiente para las generaciones futuras.

#### **1.4.2.2. Reutilización**

Al hablar de reutilización de productos es cuando se le da una nueva utilidad a un producto que se ha desechado porque ya no sirve para su uso original (ya había concluido su vida útil).

La reutilización contribuye a mejorar el medio ambiente, ya que así se reduce la producción de nuevos bienes que demanden recursos naturales y energía, y también se evita la generación de residuos.

Son ejemplos: de reutilización el aprovechamiento del aceite usado de cocina para biodiésel, la recuperación de plásticos y vidrios, la reutilización de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos, la reutilización de cartuchos de tóner de impresora, entre otros.

### **1.4.2.3. Recuperación**

Actividad relacionada con la obtención de materiales secundarios, bien sea por separación, recogida o cualquier forma de retirar de los desechos algunos de sus componentes para su reciclaje o reuso.

### **1.4.3. Manejo de los desechos**

El manejo de desechos sólidos es la gestión de los residuos, la manipulación y separación, recolección, almacenaje, transporte y eliminación de los materiales de desecho.

El término, generalmente se refiere a los materiales producidos por la actividad humana, y, en general, para reducir sus efectos sobre la salud y el medio ambiente. La gestión de los desechos es también llevada a cabo para recuperar los propios recursos de dichos residuos. La gestión de los desechos puede implicar tanto estados sólidos, líquidos, gases o sustancias radiactivas, como diferentes métodos y técnicas especializadas para cada uno.

#### **1.4.3.1. Manipulación y separación**

La manipulación y separación de residuos involucra las actividades asociadas con la gestión de residuos hasta que estos son colocados en recipientes de almacenamiento para la recolección. Asimismo incluye el movimiento de los recipientes cargados hasta el punto de recolección.

La separación de los componentes de los residuos es un paso importante en la manipulación y el almacenamiento de los desechos en el origen.

#### **1.4.3.2. Recolección**

Se describe como las acciones que deben realizar los colectores u operadores para recoger y trasladar los desechos generados al equipo destinado a transportarlos a los lugares de: almacenamiento, transferencia, tratamiento, reúso o disposición final.

#### **1.4.3.3. Almacenaje**

El almacenamiento *in situ* es de una importancia primordial debido a la preocupación por la salud pública y a consideraciones estéticas.

En esta etapa los residuos se disponen temporalmente a la espera de su recolección. Lo ideal es que los residuos se almacenen clasificados y en recipientes apropiados para ello y, que sea de corta duración para así reducir su exposición.

El almacenaje se puede llevar a cabo en contenedores, los cuales deben ser contruidos con materiales resistentes a los residuos almacenados, resistentes a los esfuerzos producidos durante la carga y traslado de contenedores.

Figura 5. **Almacenaje de desechos**



Fuente: <http://rhsas.com.co/quienes-somos.php>. Consulta: 6 de noviembre de 2013.

#### **1.4.3.4. Transporte**

El transporte de residuos, desde el recinto de generación, debe ser realizado cumpliendo las siguientes condiciones:

- El vehículo de transporte de residuos debe ser diseñado acorde a las dimensiones del volumen, peso y tipo de materiales a transportar.
- Dependiendo del volumen de cada contenedor vaciado al vehículo de transporte, se deberá contar con sistemas de elevación o de carga automática, para evitar esfuerzos físicos al personal recolector.

Figura 6. **Transporte de desechos**



Fuente:

<http://digital.nuestrodiario.com/Olive/ODE/NuestroDiario/ContentService.svc/PrimitiveImage?document=GND%2F2007%2F06%2F30&primitiveId=Pc0260300&imageExtension=jpg>. Consulta: 12 de febrero de 2013.

#### **1.4.3.5. Eliminación**

La eliminación de residuos se puede definir de forma similar a la disposición final, o destino final de un material, ya que su eliminación absoluta es prácticamente imposible.

La eliminación de residuos mediante vertido controlado es el método más utilizado. El resto de los residuos se incinera y una pequeña parte se utiliza como fertilizante orgánico. La selección de un método u otro de eliminación se basa, sobre todo en criterios económicos, lo que refleja circunstancias locales.

Figura 7. **Eliminación de desechos sólidos**



Fuente:

<http://digital.nuestrodiario.com/Olive/ODE/NuestroDiario/ContentService.svc/PrimitiveImage?document=GND%2F2007%2F06%2F30&primitiveId=Pc0260300&imageExtension=jpg>. Consulta: 6 de noviembre de 2013.



## **2. ANÁLISIS DE SITUACIÓN ACTUAL**

### **2.1. Diagnóstico en planta**

Un plan de desechos sólidos sostenible implica una serie de acciones encaminadas a la disminución de residuos. En lo posible se deben buscar alternativas de uso para estos ya sea reincorporándolos en el proceso o utilizándolos en otros. De no encontrarse alguna alternativa de uso económica y ambientalmente viable, se debe optar como última medida a la destrucción o confinación del residuo.

Es importante que la visión y los hábitos industriales se orienten a las mejoras del proceso productivo en cada etapa que se generan residuos; se analice buscando acciones encaminadas a la prevención que resulten atractivas, es por esto que la gestión de residuos sólidos es de gran importancia en la actualidad tanto para la conservación del medio ambiente como para la eficiencia productiva de cualquier industria, por tal motivo es conveniente realizar un análisis para determinar cuáles son sus fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas en la planta de reencauche y buscar las mejores alternativas para la disposición de los desechos sólidos.

Por esta razón se presenta un diagnóstico general del proceso productivo de la empresa, realizando recorridos por las instalaciones para recolectar evidencia de las prácticas actuales de la organización, para luego proponer las mejores prácticas que se pueden realizar.

Tabla II. **Matriz FODA ámbito interno**

<b>MATRIZ FODA</b>	
Gestión de residuos sólidos generados en la planta de reencauche	
Ámbito interno	
<b>FORTALEZA</b>	<b>DEBILIDADES</b>
La empresa mantiene un convenio con una empresa cementera para la recolección y disposición final de llantas usadas y polvo de hule generado.	Poca conciencia y educación ambiental de los colaboradores.
	No existe una política de separación de residuos.
	Falta de cultura de reciclaje y aprovechamiento de desechos sólidos.
Compromiso de Junta Directiva con relación a responsabilidad social empresarial y específicamente con el medio ambiente.	Falta de controles en los desperdicios de Materia prima para optimizar el proceso de reencauche.
	No existe una medición de los desechos para generar indicadores de recolección de desechos reciclables y la contribución con el medio ambiente.
	Desconocimiento de la mayor parte de desechos generados en la planta de reencauche.
	Obstrucción de pasos peatonales, lo cual puede repercutir en un mal ambiente de trabajo y accidentes.

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Matriz FODA ámbito externo**

<b>MATRIZ FODA</b>	
Gestión de residuos sólidos generados en la planta de reencauche	
Ámbito externo	
<b>OPORTUNIDADES</b>	<b>AMENAZAS</b>
Mejorar imagen de la empresa con sus clientes	No cumplimiento de leyes ambientales del país
Mejorar la imagen de la empresa con sus proveedores	Aumento de generación de residuos y por ende, mayores impactos ambientales
Captar fondos con la venta de los desechos sólidos	Los clientes prefieren trabajar con empresas que cuidan el medio ambiente
Generación de empleo con las empresas recicladoras	
Establecimiento de indicadores que ayuden a la eficiencia de la planta de reencauche	

Fuente: elaboración propia.

Según el análisis FODA se puede determinar que en la empresa existe la necesidad de elaborar un plan para el control y manejo de desechos sólidos, una vez elaborado dicho plan la empresa contará con una herramienta para mejorar su desempeño y ser amigable con el medio ambiente.

### **2.1.1. Análisis de proceso**

La empresa se dedica al reencauche o vitalización de llantas para el sector comercial del país. Sus principales clientes son: ingenios, flotillas de industrias y en general, transporte pesado.

Se determinó que la demanda de la empresa está constituida por la cantidad de cascos que ingresan a la planta diariamente, por medio de los Administradores de Flota (ADF) y de la distribución de las distintas sucursales del país.

## **2.1.2. Pasos del proceso**

El proceso consta de 9 pasos de manufactura semiautomáticos que se describen a continuación:

### **2.1.2.1. Paso 1: recepción**

Inicia con el ingreso de neumáticos con su respectiva orden de trabajo y su tarjeta de control de proceso (*record shop*) para cada uno, el cual acompaña durante todo el proceso recabando información de las diferentes etapas y luego se guarda en un registro general que permite efectuar un seguimiento y estadística, además, un operador ingresa todos los cascos al sistema de cómputo para poder llevar el rastreo y control de la materia prima consumida.

- Equipo de seguridad requerido
  - Calzado de seguridad
  - Cinturón de seguridad

Figura 8. **Recepción de cascos**



Fuente: Planta de reencauche.

#### **2.1.2.2. Paso 2: inspección inicial**

Esta es una de las etapas más importantes del proceso de reencauche. En esta, el inspector entrenado y experimentado analiza cuidadosamente cada casco. Su objetivo es determinar si este se encuentra apto para ser reencauchado.

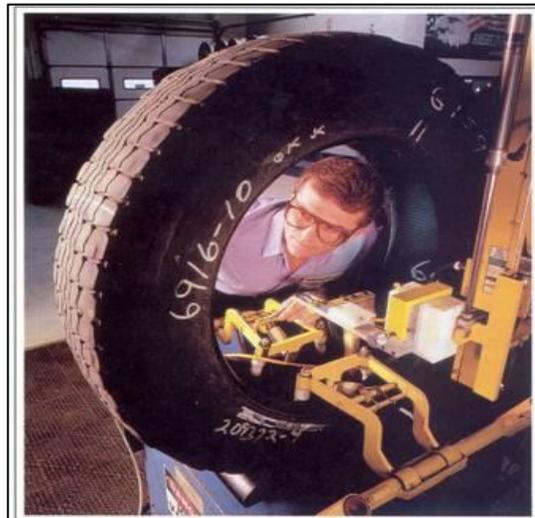
El inspector busca daños en el casco que podrían provocar que falle prematuramente. Si se descubre algún daño que no es reparable, el casco será devuelto a bodega para que sea entregado al cliente por ser de su propiedad.

La inspección inicia cuando se coloca el casco en un abridor mecánico. Se usa una luz portátil para iluminar el interior y facilitar la inspección. El inspector gira el casco en el abridor, mientras lo revisa en el interior y el exterior, manual y

visiblemente. Más de la mitad de las fallas de los neumáticos reencauchados tienen su origen en una inspección inicial deficiente.

- Equipo de seguridad requerido
  - Cinturón de seguridad
  - Calzado de seguridad
  - Anteojos

Figura 9. **Inspección inicial**



Fuente: [http://www.grupobarrett.com/images/clip\\_image002\\_004.jpg](http://www.grupobarrett.com/images/clip_image002_004.jpg). Consulta: 26 de marzo de 2013.

### **2.1.2.3. Paso 3: raspado de casco**

El raspado consiste en remover el material de hule que tiene contacto con el piso y dejar en la superficie una textura lisa y uniforme de acuerdo a

especificaciones técnicas, para que la nueva banda de rodadura se adhiera completamente.

Esta operación se realiza en una máquina raspadora donde se coloca el casco, se infla la llanta a presión correcta según medida y marca, montada en un rin, simulando su posición normal de rodaje. La llanta rueda mientras las cuchillas remueven las capas de hule que no se desgastó en su primera vida.

- Equipo de seguridad requerido
  - Anteojos con protectores laterales
  - Mascarilla
  - Calzado de seguridad

Figura 10. **Raspado de llantas**



Fuente: [http://www.elcomercio.com/deportes/carburando/reparaciones-Foto-Fernando-Robayo-CARBURANDO\\_ECMIMA20121121\\_0050\\_4.jpg](http://www.elcomercio.com/deportes/carburando/reparaciones-Foto-Fernando-Robayo-CARBURANDO_ECMIMA20121121_0050_4.jpg). Consulta: 26 de marzo de 2013.

#### 2.1.2.4. Paso 4: cardeo

El objetivo primordial es remover cualquier daño de la superficie del casco. Un daño es cualquier herida en la llanta que no requiere un parche. Estas heridas son el resultado del propio servicio a que es sometida la llanta, esto es pequeñas penetraciones que no atraviesan el casco, pero que sí permiten la entrada de humedad o tierra. Si estas penetraciones no son eliminadas, existe una alta probabilidad que la nueva banda de rodadura se despegue del casco.

- Equipo de seguridad requerido
  - Anteosjos con protectores laterales
  - Mascarilla
  - Calzado de seguridad
  - Protectores de oídos

Figura 11. Cardeo



Fuente: [http://tambor.com.pa/images/reencauche\\_1.jpg](http://tambor.com.pa/images/reencauche_1.jpg). Consulta: 6 de noviembre de 2013.

### 2.1.2.5. Paso 5: reparaciones

Como consecuencia del servicio al que es sometida una llanta, esta llega a sufrir heridas que dañan sus estructuras en forma permanente. Por ello antes de reencaucharla se deben realizar las reparaciones adecuadas para que la llanta pueda soportar los esfuerzos a que será sometida nuevamente. Estas reparaciones se realizan utilizando parches de acuerdo al tamaño de la herida según el tipo de llanta.

- Equipo de seguridad requerido
  - Anteosjos con protectores laterales
  - Mascarilla
  - Calzado de seguridad

Figura 12. Reparaciones



Fuente: <http://www.amawebs.com/storage/photos/h52cq35eclym.jpg>. Consulta: 26 de marzo de 2013.

### 2.1.2.6. Paso 6: rellenado

Esta operación tiene por finalidad rellenar todas las áreas excavadas del casco de tal manera que no exista la posibilidad de aire atrapado entre el casco de la llanta y la nueva banda de rodadura que se coloque. Si esto llegara a pasar con seguridad la banda se desprenderá en cuanto la llanta se utilice. En forma manual utilizando una pistola extrusora se rellenan las cavidades de los hombros, pestañas y laterales de la llanta y por medio de una máquina extrusora se rellena la corona de la llanta.

- Equipo de seguridad requerido
  - Anteojos de seguridad

Figura 13. Rellenado



Fuente: Planta de reencauche.

### 2.1.2.7. Paso 7: embandado

Esta operación se realiza a través de máquinas semiautomática: estas cortan la banda automáticamente y por medio de controles electrónicos la adhiere al casco. Es semiautomática, porque requiere la intervención de un operario para preparar los empalmes o unión de banda.

- Equipo de seguridad requerido
  - Cinturón de seguridad
  - Calzado de seguridad

Figura 14. **Embandado**



Fuente: <http://www.reencauchadoramoderna.com/photos/reencauchadora7.jpg>. Consulta: 6 de noviembre de 2013.

### 2.1.2.8. Paso 8: cámaras de vitalizado en frío

Después de haber colocado la banda al casco, se procede a colocarle un cobertor flexible con el objetivo de crear una unión entre la banda y el casco. El montaje consiste en armar el casco con un rin y tubo especial o aro (depende si la llanta es tubular o no).

Luego la llanta se coloca dentro de una cámara especial para vulcanización, durante aproximadamente 4 horas con base a presión y calor, estas condiciones hacen que la banda se adhiera al casco.

- Equipo de seguridad requerido
  - Cinturón de seguridad
  - Tapones de oído
  - Calzado de seguridad
  - Guantes

Figura 15. Cámaras de vitalizado



Fuente: <http://www.elcolombiano.com/BancoMedios/Imagenes/352589.jpg>. Consulta: 6 de noviembre de 2013.

### 2.1.2.9 Paso 9: cámaras de vitalizado en frío

Se efectúa la última inspección de la llanta, luego se aplica una capa de pintura negra y se coloca un sello de garantía del proceso de reencauche.

Por último se almacena, para luego enviar al cliente. Todo este proceso es efectuado bajo normas estipuladas estando la planta certificada por el Manufacturing Excellence Program (MEP) e ISO 9001.

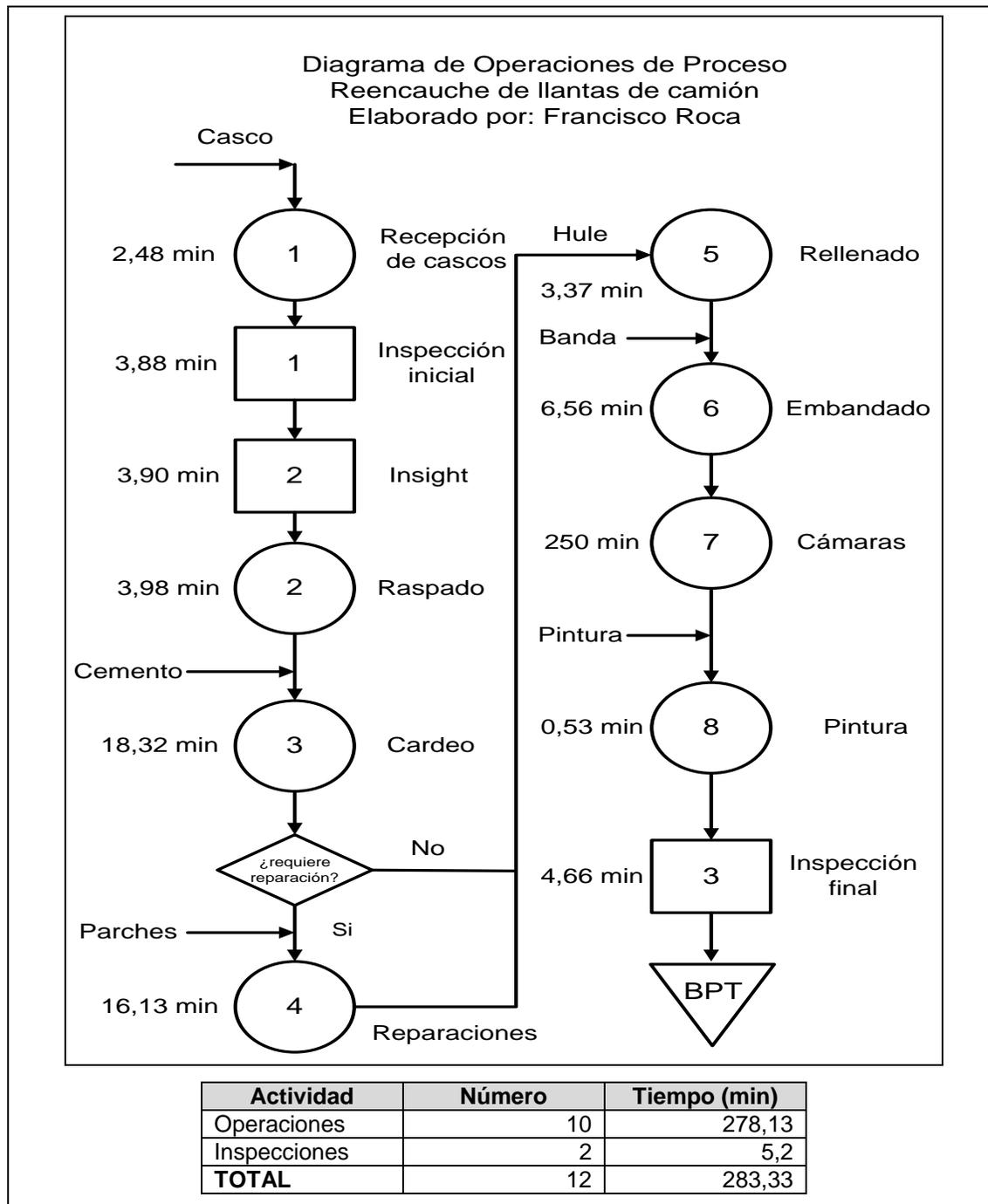
- Equipo de seguridad requerido
  - Cinturón de seguridad
  - Tapones de oído
  - Calzado de seguridad

Figura 16. **Inspección final**



Fuente: [http://www.grupobarrett.com/images/clip\\_image002\\_009.jpg](http://www.grupobarrett.com/images/clip_image002_009.jpg). Consulta: 6 de noviembre de 2013

Figura 17. Diagrama de operaciones del proceso de reencauche



Fuente: elaboración propia.

### 1.1.1. Balance de materiales en proceso

Para identificar la fuente de generación de los desechos sólidos generados en la planta de reencauche, se debe realizar un balance de materiales en el proceso, el cual consiste en analizar todas las entradas de materia prima y productos que posee el proceso y, de la misma forma, las salidas o desechos que estos generan.

La utilidad de conocer los residuos sirve para una serie de fines, entre los que se pueden destacar: estudios de factibilidad de reciclaje, factibilidad de tratamiento, identificación de residuos, entre otros. Para facilitar el análisis de los componentes y las fuentes de generación pueden ser reflejados la tabla IV.

Tabla IV. Balance de materiales en proceso

Sub Proceso	Materia Prima o Insumos	Desechos
Recepción de cascos	Orden de trabajo	Papel
	Cascos para reencauchar	N/A
Inspección inicial	Cascos para reencauchar	Casco no apto para reencauche
Raspado	Cascos para reencauchar	Polvo de hule
		Cuerdas de acero
	Cardas nuevas	Cardas usadas

Continuación de la tabla IV.

Cardeo	Cascos para reencauchar	Polvo de hule
	Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios	Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios usados
Reparaciones	Parches	Nylon
		Cartón
	Cemento	Botes de aluminio
		Cartón
Rellenado manual	Extruder	Hule prevulcanizado
		Cartón
		Nylon
Corte de banda	Rollos de banda	Trozos de banda
		Nylon
	Cojín	Nylon
		Cartón
		Hule prevulcanizado
Embandado	Rollos de banda	Trozos de banda
		Nylon
Cámaras	Cobertores nuevos	Cobertores usados
	Pintura	Botes de aluminio
Inspección final	Llanta reencauchada	Llanta con defecto

Fuente: elaboración propia.

## **1.2. Manejo de desechos sólidos críticos**

El manejo de los desechos generados en la industria ha cobrado gran importancia, como parte de una solución para la contaminación ambiental, muchas empresas adoptan la estrategia de trabajar con responsabilidad social, lo cual ayuda a las empresas a optimizar los recursos de producción, mejorar la calidad de los productos y respetar el medio ambiente.

La planta de reencauche en estudio genera gran cantidad de desechos, los cuales se derivan de las distintas etapas del proceso productivo, sin embargo, no se cuenta con una metodología para determinar la materia prima e insumos que se utilizan para realizar las distintas actividades y el efecto que producen al ambiente, derivado de esta metodología sistematizada se deben analizar las acciones a tomar en cuanto al acondicionamiento, almacenamiento y disposición final de los residuos para tener un mayor impacto positivo en nuestro ambiente.

### **1.2.1. Acondicionamiento**

En la planta de reencauche se generan los desechos descritos en el punto 2.1.2, los cuales son acondicionados en toneles, costales o basureros; estos recipientes no se encuentran debidamente señalizados, con el fin de que permita una adecuada recolección y disposición final. En la tabla V se muestra el acondicionamiento que se le da actualmente a los distintos desechos dentro de la planta de reencauche.

Tabla V. **Acondicionamiento de desechos sólidos en planta de reencauche**

<b>Desechos</b>	<b>Acondicionamiento</b>
Nylon	Toneles
Cartón y papel bond	Patio trasero
Cubetas	Patio trasero
Toneles	Patio trasero
Polvo de hule, desechos de banda, cobertores y tubos	Jumbos
Cojín	Cubetas
Extruder	Cubetas
<i>Strip stock</i>	Cubetas
Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios.	Patio trasero

Fuente: elaboración propia.

A partir de la observación de los recipientes puede decirse que los operarios de la planta de producción, realizan una separación parcial de sus residuos sólidos, encontrando que la mayoría de estos son dispuestos de forma correcta y en los casos en donde no se realiza esta separación adecuadamente, el personal de servicios generales o conserjería se encarga de separar los desechos y colocarlos en los recipientes que corresponde.

El acondicionamiento en estos recipientes se realiza con el debido cuidado para que los mismos no se desborden de su capacidad, dando lugar a un mal aspecto de las instalaciones y dificultando su recolección y transporte interno hacia el lugar de almacenamiento temporal.

Figura 18. **Desecho de nylon en planta de reencauche**



Fuente: Planta de reencauche.

Figura 19. **Desecho de polvo de hule en planta de reencauche**



Fuente: Planta de reencauche.

### **1.2.2. Transporte interno**

Los desechos son transportados internamente por medio de un *pallet*, a excepción del polvo de hule, el cual es extraído de la planta por medio de extractores ubicados en las áreas donde se genera este desecho. Este transporte interno es responsabilidad del conserje de la planta de reencauche, quien lo traslada al lugar de almacenamiento temporal ubicado en un patio que no está acondicionado ni señalizado para tal fin.

### **1.2.3. Almacenamiento**

El almacenamiento es importante para un adecuado manejo de desechos, ya que permite una adecuada recolección y disposición final de los mismos, los desechos generados no son almacenados de forma adecuada dentro de la planta de reencauche, este almacenamiento se lleva a cabo a la intemperie, lo cual provoca, en época de lluvia, que los desechos se mojen y no sean útiles para su reutilización o estancuen el agua y esto induzca a la proliferación de zancudos, lo cual es peligroso para la salud de los operadores.

Es importante también, recalcar un tema asociado al orden del lugar de almacenamiento, el cual puede ser mejorado para facilitar el movimiento de los residuos sólidos, es fundamental hacer referencia a la señalización en las que deben almacenarse los distintos desechos generados.

Para el polvo de hule existe en el patio un cuarto en el cual los extractores depositan dicho polvo en costales tipo jumbo, a continuación en la figura 5 se muestra la forma cómo se almacenan los desechos actualmente.

Figura 20. **Forma en que se almacenan los desechos**



Fuente: Planta de reencauche.

#### **1.2.4. Recolección**

La recolección de los desechos generados se realiza por medio de los camiones de basura municipales, quienes los trasladan a su disposición final.

Figura 21. **Recolección de desechos**



Fuente:

<http://digital.nuestrodiario.com/Olive/ODE/NuestroDiario/ContentService.svc/PrimitivelImage?document=GND%2F2007%2F06%2F30&primitiveld=Pc0260300&imageExtension=.jpg>. Consulta: 12 de febrero de 2013.

### 1.2.5. **Disposición final**

La disposición final de los desechos sólidos generados en la planta de reencauche se realiza, en su mayor parte, a los rellenos sanitarios de AMSA como lo muestra la tabla a continuación.

Tabla VI. **Disposición final de desechos sólidos en planta de reencauche**

<b>Desechos</b>	<b>Disposición final</b>
Nylon	Basurero Municipal
Cartón	Basurero Municipal
Cubetas	Basurero Municipal

Continuación de la tabla VI.

Toneles	Basurero Municipal
Polvo de hule, desechos de banda, cobertores y tubos	Cementera
Cojín	Basurero Municipal
<i>Extruder</i>	Basurero Municipal
<i>Strip stock</i>	Basurero Municipal
Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios.	Basurero Municipal
Papel bond	Basurero Municipal

Fuente: elaboración propia.

### **1.3. Planta de reencauche**

En la planta de reencauche se generan desechos que afectan al hombre y a su entorno de diferentes maneras, especialmente en los sectores de: salud pública, destrucción de los recursos naturales renovables y no renovables, factores sociales y económicos. Todos estos elementos afectan a cada uno de los componentes ambientales, que como seres humanos se necesitan.

#### **1.3.1. Manejo de los desechos**

El principal impacto de un mal manejo de los desechos sólidos generados en la planta de reencauche es la contaminación ambiental que provoca, sin embargo, también se pueden dar problemas dentro de la misma planta siendo estos: el ambiente y condiciones de trabajo.

##### **1.3.1.1. Ambiente de trabajo**

El ambiente de trabajo puede afectar tanto a los colaboradores como a la calidad del producto por las siguientes causas:

- Obstrucción de vías peatonales y de acceso.
- Mal aspecto de instalaciones.
- Estancamiento de agua lo cual provoca proliferación de insectos portadores de enfermedades.
- Reducción de espacio útil.

También es conveniente mencionar los efectos sobre la salud por un mal manejo de los desechos sólidos, a continuación se presenta una tabla resumen de los principales problemas de salud causados por los distintos agentes.

Tabla VII. **Problemas en la salud asociados al manejo de residuos sólidos**

AGENTE	PROBLEMA DE SALUD
Mal olor	Malestar, cefaleas, náuseas y vómitos
Ruido de las maquinarias	Pérdida temporal o permanente de la audición, cefaleas, tensión nerviosa
Polvo	Enfermedades respiratorias
Proliferación de vectores y microorganismos	Dengue, malaria, paludismo
Perdida de estética	Deterioro de la calidad de vida
Objetos cortopunzantes	Heridas y cortes

Fuente: elaboración propia.

### 1.3.1.2. Accidentes laborales

En todo trabajo del área industrial el trabajador está expuesto a sufrir accidentes, esto debido a la herramienta, equipo, instalaciones, entre otros. Es responsabilidad de las empresas brindar las condiciones óptimas para que puedan desarrollar su trabajo de una forma segura, pero también es responsabilidad de los colaboradores, quienes con los hábitos de trabajo hacen un ambiente de trabajo óptimo el cual brinde seguridad y sea despejado, ordenado, limpio y óptimo.

En el recorrido realizado en las instalaciones se pudo observar que los operarios cuentan con el equipo de seguridad que la organización determinó, sin embargo, los operarios no lo utilizan, también se verificó que se puede mejorar el orden en cada etapa del proceso.

#### **1.4. Medición de cantidad de desechos sólidos generados**

En la actualidad, la visión de las empresas ha cambiado, ya no se miran los procesos productivos desde afuera. Hoy interesa qué se produce, cómo y con qué insumos y qué residuos se generan. Lo que se busca es minimizar, o mejor aún, evitar la generación de residuos mejorando los procesos, procedimientos y la tecnología, sin embargo, esta mejora no se puede realizar si no se mide la cantidad de desechos generados por la planta de reencauche; esta medición no solo puede contribuir a mejorar los procesos para contaminar menos el ambiente, sino que también, contribuye a mejorar la eficiencia de la planta al utilizar menor cantidad de insumos y disminuir los desperdicios de materia prima, actualmente, la planta no mide la cantidad de desechos que genera, pero si cuenta con la herramienta para hacerlo.



## **2. PROPUESTA PARA IMPLEMENTAR EL PLAN DE MEDICIÓN Y MANEJO DE DESECHOS**

### **2.1. Diagnóstico en planta**

Para que el plan de manejo de desechos sólidos se considere eficiente se debe considerar la relación entre los diversos impactos ambientales. Un aspecto ambiental se refiere a un elemento de una actividad, producto o servicio de una organización que puede tener un impacto beneficioso o adverso en el ambiente. Por otra parte, un impacto ambiental se refiere al cambio que ocurre en el ambiente como resultado del aspecto, cabe mencionar que se enlistarán estos aspectos e impactos ambientales en general, para que sirva de referencia cuando la organización evalúe desechos líquidos, energía y otro tipo de desechos.

Dentro de los objetivos para la identificación y evaluación de aspectos e impactos ambientales están:

- Contribuir a clasificar los proyectos ambientales de una organización de mayor a menor importancia para poder actuar sobre ellos de manera ordenada.
- Permitir el establecimiento de objetivos y metas concretos para su corrección, mitigación y compensación.
- Aplicar siempre que se contemple el cambio de algún proceso, de alguna materia prima o en los insumos.

- Ser un proceso continuo.

A continuación se describe la metodología para identificar los aspectos e impactos ambientales en la planta de reencauche:

- Dividir a la organización en partes manejables, delimitando cada proceso, tal y como se mostró en la figura 17:
- Identificar y enlistar las entradas y salidas del proceso (ver tabla VII):

Tabla VIII. **Entradas y salidas proceso de reencauche de llantas**

Subproceso	Entradas	Salidas
Recepción de cascos	Orden de trabajo	Papel
	Cascos para reencauchar	N/A
Inspección inicial	Cascos para reencauchar	Casco no apto para reencauche
Raspado	Cascos para reencauchar	Polvo de hule
		Cuerdas de acero
	Cardas nuevas	Cardas usadas
Cardéo	Cascos para reencauchar	Polvo de hule
	Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios	Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios usados
Reparaciones	Parches	Nylon
		Cartón
	Cemento	Botes de aluminio
Rellenado automático	<i>Strip stock</i>	Hule prevulcanizado
		Cartón
Rellenado manual	Extruder	Hule prevulcanizado
		Cartón
		Nylon

Continuación de la tabla VIII.

Corte de banda	Rollos de banda	Trozos de banda
		Nylon
	Cojín	Nylon
		Cartón
Embandado	Rollos de banda	Trozos de banda
		Nylon
		Hule prevulcanizado
Cámaras	Cobertores nuevos	Cobertores usados
	Pintura	Botes de aluminio
Inspección final	Llanta reencauchada	Llanta con defecto

Fuente: elaboración propia.

- Determinación de aspectos ambientales: dentro de esta se pueden mencionar los siguientes:
  - Generación de residuos sólidos
  - Generación de residuos peligrosos
  - Generación de emisiones atmosféricas
  - Generación de aguas residuales
  - Generación de materiales reciclables
  - Consumo de recursos naturales
  
- Determinación de impactos ambientales: dentro de esta se pueden mencionar los siguientes:
  - Contaminación del agua
  - Contaminación del suelo
  - Contaminación del aire

- Agotamiento de los recursos naturales
  - Afectación ecológica de flora y fauna
  - Contaminación visual
  - Contaminación sonora
  - Contaminación lumínica
- 
- Determinar los criterios de evaluación: dentro de los criterios para evaluar los impactos significativos se pueden mencionar:
    - Magnitud
    - Importancia
    - Probabilidad
    - Frecuencia
    - Amplitud
    - Posibilidad de control
    - Regulación
    - Exigencia de información
    - Partes afectadas
    - Duración
    - Control operacional

Para términos de este estudio, se utilizará frecuencia, gravedad y control operacional

- Gravedad: se refiere a la gravedad del impacto, en cuanto a la extensión de su incidencia en el medio ambiente (ver tabla IX).

Tabla IX. **Clasificación de gravedad**

Clasificación	Calificación
Peligroso (tóxico, peligroso, inflamable, reactivo)	10
No peligroso	5

Fuente: elaboración propia.

- Frecuencia: debe interpretarse como las veces que ocurre un impacto al ambiente. Para las situaciones normales se evalúa la frecuencia (ver tabla X).

Tabla X. **Clasificación de frecuencia**

Clasificación	Calificación
Muy frecuente (más de 12 veces/año)	10
Frecuente (2 a 11 veces/año)	5
Poco frecuente (1 o 0 veces/año)	1

Fuente: elaboración propia.

- Control operacional: debe interpretarse como el periodo de tiempo en que se presenta o puede presentarse el impacto ambiental (ver tabla XI).

Tabla XI. **Clasificación de control operacional**

Clasificación	Calificación
Alta	10
Media	5
Baja	1

Fuente: elaboración propia.

Teniendo los criterios de evaluación establecidos se procede a elaborar una tabla para determinar cuáles son los aspectos ambientales significativos, siendo estos los que acumulen 25 puntos o más al sumar los criterios de evaluación. En la tabla XII se muestra la matriz de evaluación de aspectos ambientales significativos para la planta de reencauche, cabe mencionar que esta matriz debe ser revisada, como mínimo una vez al año.

En el apéndice 1 se presenta un procedimiento que la organización puede utilizar para la determinación de los aspectos e impactos ambientales, este indica las responsabilidades y frecuencia con la cual se debe realizar este análisis.

Tabla XII. **Determinación de aspectos e impactos ambientales**

Subproceso	Entradas	Salidas	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Frecuencia	Gravedad	Control operacional	Riesgo	AA
Recepción de cascos	Orden de trabajo	Papel	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	5	10	25	AAS
Inspección Inicial	Cascos para reencauchar	Casco no apto para reencauche	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	10	1	21	
Raspado	Cascos para reencauchar	Polvo de hule	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	10	1	21	
		Cuerdas de acero	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	5	10	25	AAS
		Cardas usadas	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	10	20	
Cardéo	Cascos para reencauchar	Polvo de hule	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	10	1	21	
	Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios	Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios usados	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	10	10	25	AAS
Reparaciones	Parches	Nylon	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	10	20	
		Cartón	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	1	5	10	16	
		Botes de aluminio	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	10	10	25	AAS

Continuación de la tabla XII

Rellenado automático	<i>Strip stock</i>	Hule prevulcanizado	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	5	15	
		Cartón	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	1	5	10	16	
Rellenado manual	Extruder	Hule pre-vulcanizado	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	5	15	
		Cartón	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	1	5	10	16	
		<i>Nylon</i>	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	10	20	
Corte de banda	Rollos de banda	Trozos de banda	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	10	1	21	
		<i>Nylon</i>	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	5	10	25	AAS
	Cojín	<i>Nylon</i>	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	10	20	
		Cartón	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	10	10	25	AAS
		Hule prevulcanizado	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	5	15	
Embandado	Rollos de banda	Trozos de banda	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	10	1	21	
		<i>Nylon</i>	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	5	10	25	AAS
Cámaras	Cobertores nuevos	Cobertores usados	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	5	1	11	
	Pintura	Botes de aluminio	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	5	10	10	25	AAS
Inspección final	Llanta reencauchada	Llanta con defecto	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	10	10	1	21	

Fuente: elaboración propia.

De acuerdo al resultado de la metodología anterior se deben tomar en cuenta: el acondicionamiento, almacenamiento, transporte interno y disposición final, para minimizar los aspectos ambientales significativos.

### **2.1.1. Acondicionamiento**

El acondicionamiento es importante para el manejo de los desechos y esta etapa consiste en la recolección de los desechos generados en el lugar de origen y, para esto es necesario contar con depósitos debidamente identificados con el nombre del material o desecho a contener.

#### **2.1.1.1. Depósitos para recolección y almacenaje**

Los depósitos para la recolección y almacenaje tienen el propósito de recolectar los desechos generados en la planta de reencauche y deben ser utilizados para recolectar desechos de menor volumen y tamaño y para que estos logren su propósito deben ser diseñados tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Ser cilíndricos o rectangulares.
- Fabricados de material altamente resistente para evitar rupturas o posible derrames.
- Sus dimensiones dependen del volumen de desechos que necesiten ser recolectados.

Para la planta de reencauche se pueden utilizar los recursos que actualmente se tienen, como las cubetas y toneles, estos depósitos cumplen con las condiciones anteriormente mencionados y son adecuados para los desechos generados en la planta de reencauche; para el polvo de hule y desechos de banda, cobertores y tubos se utilizarán costales jumbo que son proporcionados por la cementera, los cuales no tienen ningún costo; para las cajas de menor dimensión y papel que se genera en el área de recepción de cascos se utilizarán

depósitos proporcionados por la empresa de reciclaje que recolectará este tipo de desechos.

Tabla XIII. **Tipo de depósitos para la disposición de desechos sólidos**

<b>Desechos</b>	<b>Deposito</b>
Nylon	Tonel
Cartón	Caja de <i>Strip jtock</i>
Cubetas	n/a
Toneles	n/a
Polvo de hule, desechos de banda, cobertores y tubos	Costales jumbo
Cojín	Cubetas
Extruder	Cubetas
<i>Strip stock</i>	Cubetas
Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios.	Cubetas
Papel bond	Basurero

Fuente: elaboración propia.

### **2.1.1.2. Codificación por color**

Según los distintos tipos de desecho se puede utilizar una codificación por color para tener una mejor clasificación y almacenamiento de los desechos, en Guatemala no existe aún una norma o reglamento para esta codificación de colores, sin embargo, se utilizará la clasificación descrita en la tabla XIV:

Tabla XIV. **Codificación de colores para los recipientes de almacenamiento de desechos sólidos**

Color	Tipo de desecho
Azul	Papel y cartón
Amarillo	Plástico
Verde	Vidrio
Negro	Hule
Gris	Chatarra

Fuente: elaboración propia.

### 2.1.2. Almacenamiento

Es necesario que los desechos sean almacenados de tal forma, que se reúna una cantidad o volumen determinado de materiales. El almacenaje se debe realizar en dos etapas: la primera en el lugar donde se generan los desechos, y la segunda, en un área destinada para almacenaje final, previo a su eliminación o destino final. Algunas de las condiciones generales que hay que tomar en cuenta son:

- Destinar áreas específicas dentro de la planta para el almacenaje de desechos sólidos.
- Debe ser fácil el acceso para la recepción de desechos como para su retiro.
- Contar con equipo de extintores en la planta en caso de emergencia.

Figura 22. **Fotografías de las áreas destinadas para almacenaje**



Fuente: Planta de reencauche.

#### **2.1.2.1. Frecuencia de descargas**

La frecuencia en la que se deben vaciar los depósitos de almacenamiento temporal, debido al flujo con el que se acumulan, es de dos veces al día, y la persona encargada de realizar esta actividad será el conserje de limpieza, quien a su vez, debe verificar que la clasificación de los desechos sea apropiada para poder enviar a las empresas recicladoras el material de una forma ordenada.

#### **2.1.3. Transporte interno**

Consiste en el traslado de los desechos sólidos, desde el lugar de origen hacia el área de almacenaje general.

### **2.1.3.1. Método de transporte**

Los desechos que sean almacenados temporalmente en cubetas, serán recolectados por el conserje de la planta de reencauche quien verterá los mismos a un depósito con mayor capacidad (tonel), este será transportado dentro de la planta por medio de un *pallet* al igual que los residuos que se almacenan en toneles y costales jumbos que contienen polvo de hule.

Figura 23. **Fotografía de pallet para el transporte de desechos**



Fuente: Planta de reencauche.

### **2.1.4. Disposición final**

Existen muchas posibilidades para darle disposición a los desechos generados en la planta de reencauche ya que la mayor parte de estos pueden ser reutilizados o reciclados, en la tabla XV se muestran los distintos desechos y que disposición se les dará.

Tabla XV. **Disposición final de desechos generados en planta de reencauche**

<b>Desechos</b>	<b>Disposición final</b>	<b>Empresa</b>
Nylon	Reciclaje	<i>Ecoplast</i>
Cartón	Reciclaje	<i>Interfisa</i>
Cubetas	Reciclaje	<i>Exprore S.A.</i>
Toneles	Reciclaje	<i>Exprore S.A.</i>
Polvo de hule, desechos de banda, cobertores y tubos	Combustible alternativo	Cementera
Cojín	Reuso	Empresa de elaboración de empaques
Extruder	Reuso	Empresa de elaboración de empaques
<i>Strip stock</i>	Reuso	Empresa de elaboración de empaques
Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios.	Reciclaje	<i>Exprore S.A.</i>
Papel bond	Reciclaje	Interfisa

Fuente: elaboración propia.

## **2.2. Señalización**

Es importante identificar con letreros los lugares destinados para el almacenaje y tratamiento de los desechos sólidos generados en la planta de reencauche, estas medidas ayudan a que el personal identifique las áreas destinadas para este fin.

### **2.2.1. Señales de prohibición**

Indican prohibición, reglas y/o normas que deben acatarse para evitar situaciones de riesgo, algunas de las señales de prohibición se muestran en la figura 24.

Figura 24. Ejemplos de señales de prohibición



Fuente: Planta de reencauche.

### 2.2.2. Letreros de peligro

Estas señales son utilizadas para indicar situaciones riesgosas, que tienen altas probabilidades de muerte y/o lesiones serias, algunas de las señales de peligro se muestran en la figura 25.

Figura 25. Ejemplos de señales de peligro



Fuente: Planta de reencauche.

### 2.2.3. Letreros de instrucción

Estas señales son utilizadas para notificar políticas de seguridad, higiene, orden y condiciones de trabajo de la compañía.

No están asociadas con situaciones riesgosas y no son reemplazo de señalizaciones preventivas, algunas de las señales de instrucción se muestran en la siguiente figura.

Figura 26. Ejemplos de señales de instrucción



Fuente: Planta de reencauche.

### 2.3. Análisis de costo del plan para manejo de desechos sólidos

Los costos principales que se producen por el manejo de los desechos reciclables y no reciclables son por los equipos de manejo y almacenaje, sin embargo, en la empresa del presente estudio, ya se cuenta con estos equipos, ya que se utilizan para la operación de la planta de reencauche. En la tabla XVI se muestran los costos de inversión inicial para llevar a cabo el plan de manejo de desechos sólidos. Las tarimas, toneles y botes metálicos no tienen ningún costo debido a que se utilizarán los mismos en los que el proveedor envía la materia prima utilizada en el proceso de reencauche, de igual forma los costales jumbo los proporciona la empresa cementera a la cual se le entrega el polvo de hule.

Tabla XVI. **Costos de inversión inicial**

<b>Inversión Inicial</b>	
<b>Equipo a utilizar</b>	<b>Costo [Q.]</b>
Tarimas	0,00
Costales tipo jumbo	0,00
Toneles metálicos	0,00
Botes metálicos	0.,00
Pintura para toneles y botes	350.,00
Rótulos de señalización	1 500,00
<b>TOTAL</b>	<b>1 850,00</b>

Fuente: elaboración propia.

A continuación en la XVII se presenta la cantidad de desechos mensuales generados en la planta de reencauche, se toma como base este costo para un lapso de 6 meses debido a que en este tiempo se deben reemplazar los toneles y botes metálicos.

Tabla XVII. **Cantidad de desechos mensuales en libras**

	<b>enero</b>	<b>febrero</b>	<b>marzo</b>	<b>abril</b>	<b>mayo</b>	<b>junio</b>
<b>Papel y cartón</b>	432,82	532,21	617,28	578,81	551,14	528,78
<b>Plástico</b>	791	738,24	524,91	803,61	634,25	1521,16
<b>Metal</b>	44,04	55,25	25,18	34,22	57,94	17,32
<b>Cojín</b>	154	168	200	155	184	190

Fuente: elaboración propia.

Para la estimación de ingresos monetarios que se obtuvieron durante la investigación para la propuesta del plan de desechos sólidos, se promedió el precio de venta en varias empresas que se dedican a la compra de los distintos desechos los cuales se presenta en la tabla XII.

Tabla XVIII. **Precio de venta por libra de desechos sólidos generados en la planta de reencauche**

Desechos	Valor de venta por libra [Q.]
Nylon	0,20
Cartón	0,16
Cubetas	0,32
Toneles	0,32
Polvo de hule, desechos de banda, cobertores y tubos	0,00
Cojín	1,75
Extruder	1,75
Strip stock	1,75
Palas lisas o rústicas, raspa lápiz, cepillos, cuchillas u otros accesorios.	0,32
Papel bond	0,16

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Ingreso mensual por venta de desechos sólidos**

INGRESO POR VENTA DE DESECHOS MENSUALES [Q.]							
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	TOTAL
Papel y cartón	69,25	85,15	98,76	92,61	88,18	84,60	Q.518,57
Plástico	158,20	147,65	104,98	160,72	126,85	304,23	Q. 1 002,63
Metal	14,09	17,68	8,06	10,95	18,54	5,54	Q.74,86
Cojín	269,50	294,00	350,00	271,25	322,00	332,50	Q. 18 39,25
TOTAL	Q. 511,04	Q. 544,48	Q. 561,80	Q. 535,53	Q. 555,57	Q. 726,88	Q. 34 35,31

Fuente: elaboración propia.

Beneficio/costo=Ingreso mensual por venta de desechos sólidos / costo de inversión inicial

$$\text{Beneficio/costo} = \frac{\text{Q. 3 435,31}}{\text{Q. 1 850,00}} = 1,8569$$

Utilizando la razón beneficio/costo se obtiene que, por cada quetzal costado se tiene una ganancia de 85,69 por ciento del total lo cual es satisfactorio tomando en cuenta que son desechos y que no se requiere personal especializado, ni equipo costoso para su manejo.

#### **2.4. Medición de los desechos sólidos**

Para poder tener un adecuado control de los desechos sólidos generados en la planta de reencauche se debe crear un formato para que se registre la fecha, material de desechos, área que lo genera y la cantidad en libras, dicho formato se presenta en el apéndice 2.



### **3. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

#### **3.1. Planificación de recursos**

Para lograr una adecuada aplicación del plan para el manejo de desechos sólidos, se debe diseñar una estructura organizacional orientada a alcanzar el objetivo de dicho plan, dicha estructura debe comenzar con la planificación de los recursos tanto humano como material.

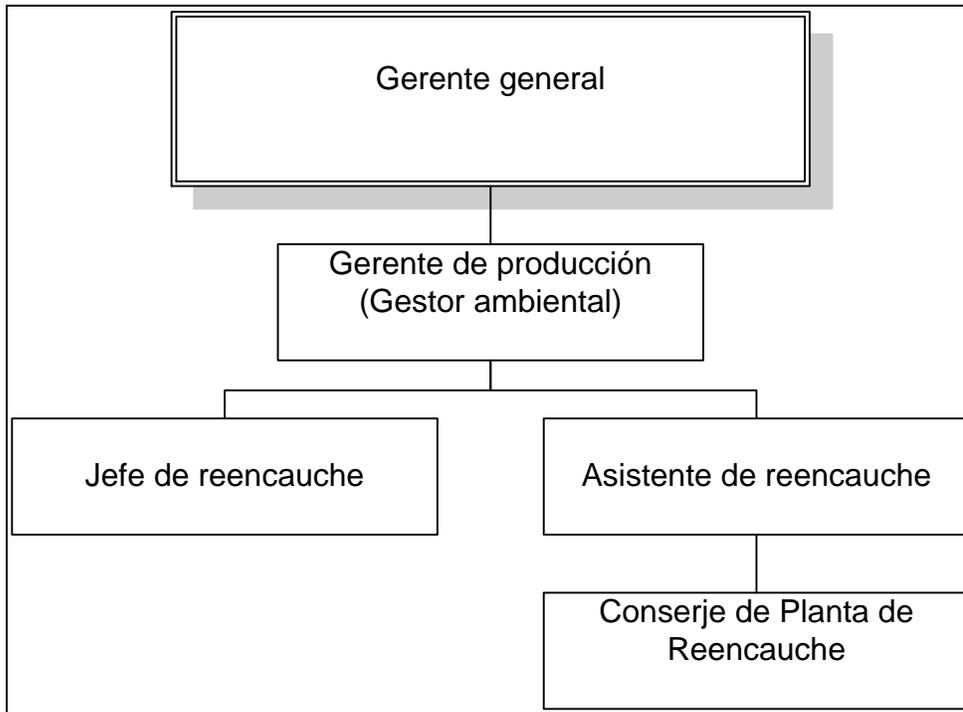
##### **3.1.1. Recurso humano**

Es importante determinar los roles que se deben desempeñar para el desarrollo del proyecto y definir sus responsabilidades, para el desarrollo del plan de manejo y control de desechos sólidos en una planta de reencauche es necesario designar un grupo de gestión ambiental y el personal encargado de la recolección y medición de los desechos.

##### **3.1.1.1. Designación de grupo de gestión ambiental**

Para que el plan de manejo de desechos funcione se debe designar un grupo de colaboradores el cual tendrá dentro de sus responsabilidades transmitir y cuidar que el plan no pierda su aplicabilidad dentro de la planta de producción, los miembros del grupo de gestión ambiental tendrán dentro de sus responsabilidades el verificar el cumplimiento del procedimiento para el control y manejo de desechos así como la divulgación del mismo. Las personas que conformarán este grupo se muestran en la figura 28.

Figura 27. **Grupo de gestión ambiental**



Fuente: elaboración propia.

- Gerente general: los miembros de la alta gerencia, juegan un papel importante dentro del plan de manejo de desechos sólidos, ya que ellos son los que dan las directrices y su función principal radica en brindar el apoyo financiero para que se pueda desarrollar el plan.
- Gerente de Producción (Gestor ambiental): es el responsable que se cumplan con el plan de manejo de desechos sólidos y dentro de sus funciones tiene el informar a la alta gerencia los resultados obtenidos con dicho plan, facilitar las herramientas, coordinar las revisiones o auditorías de gestión de desechos, divulgaciones y capacitaciones relacionadas con el tema, tomar acciones correctivas o preventivas que correspondan.

- Jefe y asistente de reencauche: son responsables de supervisar y realizar auditorías para determinar acciones correctivas o preventivas para un mejor funcionamiento del plan de manejo de desechos sólidos.

#### **3.1.1.2. Designación del personal encargado de recolección de desechos**

La persona encargada de la recolección, manejo y almacenaje de los desechos sólidos dentro de la planta de reencauche será el conserje quien velará por el almacenaje temporal en el lugar adaptado para este fin, llevará el control de pesos, así también será la persona encargada de retroalimentar al grupo de gestión ambiental cuando los colaboradores no estén separando adecuadamente los desechos.

#### **3.1.2. Recurso material**

El equipo para el manejo de los desechos mencionado en el capítulo anterior es importante que esté disponible en todo momento, por lo que no deben emplearse para otro fin que no sea el de manejo de los desechos, el grupo de gestión ambiental será responsable de proveer los recursos para que el plan cumpla con su propósito.

### **3.2. Programa de divulgación y capacitación**

Para implementar el plan para el manejo de desechos sólidos se requiere personal preparado y convencido de los beneficios que se generan a través de esta estrategia. Por tanto, uno de los grandes desafíos es crear capacidad en las personas dentro del ámbito ambiental, en específico en la gestión integrada de los residuos sólidos. Obviamente estas capacidades se pueden generar a través

de la educación formal como no formal, y que mejor que utilizar las herramientas que entrega la educación ambiental para incorporar en forma duradera, no solo los conocimientos sino el compromiso de todos los colaboradores.

En el tema de residuos, la sensibilización y la toma de conciencia deben jugar un papel de primera importancia, es por ello que la educación ambiental como herramienta de la gestión ambiental permite integrar los elementos necesarios que permitan sensibilizar y crear capacidades.

### **3.2.1. Divulgación**

Se debe realizar una campaña de divulgación para dar a conocer el plan de desechos sólidos en la planta, por lo que se debe realizar una campaña intensiva utilizando medios impresos como afiches para sensibilizar a los colaboradores y persuadirlos de separar los desechos en los depósitos ya instalados para este fin.

#### **3.2.1.1. Realización de afiches**

Como se mencionó anteriormente se deben realizar afiches para que los colaboradores tomen conciencia y estén instruídos en la forma como se deben de separar y manejar los desechos, estos afiches deben ser colocados en las carteleras de la planta de producción para que sean visibles, en la figura 12 se muestra un ejemplo de los afiches que se pueden implementar.

Figura 28. **Ejemplo de afiche a implementar**



Fuente: <http://www.asociacionlosrios.cl/test/biblioteca.php>. Consulta: 5 de mayo de 2013.

### 3.2.2. Conferencias

Es necesario contar con una capacitación constante de los colaboradores y esta debe ser sistemática, si se desea que ellos desarrollen bien sus funciones dentro del plan de manejo de desechos sólidos, estas capacitaciones o conferencias deben ser impartidas en todos los niveles de la organización.

#### 3.2.2.1. Cronograma de conferencias

Las conferencias o capacitaciones se impartirán en días y horas en que no interfiera con las labores diarias, en el cronograma que se muestra en la tabla XX, se muestran los meses en los que se impartirán las conferencias.

Tabla XX. **Cronograma del programa de conferencias**

CRONOGRAMA DEL PROGRAMA DE CONFERENCIAS												
	enero	febrero	marzo	abril	mayo	junio	julio	agosto	septiembre	octubre	noviembre	diciembre
1er. Grupo	X		X			X			X			
2do Grupo		X		X			X			X		

Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que los primeros meses se impartirán las conferencias cada dos meses, esto debido a la importancia que tiene el lanzamiento del plan, para que las personas involucradas tengan los conocimientos de poder llevarlo a cabo, luego de la segunda capacitación se impartirán trimestralmente, para dar seguimiento y tomar las acciones necesarias y mejorar la recolección de desechos.

Dentro de las capacitaciones se abordarán los siguientes temas:

- Información general sobre manejo de desechos
- Impacto de los desechos al no ser tratados adecuadamente
- Importancia del manejo eficiente de los desechos
- Fuentes de generación de desecho dentro de la empresa
- Cómo se manejan actualmente los desechos
- Cuáles son los desechos que se generan y como se clasifican

Dentro de los objetivos para el programa de capacitación están los siguientes:

- Concienciar al personal sobre la importancia que tiene el manejo de desechos sólidos.
- Que el personal pueda identificar, clasificar y separar los desechos generados en la planta de reencauche.

#### **3.2.2.2. Catedráticos de conferencias**

Las personas encargadas de desarrollar las capacitaciones del personal, podrán ser catedráticos externos como personal de las empresas a las que se les darán los desechos o el gestor ambiental, en cualquiera de los casos deberá reunir el siguiente perfil.

- Conocer el tema
- Facilidad para expresarse con el personal sujeto a la capacitación
- Conocimiento del plan de manejo de desechos
- Conocimiento de los desechos generados por la empresa

### **3.3. Procedimiento para el control y manejo de desechos sólidos**

Es importante contar con un procedimiento que dé los lineamientos y responsabilidades para el control y manejo de los desechos generados en la planta de reencauche, este procedimiento debe estar disponible a todo el personal involucrado.

#### **3.3.1. Elaboración de procedimiento**

En los párrafos siguientes se describirán los pasos que componen el procedimiento para la recolección, almacenamiento y disposición de los materiales de desecho generados en la planta.

### **3.3.1.1. Objetivo**

Establecer los lineamientos para la recolección, almacenamiento, control y disposición de los desechos generados en la planta de reencauche de llantas.

### **3.3.1.2. Alcance**

El presente documento aplica desde la generación de los desechos sólidos generados en la planta de reencauche, hasta la entrega a las empresas recicladoras.

### **3.3.1.3. Responsabilidades**

- Es responsabilidad de los operarios de reencauche almacenar los desechos en los recipientes codificados por color.
- Es responsabilidad del conserje de la planta recolectar los desechos generados diariamente y trasladarlos al área de almacenaje temporal.
- Es responsabilidad del conserje de la planta realizar el pesaje de los desechos y anotarlos en el formato para medición de desechos sólidos generados en la planta de reencauche.
- Es responsabilidad del coordinador ambiental la divulgación del presente procedimiento.
- Es responsabilidad del coordinador ambiental conjuntamente con el grupo de gestión ambiental velar por el cumplimiento del procedimiento.

#### **3.3.1.4. Desarrollo**

- Disponer de los desechos que se generan en la planta en los depósitos de acuerdo a la codificación por color.
- Los depósitos codificados con los colores son suministrados por el coordinador ambiental.
- Los contenedores deben ser llenados hasta un 75 por ciento de su capacidad con el desecho, posteriormente debe ser enviado al patio donde se encuentra el Área de Almacenaje de Desechos.
- Los desechos deben ser pesados y anotar este peso en el formato de medición de desechos sólidos generados.
- La empresa a la que se le darán los desechos es responsable de retirar los mismos del Área de Almacenaje Temporal.

#### **3.3.1.5. Definiciones**

Desechos: cosa que sobra o resto inservible que queda de algo después de haberlo consumido o trabajado

#### **3.3.1.6. Anexos**

- Codificación por color
- Formato de medición de desechos sólidos generados

### 3.3.1.7. Control de cambios

Se debe completar el siguiente cuadro cuando el procedimiento sufra algún cambio significativo (ver figura 29).

Figura 29. Cuadro de control de cambios

Fecha	Sección afectada	Razón del cambio

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.2. Divulgación de procedimiento

El coordinador ambiental es responsable de divulgar el procedimiento para el manejo de desechos sólidos, esta divulgación se debe realizar en todos los niveles y se hará programando una reunión en la cual se explicarán los pasos y las responsabilidades; de igual forma se debe cargar en el sistema para que pueda ser consultado en cualquier momento. Cuando se realice un cambio al procedimiento se debe realizar una nueva divulgación con las personas involucradas.

## **4. DIAGNÓSTICO AMBIENTAL**

### **4.1. Ubicación geográfica**

- Coordenadas geográficas: N14 34´ 55.1´´ W090 30´ 58.4´´
- Coordenadas UTM: 0767609 / 1613551
- Colindancia de la planta de reencauche:
  - Norte: empresa de alimentos para animales
  - Este: empresa de acero
  - Oeste: empresa de reciclaje de papel
  - Sur: empresa de servicios de seguridad

### **4.2. Ubicación político administrativa**

La planta de reencauche se encuentra ubicada en la 8 calle 14-41 zona 4, El Zarzal Villa Nueva, municipio del departamento de Guatemala.

### **4.3. Descripción del marco legal y entidades gubernamentales**

La promulgación de la Constitución Política de la República de Guatemala en 1985, incorpora la gestión ambiental al conjunto de funciones del Estado al indicar, entre otros, que el Estado, las municipalidades y los habitantes del territorio nacional están obligados a propiciar el desarrollo social, económico y tecnológico que prevenga la contaminación del ambiente y mantenga el equilibrio ecológico. El artículo 97 indica que: se dictarán todas las normas

necesarias para garantizar que la utilización y el aprovechamiento de la fauna, flora, tierra y agua, se realicen racionalmente.

El normativo específico ambiental corresponde a la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente (Decreto 68-86 del Congreso de la República), cuyo objetivo es contribuir a la protección, conservación y mejoramiento de los recursos naturales del país, así como la prevención del deterioro y mal uso o destrucción de los mismo y la restauración del medio ambiente en general.

En 1989 se promulgaron los límites máximos permisibles de las descargas de aguas residuales domésticas y agroindustriales. El MARN propuso en el 2005, nuevos límites máximos permisibles de descarga de aguas residuales, los cuales fueron consensuados y el Acuerdo Gubernativo 236-2006 que contiene el reglamento de las descargas y reuso de aguas residuales y de la disposición de lodos fue publicado el 11 de mayo de 2006.

En 1989 se emite la Ley de Áreas Protegidas (Decreto 4-89 del Congreso de la República), reformada en 1996 (Decreto 110-96 del Congreso de la República). Esta ley pretende asegurar el funcionamiento óptimo de los procesos ecológicos esenciales y de los sistemas naturales vitales para beneficio de todos los guatemaltecos, lograr la conservación de la vida silvestre del país, alcanzar la capacidad de utilización sostenida de las especies y ecosistemas en todo el territorio nacional.

Por su parte, la nueva Ley Forestal (Decreto 101-96) declara de urgencia nacional y de interés social la reforestación y la conservación de los bosques, para lo cual se propiciará el desarrollo forestal y su manejo sostenible. La responsabilidad de la aplicación de la ley recae en el Instituto Nacional de

Bosques, (INAB). CONAP e INAB se integraron al Ministerio de Ambiente y Recursos naturales.

En 1997 se aprueba el nuevo Código de Salud según el Decreto 90-97 del Congreso de la República, en el que en el Capítulo IV se abordan los aspectos de salud y ambiente.

#### **4.4. Características ambientales del área de influencia**

La zona 4 de Villa Nueva, se encuentra conformada, en su mayoría por industrias, por lo cual el principal impacto ambiental negativo es el originado por la descarga de aguas residuales domésticas de las industrias y las emisiones a la atmósfera.

Dentro del área de influencia no se observa basura (desechos sólidos de ningún tipo), es una zona en la que existen trenes de aseo continuo; existen caja de registro y drenajes para aguas residuales domésticas y pluviales. No se impacta de modo alguno la flora y fauna y no se ha afectado la imagen visual, ya que la infraestructura instalada en el área de influencia corresponde a la plantificada según la municipalidad. El área de influencia es conocida ampliamente por su área industrial.

En cuanto a las emisiones a la atmósfera, existen de tipo industrial y de origen vehicular.

#### **4.5. Impactos al ambiente**

Los impactos al ambiente corresponden a todas aquellas acciones que de una u otra forma, modifican el equilibrio del mismo.

#### 4.5.1. Ruido

Se realizó un estudio de ruidos tomando cuatro medidas distintas por puesto de trabajo. De donde se obtuvo una media, un máximo y un mínimo. Para el recorrido en los pasillos se tomaron medidas en puntos estratégicos. Los puntos evaluados son:

- Inspección inicial
- Raspado
- Cardeo
- Reparaciones
- Rellenado
- Embandado
- Armado de cámaras
- Cámaras de vulcanizado
- Inspección final
- 9 medidas en pasillos

Los resultados de estas mediciones se muestran en la tabla XXI:

Tabla XXI. **Resultados medición de ruido planta de reencauche**

Lugar	Media			Permanencia sin equipo
	Media	Mínima	Máxima	Máximo de horas
Inspección inicial	80,2	77	84,6	6
Raspado	85,7	77,3	96,8	0,25
Cardeo	84,7	80,1	88,5	1,5
Reparaciones	81,8	74,5	91,3	0,5
Rellenado	79,9	73,6	92,4	0,5
Embandado	81,2	73,6	90,6	0,5

Continuación de la tabla XXI.

Lugar	Media			Permanencia sin equipo
	Media	Mínima	Máxima	Máximo de horas
Armado de cámaras	80,6	74,5	87,1	1,5
Cámaras de vulcanización	83,7	76,4	93,4	0,5
Inspección final	79,8	75,2	85,4	6
Pasillo 1	76	75	80,7	8
Pasillo 2	80,2	79,3	83,7	7
Pasillo 3	78,5	77,2	78,9	8
Pasillo 4	78,5	78,5	82,1	8
Pasillo 5	81,5	79,7	84,4	7
Pasillo 6	81	78,2	85,1	6
Pasillo 7	79,8	78	83,7	7
Pasillo 8	80,5	78,1	82,9	8
Pasillo 9	82,9	78,1	84,5	6

Fuente: elaboración propia.

#### 4.5.2. Aguas residuales domésticas y pluviales

Los residuos líquidos domésticos son generados por los residentes de las viviendas, comercios e industrias colindantes, y son canalizados hacia fosas sépticas y drenajes municipales. Las aguas pluviales se originan de las lluvias, se colectan por canaletas y se conducen hacia los drenajes municipales.

Es importante mencionar que por las actividades desarrolladas en la planta de producción, no se generan aguas residuales de origen industrial. Sin embargo, se cuenta con fosas sépticas y trampas de grasa.

### **4.5.3. Desechos sólidos**

El manejo de los desechos es a través de la separación en origen y, la disposición final de los desechos no reciclables es hacia un tren de aseo privado y el relleno sanitario de AMSA. Como segunda opción se encuentra el relleno sanitario de la zona 3.

### **4.5.4. Emisiones a la atmósfera**

Dentro de las operaciones de la planta de producción no hay emisiones a la atmósfera, sin embargo, la empresa cuenta con vehículos para la distribución de su producto a los cuales se les realiza mantenimientos preventivos para reducir las emisiones vehiculares a la atmósfera.

## **4.6. Análisis de impactos por operación**

A continuación se identifican los impactos al ambiente generados por la operación de la planta de reencauche de llantas.

### **4.6.1. Calidad del aire**

El impacto a la calidad del aire es por la emisión de gases de los motores de combustión de los vehículos. Los valores de los índices de contaminantes que impactan sobre la calidad del aire, actualmente en el sector son altos, debido al tránsito vehicular. Igualmente por la operación de gran cantidad de industrias. Las emisiones de gases generados por las actividades de la planta de producción de reencauche no cambiará la calidad del aire actual.

#### **4.6.2. Ruido**

No se identificaron picos superiores a los 97 decibeles, por lo regular se recomienda el uso de protección auditiva a partir de los 80 decibeles, sin embargo, si se tiene un control adecuado de los puestos y tiempos de permanencia en los puestos de trabajo, se podrá permitir tiempos o áreas específicas para retirar los protectores.

Si las visitas en la planta no tienen una mayor permanencia a los 30 minutos se puede omitir el uso de protectores.

Es necesario considerar que el uso de protectores auditivos, también merma la capacidad del trabajador de escuchar alertas y seguir instrucciones. Por lo que se recomienda seguir medidas complementarias tales como:

- Alertas visuales
- Instrucciones escritas

#### **4.6.3. Agua superficial y subterránea**

Las aguas residuales que generan los trabajadores de administración y planta son dispuestas en fosas sépticas y posteriormente canalizadas hacia los drenajes municipales. El volumen de aguas residuales generado por los trabajadores no va a incrementar los niveles de contaminación de las aguas residuales transportadas por las candelas municipales.

#### **4.6.4. Desechos sólidos**

Los desechos sólidos que se generan durante la etapa de operación son de origen doméstico e industrial, por lo que se pueden categorizar como comunes y en ningún momento peligrosos. Los desechos sólidos son recolectados, clasificados y entregados a terceros para su aprovechamiento por medio de reciclaje, y en su defecto a un tren de aseo privado que los deposita en un botadero autorizado por la municipalidad.

#### **4.7. Medidas a implementar por la operación de la planta de reencauche**

Como se indicó, la calidad ambiental del área de influencia existente se caracteriza por ser una zona industrial, lo cual ha provocado que se haya urbanizado el suelo, afectando la cobertura vegetal y la filtración del agua, así como ha aumentado la generación de residuos líquidos y sólidos, los cuales no han sido manejados adecuadamente afectando la calidad del agua y suelo; la zona está contigua a una vía de gran circulación de vehículos y cuyas emisiones deteriora la calidad del aire y aumenta los niveles de ruido. La operación de la planta de reencauche provoca emisiones de gases a la atmósfera, ruido y residuos líquidos y sólidos, pero en cantidades comparativamente pequeñas, sin embargo, se deben tomar medidas por parte de la empresa, las cuales se muestran a continuación:

##### **4.7.1. Calidad del aire**

Como ya se mencionó anteriormente, las emisiones al aire en su mayoría son producidas por la flota de vehículos, por lo que se recomienda mantener un adecuado mantenimiento a la flota de vehículos.

A continuación se presenta en la tabla XXII, el plan de mantenimiento preventivo para los vehículos que se utilizan para la distribución de las llantas reencauchadas:

Tabla XXII. **Plan de mantenimiento preventivo para camiones**

Servicio	5 000	10 000	15 000	20 000	25 000	30 000	35 000	40 000
Servicio 1	X	X	X	X	X	X	X	X
Servicio 2				X				X
Servicio 3						X		
Servicio 4								X

Fuente: elaboración propia.

- Servicio 1
  - Cambio de aceite y filtro de motor.
  - Revisar filtro de aire.
  - Revisar fajas.
  - Revisión y ajuste de frenos.
  - Revisión de niveles: líquido de frenos, *clutch*, aceite timón hidráulico, aceite caja de velocidades, aceite eje diferencial, refrigerante radiador.
  - Revisar luces y cambiar si es necesario.
  - Revisar tren delantero.
  - Revisar cruces de transmisión.
  - Rotar y balancear llantas.

- Servicio 2: actividades del servicio 1 más lo siguiente:
  - Cambio de: filtro de aire, aceite de caja de velocidades, aceite eje diferencial, filtro de combustible, líquido de *clutch* y graduación.
  - Servicio completo al sistema de frenos.
  - Limpiar trampa de agua.
  - Engrasar tren delantero.
  - Engrasar cruces de transmisión.
  - Alineación completa.
  - Servicio a bufas.
  
- Servicio 3: actividades del servicio 1 más lo siguiente:
  - Limpiar motor
  - Servicio sistema de enfriamiento
  - Limpieza panel del radiador
  - Servicio de timón hidráulico
  
- Servicio 4: actividades del servicio 2 más lo siguiente:
  - Revisar carga de alternador y batería
  - Cambio de fajas y revisión de poleas
  - Servicio de bufas
  - Servicio al sistema de inyección

#### **4.7.2. Ruido**

La generación de ruido se da especialmente, por la utilización de maquinaria o equipos necesarios para la actividad.

A continuación se describen algunos pasos que se pueden realizar para reducir el ruido en la empresa:

- Identificar y determinar las características de la fuente de ruido: si es continua o intermitente.
- Hacer una revisión del estado de anclaje (aseguramiento al piso) de los equipos.
- Instalar una capa gruesa de caucho vulcanizado entre la máquina y el piso y atornille los pernos del anclaje.
- Adecuar un espacio cerrado con el aislamiento acústico para instalar los equipos y máquinas que generen niveles altos de ruido.
- Cubrir las paredes aledañas a una fuente de ruido alta con material aislante.

#### **4.7.3. Agua superficial y subterránea**

El proceso de reencauche es una actividad en seco, es decir, no es necesaria la utilización de agua durante el proceso por tanto no hay vertimientos industriales. Pero si hay generación de aguas residuales domésticas en oficinas, baños, cocina las cuales son llevadas a un pozo séptico el cual debe manejarse de acuerdo a la tabla XXIII:

Tabla XXIII. **Condiciones para el mantenimiento y control de pozo séptico**

1	Realizar limpieza en periodos de 3 a 5 años, con el objetivo de realizar la remoción de sólidos que se acumulan en el fondo
2	Realizar una inspección visual periódica para determinar requerimientos de mantenimiento

Continuación de la tabla XXIII.

3	En la empresa debe hacerse un uso adecuado del agua, pues a mayor consumo menor eficiencia del sistema
4	Utilizar con asesoría aditivos (microorganismos) que permiten disminuir la cantidad de sólidos
5	Garantizar que no ingrese al sistema ningún tipo de solido diferente a la materia orgánica
6	Realizar una protección adecuada del sistema con material permeable, por ejemplo, el pasto es uno de ellos y favorece la evaporación y la oxigenación del pozo
7	Cuidar que al sistema no ingresen productos químicos o sustancias peligrosas
8	El lugar donde se ubica el pozo séptico no debe utilizarse como zonas de almacenamiento, circulación y/o parqueo de vehículos
9	Guardar el histórico de los registros de reparaciones y mantenimientos realizados al pozo séptico (apéndice 3)
10	Guardar el histórico de los análisis de calidad del aguas realizados para verificar las condiciones de eficiencia del sistema de aguas (apéndice 4)

Fuente: elaboración propia.

El recurso hídrico se hace más escaso debido a su utilización y contaminación, es necesario implementar medidas que ayuden a realizar un uso eficiente del mismo, por lo que en la tabla XXIV se da un programa que busca el uso eficiente y ahorro de agua.

Tabla XXIV. **Programa para el uso eficiente y ahorro del agua**

Paso 1	Designar un equipo responsable para implementar el programa
Paso 2	Revisar periódicamente las llaves y griferías
Paso 3	Realizar un registro frecuente de consumos y control estricto de las facturas de agua
Paso 4	Instalar llaves automáticas reguladoras de flujo en lavamanos y duchas
Paso 5	Cambiar baterías sanitarias por unas de bajo consumo o instale una botella con agua en el tanque
Paso 6	No lavar las instalaciones con manguera. Para ello utilice recipientes
Paso 7	Realizar la limpieza y barrido de las instalaciones en seco
Paso 8	Realizar una revisión periódica de tuberías y drenajes
Paso 9	Si existe una fuga reparar de inmediato y realizar pruebas
Paso 10	Realizar jornadas de sensibilización en la empresa

Fuente: elaboración propia

Este programa de uso eficiente y ahorro de agua busca disminuir el consumo del recurso en las instalaciones, algunos de los beneficios de este programa son:

- Reducción de los riesgos ambientales
- Ahorros en materias primas
- Aumento de la productividad
- Mejora en la imagen de la empresa

#### **4.7.4. Seguridad ocupacional e industrial**

A nivel general, hay que considerar el efecto positivo de introducir la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo, consideración que es reconocida por los empresarios y trabajadores.

Las siguientes directrices deberían contribuir a proteger contra los peligros y eliminar las posibilidades de lisiones, enfermedades, incidentes y muertes relacionadas con el trabajo.

Las directrices se basan en el siguiente orden de prioridades:

- Eliminación de peligros y riesgos de las áreas de trabajo.
- Control de peligros y riesgos en su origen, con la adopción de medidas técnicas de control o medidas administrativas.
- Minimización de peligros y riesgos con diseño de sistemas de trabajo seguros que comprendan disposiciones administrativas de control.
- Cuando un peligro o riesgo no pueda controlarse con disposiciones colectivas, la organización debe ofrecer equipo de protección personal con medidas que garanticen su utilización y conservación.

Para lograr el control de peligros y riesgos, es necesario definir procedimientos o disposiciones de seguridad con las siguientes características:

- Ajustarse exactamente a los peligros y riesgos de las áreas de trabajo.
- Examinarse y de ser necesario modificarse de forma periódica.
- Retroalimentarse con las inspecciones de seguridad realizadas por la empresa.
- Garantizar su completa y clara divulgación para todos los colaboradores.

En la tabla XXV se muestran las condiciones de riesgo en las actividades de la empresa.

Tabla XXV. **Condiciones de riesgo en planta de reencauche de llantas**

<b>Actividad</b>	<b>Condiciones de riesgo</b>	<b>Buenas prácticas</b>	<b>Equipo de protección personal</b>
Inspección inicial	Desprendimiento de partículas	Intervención para lograr actitud positiva frente al auto cuidado	Protector visual, zapatos industriales
Raspado	Mecánico (posibilidad de quedar atrapado por piezas metálicas, desprendimiento de partículas, corte con piezas mecánicas)	Entrenamiento para manejo de equipo	Protector visual, guantes gruesos y zapatos industriales
Embandado	Mecánico (corte por manipulación de guillotina)	Instalación de guardas de seguridad	Guantes gruesos
Adecuación de llantas	Químico (utilización de pinturas y cementos)	Entrenamiento para uso de hojas de seguridad	Guantes

Continuación de la tabla XXV.

Actividad	Condiciones de riesgo	Buenas prácticas	Equipo de protección personal
Áreas de trabajo	Ergonómico (exposición prolongada en posiciones de pie y/o posturas inadecuadas, levantamiento y traslado de llantas)	Implementación de pausas activas. Variación de procesos para cambio de actividad. Intervención para transporte de cargas con ayudas mecánicas.	Ninguna
	Físico (quemaduras por exposición piezas metálicas calientes)	Entrenamiento del personal para detección de condiciones de riesgo y control de los mismos	Guantes resistentes a superficies calientes
	Físico (exposición a material particulado)	Mitigación de riesgos en la fuente	Gafas de seguridad y mascarilla
	Físico (exposición a ruido)	Uso de equipo de protección	Protectores auditivos

Fuente: elaboración propia.

## **5. PROGRAMA DE MEJORA CONTINUA**

### **5.1. Seguimiento**

Para que el plan de manejo de residuos sólidos funcione se debe dar seguimiento al mismo y para ello se debe desarrollar una serie de métodos como la implantación de indicadores de medición, análisis de datos y generación de acciones correctivas y preventivas que se ampliarán en los siguientes subcapítulos para poder alcanzar el objetivo de minimizar el impacto de los desechos sólidos en el medio ambiente, el gestor ambiental será la persona encargada de dar este seguimiento y tomar acciones para la mejora continua del plan de manejo de desechos sólidos.

#### **5.1.1. Indicadores de medición**

Los objetivos que se proponen al desarrollar el plan de manejo de desechos sólidos deben concretarse en expresiones medibles, que sirvan para expresar cuantitativamente dichos objetivos, para lo cual se debe crear indicadores que midan el desempeño de la gestión ambiental y el desperdicio de los desechos que pueden afectar la eficiencia de la planta de producción

##### **6.1.1.1. Indicadores de desempeño ambiental**

Dentro del procedimiento de manejo de desechos generados en la planta de reencauche quedó bajo la responsabilidad del conserje el pesaje de los residuos y el traslado de esta información al formato: Informe de desperdicio de

desechos sólidos (apéndice 2), el cual servirá para alimentar los indicadores de medición ambiental, dentro de los indicadores que se proponen están:

- Indicadores que pueden mejorar la eficiencia productiva
- Indicadores de desempeño ambiental

Dentro de los indicadores que pueden mejorar la eficiencia de la planta por ser desechos de materia prima se proponen los siguientes:

- Índice de libras de cojín desperdiciado

Fórmula: Libras de cojín desperdiciado / libras de cojín utilizado

Tabla XXVI. **Índice mensual de libras de cojín desperdiciado**

<b>Cojín desperdiciado</b>			
<b>Mes</b>	<b>Desperdicio de cojín en libras</b>	<b>Total de libras de cojín</b>	<b>porcentaje</b>
Enero 2012	32	3 782	0,85
Febrero 2012	38	5 428	0,70
Marzo 2012	37	5 782	0,64
Abril 2012	25	4 697	0,53
Mayo 2012	42	5 663	0,74
Junio 2012	35	4 871	0,72

Fuente: elaboración propia.

- Índice de libras de *strip stock* desperdiciado

Fórmula: Libras de *strip stock* desperdiciado / libras de *strip stock* utilizado

Tabla XXVII. Índice mensual de libras de *strip stock* desperdiciado

<b>Strip stock desperdiciado</b>			
<b>Mes</b>	<b>Desperdicio de <i>strip stock</i> en libras</b>	<b>Total de libras de <i>strip stock</i></b>	<b>Porcentaje</b>
Enero 2012	22	4 300	0,51
Febrero 2012	25	3 555	0,70
Marzo 2012	32	3 842	0,83
Abril 2012	27	4 128	0,65
Mayo 2012	33	4 782	0,69
Junio 2012	25	3 779	0,66

Fuente: elaboración propia.

- Índice de libras de banda desperdiciada

Fórmula: Libras de banda desperdiciada / libras de banda utilizada

Tabla XXVIII. Índice mensual de libras de banda desperdiciada

<b>Banda desperdiciada</b>			
<b>Mes</b>	<b>Desperdicio de banda en libras</b>	<b>Total de libras de banda</b>	<b>Porcentaje</b>
Enero 2012	22	4 300	0,51
Febrero 2012	25	3 555	0,70
Marzo 2012	32	3 842	0,83
Abril 2012	27	4 128	0,65
Mayo 2012	33	4 782	0,69
Junio 2012	25	3 779	0,66

Fuente: elaboración propia.

- Índice de libras de extruder desperdiciado

Fórmula: Libras de extruder desperdiciado / libras de extruder utilizado

Tabla XXIX. **Índice mensual de libras de extruder desperdiciado**

<b>Extruder desperdiciado</b>			
<b>Mes</b>	<b>Desperdicio de extruder en libras</b>	<b>Total de libras de extruder</b>	<b>Porcentaje</b>
Enero 2012	100	4 300	2,33
Febrero 2012	105	3 555	2,95
Marzo 2012	131	3 842	3,41
Abril 2012	103	4 128	2,50
Mayo 2012	109	4 782	2,28
Junio 2012	130	3 779	3,44

Fuente: elaboración propia.

Dentro de los indicadores de desempeño ambiental se proponen los siguientes:

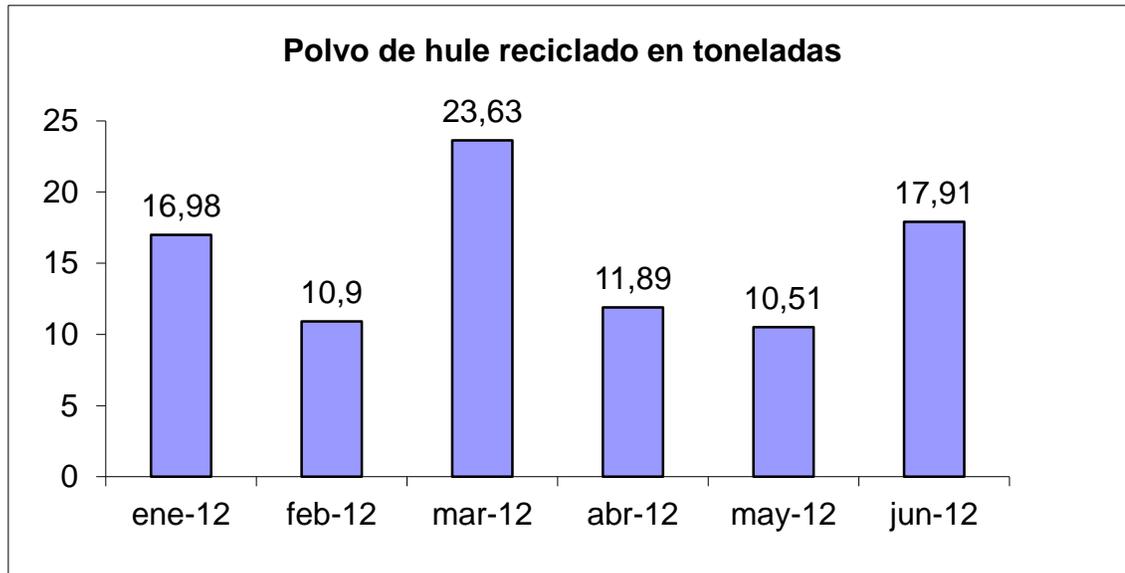
- Polvo de hule reciclado en toneladas

Tabla XXX. **Índice mensual de toneladas de polvo de hule reciclado**

<b>Polvo de hule reciclado en toneladas</b>	
<b>Mes</b>	<b>Cantidad</b>
Enero 2012	16,98
Febrero 2012	10,90
Marzo 2012	23,63
Abril 2012	11,89
Mayo 2012	10,51
Junio 2012	17,91

Fuente: elaboración propia.

Figura 30. **Gráfico de barras de polvo de hule reciclado en toneladas**



Fuente: elaboración propia.

- Papel y cartón reciclado en libras

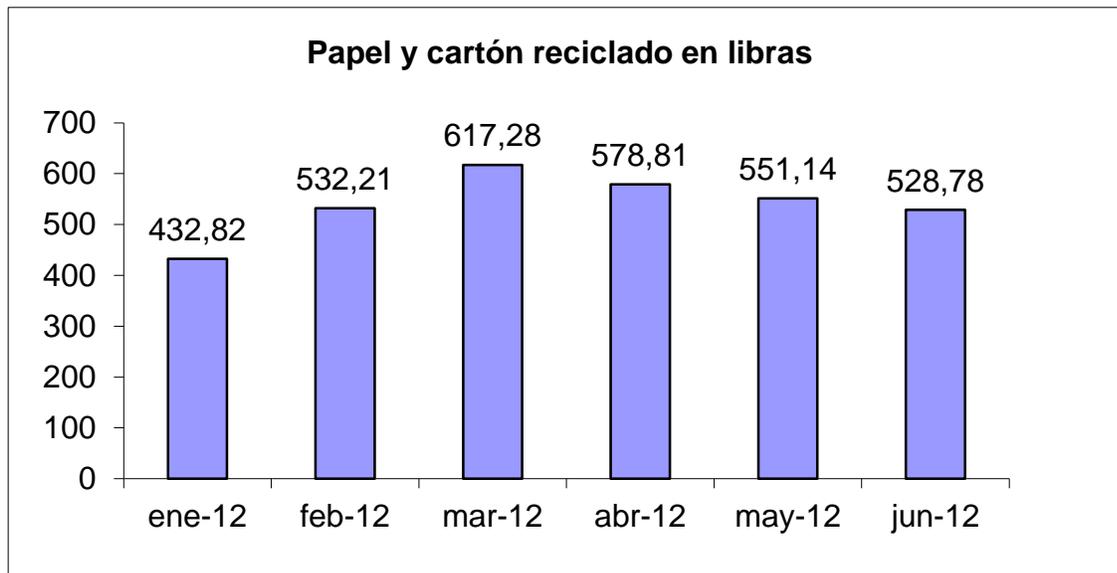
Tabla XXXI. **Índice mensual de libras de papel y cartón reciclado**

<b>Papel y cartón reciclado en libras</b>	
<b>Mes</b>	<b>Cantidad</b>
Enero 2012	432,82
Febrero 2012	532,21
Marzo 2012	617,28
Abril 2012	578,81
Mayo 2012	551,14
Junio 2012	528,78

Fuente: elaboración propia.

De enero a junio del 2012 se reciclaron un total de 1,47 toneladas de papel y cartón, lo cual equivalen a 4,85 toneladas de madera que se dejó de talar.

Figura 31. **Gráfico de barras de papel y cartón reciclado en libras**



Fuente: elaboración propia.

- Plástico reciclado en libras

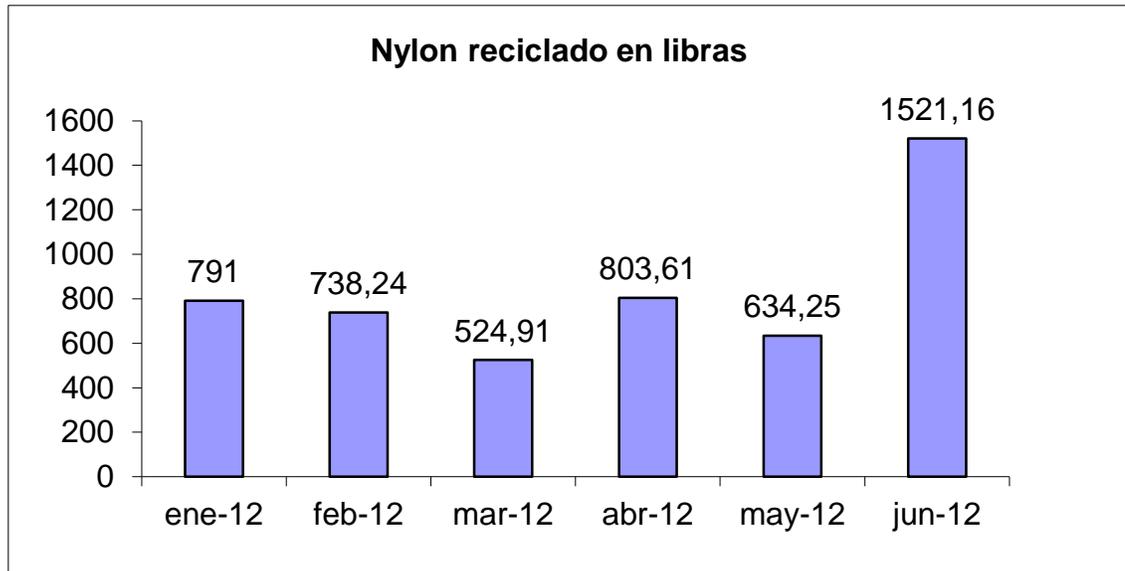
Tabla XXXII. **Índice mensual de libras de plástico reciclado**

<b>Plástico reciclado en libras</b>	
<b>Mes</b>	<b>Cantidad</b>
Enero 2012	791,00
Febrero 2012	738,24
Marzo 2012	524,91
Abril 2012	803,61
Mayo 2012	634,25
Junio 2012	1 521,16

Fuente: elaboración propia.

De enero a junio del 2012 se reciclaron un total de 2,27 toneladas de plástico, lo cual equivalen a 9 barriles de petróleo que se dejaron de utilizar.

Figura 32. **Gráfico de barras de nylon reciclado en libras**



Fuente: elaboración propia.

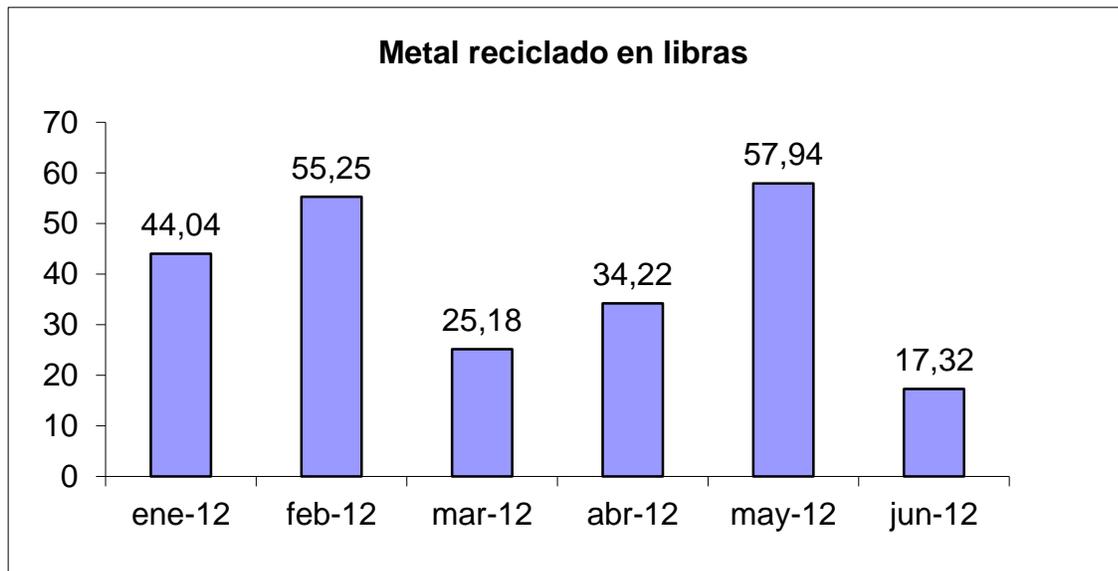
- Metal reciclado en libras

Tabla XXXIII. **Índice mensual de libras de metal reciclado**

<b>Metal reciclado en libras</b>	
<b>Mes</b>	<b>Cantidad</b>
Enero 2012	44,04
Febrero 2012	55,25
Marzo 2012	25,18
Abril 2012	34,22
Mayo 2012	57,94
Junio 2012	17,32

Fuente: elaboración propia.

Figura 33. **Gráfico de barras de metal reciclado en libras**



Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. **Análisis de datos**

El gestor ambiental debe realizar un análisis de datos de los indicadores ambientales, esto con la finalidad de medir la eficacia del plan de manejo de desechos sólidos.

Para el análisis de los desechos de materia prima se propone llevar gráficos de control, ya que estos se utilizan cuando se desea conocer si la variabilidad de un proceso es debido a causas aleatorias o si es por causas asignables, a fin de determinar si el proceso se encuentra bajo control (estadísticamente hablando).

Por ser porcentajes de materia prima desperdiciada se deben elaborar gráficos P, a continuación se detallan las fórmulas que se deben utilizar para elaborar este tipo de gráfico:

$$\text{Límite de control superior (LCS)} = P + 3 \sqrt{P(1-P)/n}$$

$$\text{Límite central (LC)} = P$$

$$\text{Límite de control inferior (LCI)} = P - 3 \sqrt{P(1-P)/n}$$

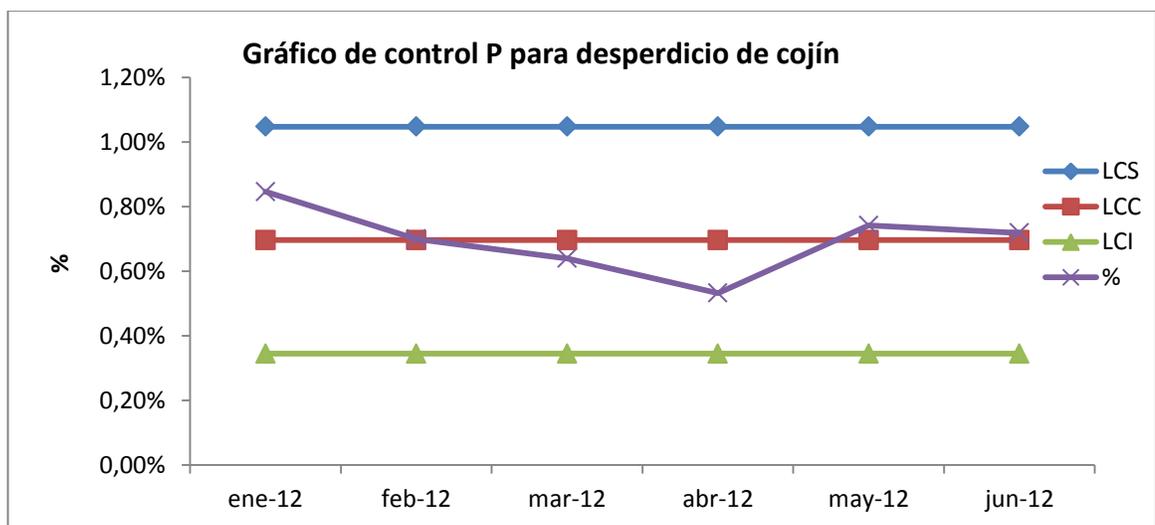
Donde:

P= promedio del porcentaje de desperdicio

n= promedio del total de desperdicio utilizado

Utilizando los datos de la tabla XVI se procede a realizar el gráfico P para las libras de cojín desperdiciado:

Figura 34. **Gráfico de control P para desperdicio de cojín**

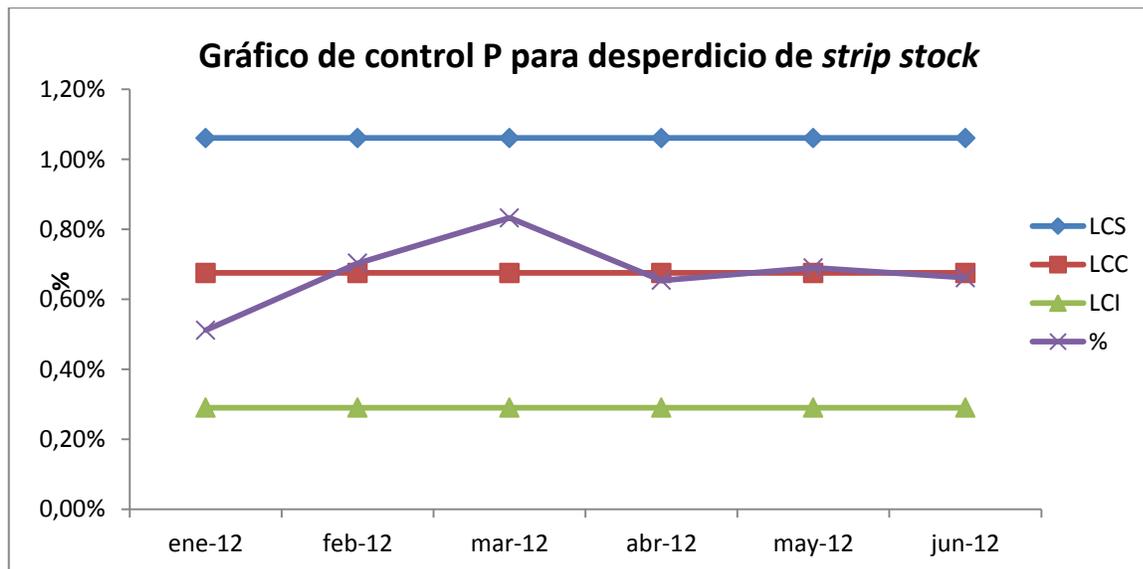


Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que se encuentra bajo control estadístico con una tendencia a la baja, esto es bueno ya que se está graficando desperdicio, por lo que el objetivo es disminuir el porcentaje de desperdicios.

Utilizando los datos de la tabla XVII, se procede a realizar el gráfico P para las libras de *strip stock* desperdiciado:

Figura 35. **Gráfico de control P para desperdicio de *strip stock***

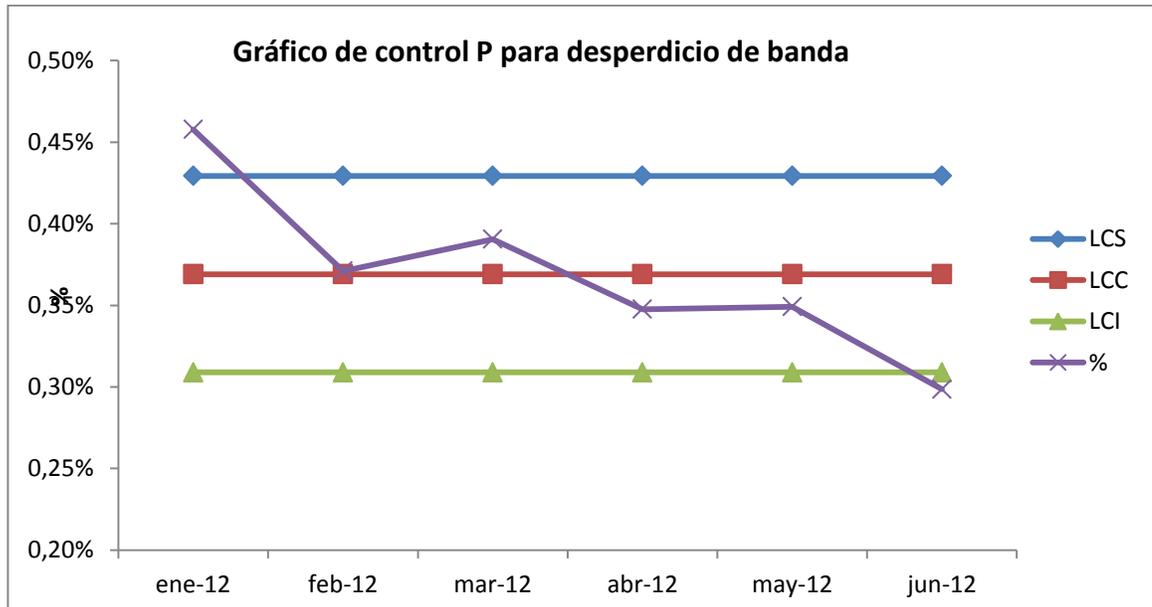


Fuente: elaboración propia.

Se puede observar que se encuentra bajo control estadístico, en los últimos tres meses se ha mantenido sobre la media; esto indica que el desperdicio de *strip stock* ha disminuido en su variación, por lo que se debe continuar monitoreando para tomar acciones.

Utilizando los datos de la tabla XVIII se procede a realizar el gráfico P para las libras de banda desperdiciada:

Figura 36. **Gráfico de control P para desperdicio de banda**

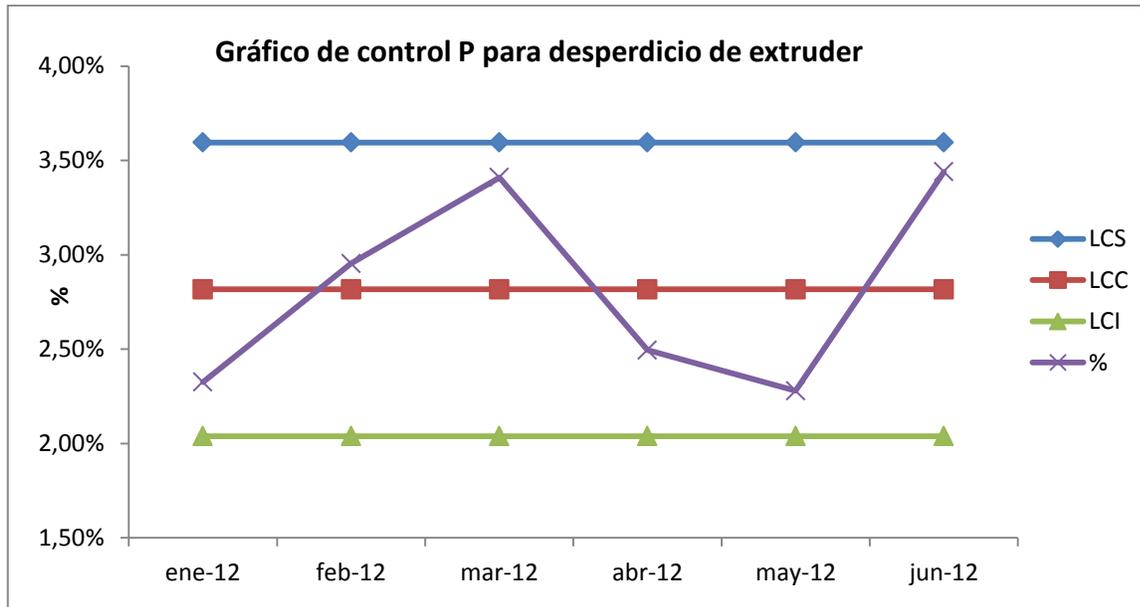


Fuente: elaboración propia.

Al analizar la gráfica se puede indicar que el proceso no se encuentra bajo control estadístico debido a que en el primer mes se tiene un 0,46 por ciento de banda desperdiciada, lo cual está por arriba del límite superior y en el mes de junio se tiene un 0,30 por ciento el cual está por debajo del límite inferior, que el gráfico de control de desperdicio de banda se encuentre fuera de control no indica necesariamente que sea malo, por el contrario la tendencia del proceso es a la baja, por lo que se puede deducir que se han tomado acciones para reducir este desperdicio. Se deben recalcular los límites de control y continuar monitoreando.

Utilizando los datos de la tabla XIX se procede a realizar el gráfico P para las libras de extruder desperdiciado:

Figura 37. Gráfico de control P para desperdicio de extruder



Fuente: elaboración propia.

Al analizar la gráfica se puede indicar que el desperdicio de extruder se encuentra bajo control estadístico, sin embargo, en los meses de marzo y junio el porcentaje de desperdicio se encuentra muy próximo al límite superior, se deben tomar acciones para disminuir la variabilidad del proceso y continuar monitoreando.

La interpretación que el gestor ambiental debe dar a los gráficos de control es la siguiente:

- Cualquier punto fuera de los límites de control, proceso fuera de control.
- Siete o más puntos en una línea, arriba o abajo del límite central, proceso fuera de control.

- Siete o más puntos en una línea que van en una dirección, hacia arriba o hacia abajo, se toma como tendencia y el proceso está fuera de control.
- Se identifica un patrón con puntos que no está al azar como puntos cercanos a la media, puntos muy lejanos a la media, periodicidad en los datos.

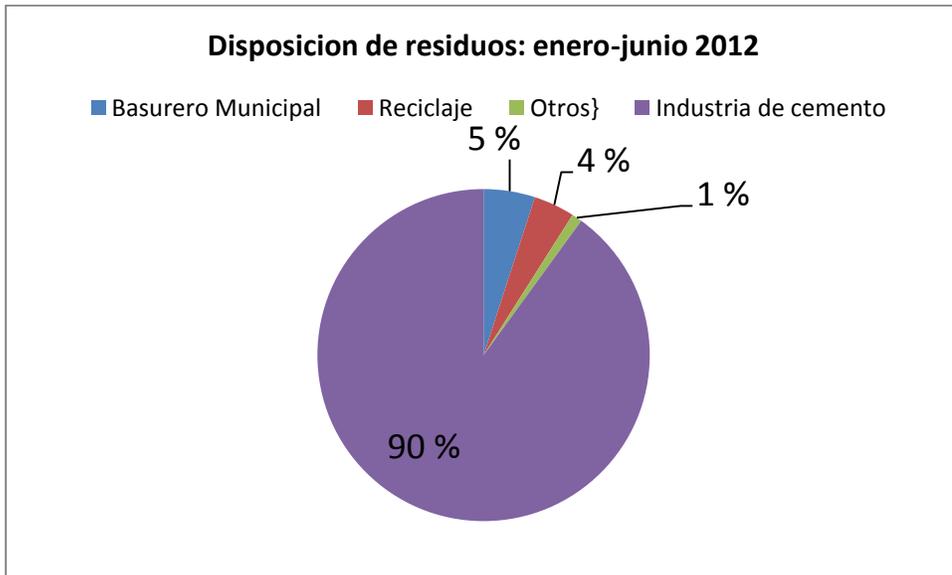
También es importante analizar la disposición final que se le da a los distintos desechos generados por la planta de producción, con la finalidad de determinar el porcentaje de residuos manejados adecuadamente y aumentar dicho porcentaje, en la tabla XXIV se describe la disposición de los desechos de la empresa de reencauche.

Tabla XXXIV. **Disposición de residuos sólidos de enero a junio 2012**

<b>Disposición de residuos sólidos</b>		
<b>Destino</b>	<b>Cantidad en toneladas</b>	<b>Porcentaje</b>
Basurero municipal	4,72	4,67
Reciclaje	3,89	3,85
Industria de cemento	91,82	90,86
Otros	0,63	0,62

Fuente: elaboración propia.

Figura 38. **Gráfico de la disposición de residuos sólidos**



Fuente: elaboración propia.

Dentro de la disposición de desechos del mes de enero a junio del 2012 se tiene que el 90 por ciento de los residuos se envían a la industria de cemento, esto debido a que el mayor volumen de los desechos lo representa el polvo de hule; se debe mencionar que anteriormente a la implantación del proyecto el restante 10 por ciento se enviaba al basurero municipal, sin embargo en el último semestre se ha logrado dar una mejor disposición y disminuyó de ese porcentaje a un 5 por ciento.

Se debe continuar evaluando la disposición de los desechos y buscando otras alternativas para continuar disminuyendo la disposición inadecuada de desechos.

### **5.1.3. Control de registros**

El empleo de registros es importante para llevar el control de toda actividad, este control es una forma de documentar y dejar evidencia de las actividades que se desarrollan dentro del plan de manejo de desechos sólidos en la planta de reencauche.

Los registros se deben controlar de acuerdo al procedimiento de control de registros que dispone la organización para su identificación, almacenamiento, retención y disposición.

Los registros de medición de desechos sólidos generados deben ser controlados por el conserje de la planta de reencauche, quien tiene a su cargo el pesaje de los desechos.

### **5.1.4. Evaluación del programa de divulgación y capacitación**

Para determinar que el programa de divulgación y capacitación es eficaz, se debe realizar una evaluación, tanto teórica como práctica, esta evaluación se realizará a todo el personal después de haber recibido la capacitación.

#### **5.1.4.1. Evaluación teórica**

Este tipo de evaluación consiste en someter a los colaboradores a los que se les impartió la capacitación, una prueba escrita con el objetivo de identificar si la información transmitida a través de las charlas fue comprendida, esta prueba debe realizarse al finalizar la capacitación y los resultados serán analizados para llevar a cabo acciones de mejora en el programa de capacitación.

#### **5.1.4.2. Evaluación práctica**

Este tipo de evaluación se realizará por medio de observación en las áreas de trabajo en las cuales se generan desechos sólidos.

Los puntos que se deben evaluar son:

- Identificar adecuadamente los desechos
- Uso de equipo de protección
- Atención de rótulos y señales de información

Esta evaluación deberá ser realizada periódicamente por parte del Comité de Gestión Ambiental sin previo aviso y los resultados se deberán analizar para tomar acciones correctivas o de mejora.

### **5.2. Mejora continua**

La mejora continua es una característica fundamental para que un plan de manejo de desechos sólidos funcione de manera eficaz, la mejora continua se logra por medio del cumplimiento de los objetivos y metas y la optimización de los recursos para la gestión del manejo de desechos sólidos. Para lograr esta mejora se proponen dos herramientas útiles: las 5's y las auditorías de gestión ambiental:

#### **5.2.1. Programa 5's: *Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke***

Este programa tiene como objetivo mejorar el ambiente laboral dentro de la empresa, permitiendo la productividad y creando un entorno sano y seguro, dentro de los beneficios de este programa están:

- Ambiente de trabajo sano y seguro.
- Disminución de lesiones personales y daños materiales.
- Genera compromiso y una cultura de mejora continua basada en el respeto y orden.
- Facilita la simplificación y estandarización de los procesos.
- Busca mejorar la productividad a través de la eliminación de desperdicios.

A continuación se describe cada uno de los pasos para implementar esta metodología en la empresa:

Tabla XXXV. **Pasos para implementar la metodología 5´s**

<b>Paso</b>	<b>Concepto</b>	<b>Beneficios</b>
Despejar	Separar las cosas útiles de las innecesarias, las suficientes de las excesivas y dejar en nuestro sitio de trabajo solo lo indispensable para realizar eficientemente nuestras labores	Sitios libres de objetos innecesarios, más espacio, mejor control de inventario, menos accidentes
Organizar	Ordenar los objetos requeridos en nuestro trabajo, de acuerdo a un método establecido, dándoles una ubicación específica que facilite su localización, disposición y regreso al mismo lugar, después de ser usados	Ayuda a encontrar fácilmente objetos economizando tiempo, ayuda a identificar cuando falta algo, da una mejor apariencia
Limpieza	Limpiar, no es simplemente, quitar la suciedad de algo; es también purificar	Alargamiento de la vida útil de los equipos, menos accidentes, mejor aspecto

Continuación de la tabla XXXV.

<b>Paso</b>	<b>Concepto</b>	<b>Beneficios</b>
Bienestar personal	Estado físico y mental que permite a las personas desempeñar de manera segura, eficaz y cómoda su trabajo. Implica poner en práctica el despeje, la organización y la limpieza, pero en la propia persona	Mejora la salud, facilita las relaciones con los demás
Disciplina	Convierta los pasos anteriores en un hábito.	Alcanzar las metas personales y de trabajo, mejora la eficacia

Fuente: *Manual de producción más limpia y buenas prácticas ambientales*. p. 13.

### **5.2.2. Auditorías de gestión ambiental:**

La identificación de deficiencias en el plan de manejo de desechos sólidos, ya sean estas deficiencias reales o potenciales, proporciona a la empresa oportunidades significativas de mejora y para realizar estas mejoras, se deben realizar a intervalos planificados auditorías de seguimiento; hay que tener presente que esta evaluación forma parte del mismo plan de manejo de desechos sólidos y que como tal, debe realizarse de forma planificada y documentarse.

La auditoría de un plan de manejo de desechos sólidos se utiliza para comprobar, mediante el examen y la evaluación de evidencias objetivas, que el plan de manejo de desechos sólidos sigue siendo aplicable a las actividades que desarrolla la empresa.

El método para realizar estas auditorías es examinar las diferentes operaciones del proceso:

- Materias primas empleadas
- Materias auxiliares consumidas
- Productos obtenidos
- Residuos
- Gestión del proceso y la información generada

Las auditorías serán llevadas a cabo por miembros internos de la empresa que deberán recibir una capacitación para este fin, las ventajas de realizar estas auditorías por personal propio de la empresa son:

- Conocimiento exhaustivo de la actividad.
- Operatividad en la ejecución.
- Desarrollo de la capacidad de autocrítica.
- Mayor identificación con las propuestas de solución a problemas reconocidos.
- Incremento en la responsabilidad personal de la empresa.

Las auditorías se deben llevar a cabo en forma programada a intervalos planificados, es por ello que a continuación se presenta una planificación sugerida para llevar a cabo estas auditorías.

Tabla XXXVI. Programa de auditorías

Periodo del mes de:	al mes de:		año:
Proceso	Mes		
	Enero	Junio	Noviembre
Materias primas empleadas y consumidas	X		
Evaluación de impactos ambientales	X		
Capacitación de personal	X	X	X
Disposición adecuada de desechos	X	X	X
Indicadores de gestión ambiental	X	X	X
Acciones generadas	X		X

Fuente: elaboración propia.

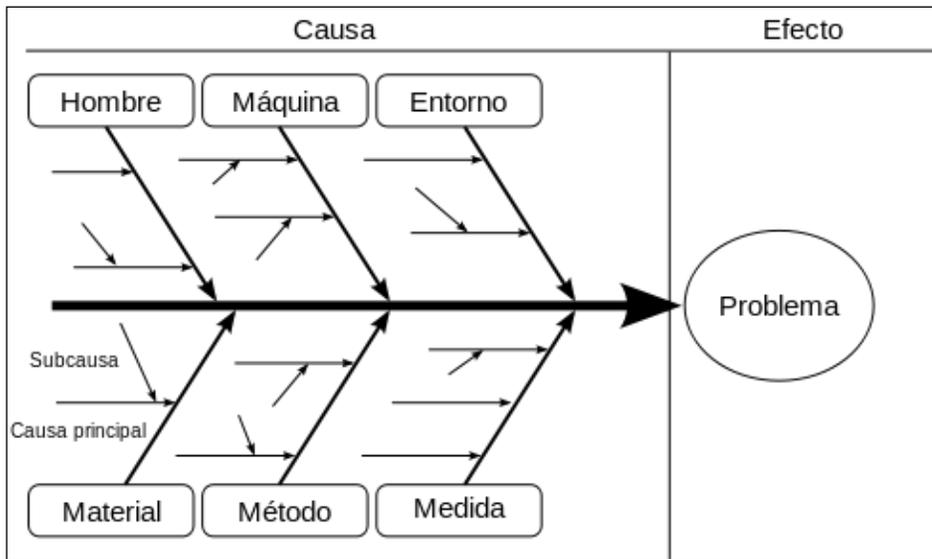
De igual forma se debe analizar el origen de las causas de las deficiencias encontradas tanto dentro como fuera de las auditorías y, para esto se propone utilizar el método de causa y efecto, el cual fue desarrollado para representar la relación entre algún efecto y todas las posibles causas que lo influyen. El efecto o problema es colocado en el lado derecho del diagrama y las causas principales son listadas a su izquierda.

El Diagrama de Causa y Efecto es trazado para ilustrar claramente las diferentes causas que afectan un proceso, identificándolas y relacionándolas unas con otras. Para cada efecto, generalmente surgirán varias categorías de causas principales que pueden ser resumidas en las llamadas categorías: personas, maquinaria, métodos y materiales.

A continuación se presentan los pasos para la construcción de un Diagrama de Causa y Efecto:

- Generar las causas necesarias para construir un diagrama de Causa y Efecto de alguna de las siguientes maneras:
  - Lluvia de ideas estructurada acerca de las posibles causas
  - Pedir a los miembros del equipo que utilicen hojas de inspección simples para ubicar las posibles causas y examinar cuidadosamente los pasos del proceso de producción
  
- Elaborar el diagrama de causa y efecto actual de la siguiente forma:
  - Escribir la frase descrita que identifica el problema en el cuadro de la derecha
  - Colocar en forma apropiada en categorías principales las ideas generadas en la lluvia de ideas
  - Para cada causa hay que preguntar ¿por qué sucede? y se debe listar las respuestas como ramificaciones de las principales causas
  
- Interpretación: con el fin de encontrar las causas más elementales del problema, se debe realizar lo siguiente:
  - Observar las causas que aparecen repetidamente
  - Llegar al consenso del grupo
  - Reunir información para determinar las frecuencias relativas de las diferentes causas
  - Identificar la causa raíz

Figura 39. Diagrama de Causa y Efecto



Fuente: elaboración propia.

En el apéndice 3 se presenta un formato que la organización puede utilizar para poner en práctica esta herramienta.

### 5.3. Acciones preventivas

Cuando se detecte un fallo potencial dentro del plan de manejo de desechos sólidos dentro de la planta, se deben generar acciones para prevenir que ocurra esta falla, estas acciones deben ser tomadas inmediatamente y el plan de acción debe contener el responsable de las actividades y la fecha en la que se implementará la actividad.

#### **5.4. Acciones correctivas**

Cuando se detecte en el plan una falla real se debe generar una acción correctiva, para que se analice la causa raíz por la que ocurrió y se debe presentar un plan de acción para evitar que esta falla ocurra nuevamente, dicho plan deberá contener el responsable de las actividades y la fecha en la que se implementará la actividad.



## CONCLUSIONES

1. A través del proceso de reencauche de llantas, se lograron determinar los principales desechos que esta genera entre los cuales mencionaron: chatarra, polvo de hule, materia prima desperdiciada, nylon, papel y cartón; los cuales pueden ser reciclados, reutilizados o utilizados para generar energía alternativa.
2. El mal manejo y disposición de los desechos sólidos genera un ambiente inadecuado tanto para los entes internos como externos de cualquier industria productiva, es por esto que toda empresa debe ser socialmente responsable, lo cual implica, dentro de otros factores, generar menor impacto ambiental por su operación y la disposición inadecuada de los residuos. Una vez implantado el plan de control y manejo de desechos se redujo en un 5 por ciento en el semestre de enero a junio del 2012.
3. Creación de una ficha para ingresar la cantidad de desechos generados y la propuesta de indicadores de medición para identificar y medir la eficacia del plan de manejo de desechos sólidos.
4. Para mitigar los impactos que genera la planta de producción, se propusieron diferentes alternativas para la disposición final de los residuos como: el reciclaje, reutilización o incineración controlada para generar energía alternativa, con esto se logró dejar de utilizar el equivalente a 9 barriles de petróleo y se dejó de talar un equivalente a 4,85 toneladas de madera.

5. El programa de divulgación, capacitación y una adecuada señalización permite informar y crear una cultura amigable con el medio ambiente, de igual forma que se tengan ayudas visuales sobre la adecuada manipulación de los desechos.
  
6. El análisis de los resultados tanto de los indicadores ambientales como de la evaluación del programa de divulgación y capacitación permiten a la organización tomar acciones correctivas y preventivas, para alcanzar los objetivos trazados, para esto se crearon gráficas de control que permiten evaluar la tendencia y variabilidad de los desperdicios de materia prima. Y se crearon mediciones para el control de la disposición de los residuos en los que los proveedores embalan la materia prima.

## RECOMENDACIONES

1. Formular un plan de manejo de desechos sólidos en todos los ámbitos de su giro de negocio debido a que cuentan con centros de servicio para automóvil en donde se genera gran cantidad de desechos que son altamente contaminantes.
2. Es importante que se realicen inspecciones frecuentes en las áreas de trabajo para poder comprobar el uso de equipo de protección personal y realizar periódicamente el mantenimiento preventivo a los extintores de fuego.
3. Para las empresas a las cuales se les entreguen los residuos que estén autorizadas para la gestión de recolección de desechos y cuenten con autorización de la municipalidad local y el Ministerio de Medio Ambiente.
4. Para minimizar las emisiones al aire generadas por la operación de la flota para la distribución de su producto, es necesario crear un plan de mantenimiento preventivo a los vehículos.
5. Es importante que se revise el consumo de otros recursos como la energía eléctrica, consumo de solventes y agua, ya que el adecuado aprovechamiento de estos recursos pueden significar un ahorro sustancial para la empresa.



## BIBLIOGRAFÍA

1. AGUILAR URRIOLA, José David, *Diseño e implementación del manual de procedimientos del servicio outsourcing y control de desechos para uso en el reciclaje de papel para la empresa Fesa Carvajal, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánica Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2005. 89 p.
2. CANTER, Larry W. *Manual de evaluación de impacto ambiental.* 3a ed. México: McGraw-Hill, 1998. 128 p.
3. CRUZ CATÚ, Juan Antonio. *Elaboración de manual de procedimientos para la logística en cuartos frios, utilizados para productos perecederos y propuesta de manejo de desechos reciclables de la empresa Alsersa.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería 2008. 166 p.
4. ESCALANTE PASTOR, José Pablo. *Mecanización del proceso de selección de los desechos sólidos.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 1997. 96 p.
5. K. HODSON, William. *Manual del ingeniero industrial.* 4a ed. México: McGraw-Hill, 2002. 364 p.

6. MILLER, Tyler G. *Ciencia ambiental: preservemos la tierra*. 5a ed. México: Thomson, 2002. 154 p.
7. SAENZ CARRANZA, Mario René. *Reingeniería de la administración, procesos y herramientas para el establecimiento y estandarización del departamento de recursos humanos y manejo de desechos industriales en la organización cuna de empresas CDE*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2006. 13 p.
8. VILLEDA ERAZO, Belia Ayde. *Conciencia ambiental ante el impacto de los desechos sólidos en el área metropolitana*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ingeniería, 2000. 113 p.

# APÉNDICES

## Apéndice 1. Determinación de aspectos ambientales

No. Documento:	Título: Determinación de aspectos e impactos ambientales		
<b>HISTORIA DE LA REVISIÓN</b>			
No. de versión	Fecha de revisión	Explicación del contenido/revisión	Paso (s) / Página (s)

**APROBACIÓN**

Nombre	Posición

**Determinación de Aspectos e Impactos Ambientales**

**I. OBJETIVO Y ALCANCE**

Este procedimiento permite la determinación de aspectos e impactos ambientales de la empresa \_\_\_\_\_, de manera planificada y sistemática con el objetivo de identificar cuáles de ellos tienen mayor potencial de daño al ambiente, personas o instalaciones de modo que se les dé prioridad para corregirlos y permita acciones para el mejoramiento continuo.

Continuación de apéndice 1.

## II. DEFINICIONES

**Aspecto Ambiental:** elemento de las actividades, bienes o servicios de una organización que pueden interactuar con el ambiente.

**NFPA:** *National Fire Protection Association* (por sus siglas en inglés)

**Riesgo:** escenario evaluado, según la gravedad, la probabilidad y el control operacional de que ocurran accidentes (probabilidad de ocurrencia ).

**Probabilidad:** la probabilidad de que una vez presentada la condición de riesgo, los resultados de la secuencia completa del accidente se sucedan en el tiempo, originando accidentes y consecuencias.

**Partes interesadas:** persona o grupo que tiene interés o está afectado por el desempeño ambiental de una organización.

**Condiciones normales (CN):** condiciones habituales de operación o actividad.

**Condiciones de emergencia (CE):** condiciones no previstas, en las cuales se origina riesgo de daño al medio ambiente y sus consecuencias son de carácter mayor (explosiones, incendios, inundaciones, vertidos de gran magnitud, sismos o terremotos, bombas, caída de un avión, desastres naturales, entre otros).

## III. ASPECTOS GENERALES

### 3.1 Análisis de aspectos e impactos ambientales

Indicar qué se va a analizar y cada cuánto se actualizará el documento y quién.

Continuación del apéndice 1.

### **3.2 Identificación de los peligros y las causas**

La actualización de la identificación de los aspectos ambientales se realizará para cada área, siguiendo la siguiente metodología:

- Definiendo los procesos y subprocesos (en caso de existir), sus entradas y salidas. Para las entradas identificadas, enlistar los diferentes aspectos ambientales y sus posibles impactos asociados. Registrar los resultados en el registro N° \_\_\_\_\_.
- Si un mismo aspecto causa más de un impacto, se analizará por separado para determinar su riesgo.
- La identificación de aspectos ambientales se hará considerando condiciones normales de operación, condiciones anormales y condiciones de emergencia.

Lo anterior se lleva a cabo por procesos siguiendo el flujo lógico de la operación, incluyendo todas las actividades de la empresa

### **3.3 Evaluación de los efectos**

Se hablará de riesgo cuando el correspondiente escenario en condiciones normales de operación se haya evaluado en función de su gravedad, frecuencia de ocurrencia y la existencia de controles operacionales.

#### **3.3.1 Condiciones normales de operación**

##### **A. GRAVEDAD**

En gravedad se considerará para los productos químicos la información de la hoja de seguridad (MSDS). En el caso de mezclas de productos se determina con base en los componentes de los mismos y se tomará en cuenta el componente de mayor proporción. Se clasifica según dos categorías:

Continuación del apéndice 1.

Categoría	Descripción
10	Producto tóxico o residuo peligroso
1	Producto no tóxico o residuo no peligroso

## B. FRECUENCIA

Para este criterio se considerará la frecuencia de operación:

Nivel	Descripción
10	<b>ALTA</b> (Más de 12 veces al año)
5	<b>MEDIA</b> (De cuatro a once veces al año)
1	<b>BAJA</b> (De una a tres veces al año)

## C. CONTROL OPERACIONAL

La aplicación de control operacional se considerará como un aspecto positivo en el control de aspectos ambientales y se le dará un mérito de 0 (cero); sin embargo, la no existencia o no aplicación de un control operacional implicará un factor adicional para la evaluación del riesgo, a saber:

Nivel	Descripción
10	<b>NO EXISTE CONTROL OPERACIONAL</b>
5	<b>EXISTE CONTROL OPERACIONAL PERO NO SE APLICA</b>
1	<b>EXISTE CONTROL OPERACIONAL Y SE APLICA</b>

### 3.4 Cálculo del riesgo

El riesgo de cada aspecto ambiental se calcula sumando la categoría de la gravedad del impacto más la categoría correspondiente a la frecuencia de ocurrencia y más la categoría correspondiente al control operacional.

### 3.5 Criterios de significancia

Para la significancia de los aspectos ambientales se contemplan los siguientes criterios (aspectos ambientales significativos):

## Continuación del apéndice 1.

3.5.1 Aspectos legales o reglamentarios

3.5.2 Cuando se incumpla un requisito legal ambiental.

3.5.3 Aspectos ambientales sobre los cuales haya quejas de partes interesadas de al menos una vez por semana, por un periodo de dos meses o existe denuncia ante alguno de los entes reguladores.

3.5.4 Para los indicadores de desempeño ambiental se considerará significativo si los valores sobrepasan los límites de control superiores.

Aspectos ambientales cuyo análisis de riesgo estén entre valores de 20 a 30.

### **3.6 Reducción del riesgo**

Los valores de riesgo anteriores nos muestran con qué secuencia se deben de tratar estos.

Para el tratamiento del riesgo, las medidas que se discutirán tendrán la siguiente secuencia:

- Eliminar
- Prevenir
- Proteger
- Minimizar
- Organizar

#### **3.6.1 Procedimiento**

- a. El encargado de área junto con el encargado del SG de la compañía identifican los aspectos ambientales de su área utilizando cualquier método: inspecciones, reuniones, muestreo, encuestas etc., y los clasifican de acuerdo a la tabla de clasificación de riesgos, establecida en el apartado 4.
- b. La identificación de los aspectos ambientales y sus riesgos se hace al menos una vez al año o cuando haya cambios en el proceso debido a nuevos desarrollos, procesos o actividades o modificaciones a los existentes.

Continuación del apéndice 1.

- c. La identificación de los riesgos se realiza en los formatos \_\_\_\_\_.
- d. Una copia que será archivada con los documentos del Sistema de Gestión.
- e. Incluir los aspectos ambientales significativos en una pestaña aparte del formato de registro \_\_\_\_\_.
- f. Tomar las acciones correctivas o preventivas por medio de los programas ambientales o el control operacional.

**FIN**

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. **Informe de desechos sólidos**

Proceso de reencauche						
<b>INFORME DE DESECHOS SÓLIDOS</b>						
Área	MATERIAL DE DESECHO					
Fecha	Polvo de hule, desechos de banda, cobertores y tubos	Nylon	Cartón y papel	Cojín	Extruder	Strip stock
Conserje de planta de reencauche				Gestor ambiental		

Fuente: elaboración propia.





Apéndice 5. **Análisis de causas con método de causa y efecto**

Fecha:	Proceso:	No. de acción correctiva, preventiva o mejora:
Nombre del encargado:		Nombres y puestos del personal que realizó el análisis:

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. **Diagrama de Ishikawa o causa y efecto**

Medio ambiente (factores externos)	Mano de obra o recurso humano	EFECTO:
Materia prima o insumos	Método de trabajo	
Causa raíz:		

Fuente: elaboración propia.