
Universidad Mayor de San Andrés

Facultad de Ingeniería

Carrera Ingeniería Industrial



**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA
INSTALACION DE UNA PLANTA PROCESADORA DE
NEUMATICOS FUERA DE USO**

Elaborado por: Gary Silva Sandoval

Tutor: Msc. Ing. Fernando Sanabria Camacho

LA PAZ 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primera instancia al Ing. Fernando Sanabria Camacho, por brindarme la asesoría técnica necesaria para la elaboración de este proyecto de grado, con aportes, sugerencias, observaciones y correcciones.

Al Ing. Fedor Pérez Alcalá por haberme brindado durante sus clases, la visión empresarial con la que se debe proyectar un Ingeniero Industrial.

Al Ing. Mario Zenteno Benítez, por su constante persistencia y apoyo para el desarrollo y conclusión de este proyecto.

A todo el plantel docente de la carrera de Ingeniería Industrial de la UMSA, por el apoyo y lecciones recibidas, durante mi permanencia en las aulas.

Finalmente a todos los amigos con los que alguna vez compartimos en las aulas, por sus palabras de ánimo y apoyo, a los cuales tendré el honor de llamar colegas,

DEDICATORIA

La conclusión del proyecto de grado, es dedicada a toda mi familia, quienes son el apoyo y razón de ser, de mi vida.

En primer lugar, a la memoria de mi padre (), ~~quien~~ en vida siempre estuvo para apoyarme en todo aquello que quise emprender.

Pero sobre todo a mi querida mamá Aydeé quien siempre fue, es y será un ejemplo de desprendimiento, por el apoyo incondicional en el camino de la vida, con sus palabras de aliento, amor y sabiduría que me han fortalecido cada vez más y me han impulsado siempre hacia adelante.

También esta dedicada de manera especial a mi sobrino Sergio, quien deseo de corazón, sea en su momento un gran profesional con valores de ética y respeto, con los cuales se moldeó nuestra generación.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA INDUSTRIAL
PROYECTO DE GRADO
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA INSTALACION DE
UNA PLANTA PROCESADORA DE NEUMATICOS FUERA
DE USO

Presentado por el Universitario: **GARY SILVA SANDOVAL**

Para optar al grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial

Nota numeral.....

Nota literal.....

Ha sido aprobado como.....

Director de la carrera de Ingeniería Industrial

Presidente:

Ing. Msc. Oswaldo F. Terán Modregón

Miembros del tribunal de grado

Ing. Msc. Fernando Sanabria Camacho (asesor)

Ing. Oscar Villamor Salazar

Ing. Edgar Quiroga Vargas

Ing. Rafael Valencia Goyzueta

Ing. Nelson Bellot Kalteis

RESUMEN

El presente proyecto de Ingeniería Industrial esta destinado a gestionar, implementar y poner en marcha una planta de reciclaje de Neumáticos Fuera de uso (NFU), como política de Gestión de residuos sólidos, con un enfoque de sostenibilidad y viabilidad económica y ambiental.

La problemática de los neumáticos usados está asociada con problemas especiales, tanto por lo que se refiere al reciclado como a su desecho en los basureros/vertederos.

Su degradación está estimada en 500 años, ya que se fabrican para resistir condiciones extremas tanto térmicas como biológicas así como el desgaste mecánico.

El parque automotor en La Paz y El Alto, en los últimos años ha traído consigo un problema ambiental que aumenta en forma descontrolada.

Una “solución limpia” el reciclaje

El enfoque esta dirigido al reciclaje de neumáticos fuera de uso, convirtiéndolos en Granulo de Caucho Reciclado (GCR) de alta calidad, prestando el servicio de disposición final y valorización, contribuyendo a la sociedad en el ámbito social, económico y ambiental.

Estas y otras características, constituyen factores que aconsejan la adopción de una norma que los regule teniendo en cuenta esas particularidades propias.

El proceso de producción planteado es el Sistema ECO, de trituración para neumáticos de hasta 1.2 mts. de diámetro, utilizados por automóviles, vagonetas, camionetas, minibuses y carrys.

La capacidad nominal para la maquinaria es de 1,2 toneladas de neumáticos por hora de producción, en cuatro etapas que concluyen en el almacenaje final para venta de los tres componentes.

El GCR obtenido en la planta de reciclaje, será la materia prima para la generación por moldeo o extrusión, de otros productos, como ser las suelas para zapatos, tejas y revestimientos acústicos, material para canchas sintéticas, pisos para gimnasios y parques infantiles.

INDICE DE CONTENIDO

Capítulo 1

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1 Antecedentes generales.....	1
1.2 Métodos industriales para la reutilización de NFU.....	3
1.2.1 Reciclado.....	3
a. Regeneración.....	4
b. Termólisis.....	4
c. Pirolisis.....	4
d. Incineración.....	5
e. Trituración criogénica.....	5
f. Trituración mecánica.....	6
1.3 Usos tras el reciclado.....	6
1.4 Gestión municipal del reciclaje de NFU.....	6
1.4.1 Recolección de NFU en los municipios de La Paz y El Alto.....	7
1.5 Planteamiento del problema.....	8
1.5.1 Formulación del problema.....	10
1.6 Objetivos del proyecto.....	10
1.6.1 Objetivo general.....	10
1.6.2 Objetivos específicos.....	10
<u>1.7</u> Justificación del proyecto.....	10
1.7.1 Justificación teórica.....	11
1.7.2 Justificación técnica.....	11
1.7.3 Justificación económica.....	11
1.7.4 Justificación ambiental.....	11

CAPITULO 2

ASPECTOS TÉCNICOS DE LOS NEUMÁTICOS

2.1 Definición de neumático.....	13
2.1.1 Tipos de caucho en los neumáticos.....	14
2.1.2 Composición fisicoquímica de los neumáticos.....	15
2.2 Elaboración y producción del neumático.....	16
2.2.1 Preparación de las pestañas.....	16

2.2.2 Preparación del rodante.....	17
2.2.3 Preparación de pliegues.....	17
2.2.4 Construcción de la llanta.....	18
2.2.5 Vulcanización.....	18
2.2.6 Control de calidad.....	19
2.3 Elementos que componen los neumáticos.....	20
2.4 Clasificación de los neumáticos.....	24
2.5 Reutilización de neumáticos fuera de uso.....	24
2.5.1 Reciclado de neumáticos fuera de uso.....	24
2.5.2 Trituración o técnica corte.....	24
CAPITULO 3	
CADENA DE REUTILIZACIÓN Y RECICLAJE DE NFU	
3.1 Gestión de los NFU en La Paz y El Alto.....	26
3.2 Cinco niveles en la cadena de manejo y reuso de NFU.....	27
3.2.1 Ingreso de neumáticos nuevos y usados al comercio (nivel 1).....	28
3.2.2 Distribución y comercialización de neumáticos (nivel 2).....	29
3.2.3 Uso y empleo de neumáticos (nivel 3).....	31
3.2.4 Reutilización y reuso de neumáticos (nivel 4).....	31
3.2.5 Reuso y disposición final de los NFU.....	34
3.3 Usos y aplicaciones de NFU enteros.....	35
3.3.1 NFU como bloques compactos.....	36
3.3.2 Ingeniería civil.....	36
3.3.3 Combustión.....	37
3.4 Gestión de uso de NFU como GCR.....	38
3.4.1 Aplicación de GCR como aditivo en capas asfálticas.....	39
3.4.2 Proceso de incorporación por “vía seca”	39
3.4.3 Micro dispersión de GCR en mezclas asfálticas por “vía húmeda”	40
3.4.4 Definiciones de asfalto de acuerdo a normas internacionales.....	40
3.4.5 Ventajas técnicas y económicas de las mezclas bituminosas con GCR.....	42
3.5. Usos y aplicaciones industriales del caucho reciclado.....	42
3.6 Ventajas ambientales del uso del GCR.....	45
3.6.1 Las “3 r” del reciclaje para neumáticos.....	45
3.7. Ventajas económicas del uso de GCR.....	46

3.7.1 Afectaciones de una planta recicladora de caucho en La Paz.....	46
---	----

CAPITULO 4

ANÁLISIS DE LA OFERTA DE NFU'S

4.1 crecimiento histórico del parque automotor en Bolivia.....	47
4.1.1 parque automotor de acuerdo al tipo de servicio.....	48
4.1.2 parque automotor de acuerdo al departamento.....	49
4.2. Análisis del parque automotor en La Paz.....	50
4.3 Composición del parque automotor en La Paz.....	52
4.3.1 composición del parque automotor particular del Dpto. de La Paz.....	53
4.3.2 composición del parque automotor publico del Dpto. de La Paz.....	55
4.3.3 composición del parque automotor “oficial” del Dpto. de La Paz.....	56
4.3.4. Análisis porcentual del parque automotor por tipo de vehículo.....	57
4.4 Pronostico del parque automotor en La Paz.....	59
4.5 Características del uso de neumáticos acorde al parque automotor.....	60
4.5.1 Características de uso de neumáticos en vagonetas.....	60
4.5.2 Características de uso de neumáticos en automóviles.....	60
4.5.3 Características de uso de neumáticos en minibuses.....	61
4.5.4 Características de uso de neumáticos en camionetas.....	61
4.5.5 Características de uso de neumáticos en transporte pesado.....	62
4.6 Pronostico de neumáticos fuera de uso (NFU) desechados en La Paz.....	63
4.7 Análisis de la demanda de GCR.....	65
4.7.1 Productos sustitutos.....	65
4.7.2 Productos Complementarios.....	65
4.7.3 Mercado Potencial.....	66
4.7.4 Plan estratégico institucional vías Bolivia 2015-2020.....	66
4.7.5 Demanda potencial de grano de caucho en Asfaltos.....	68
4.8 Proyección de la demanda.....	68
4.8.1 GCR en nuevas carreteras.....	68
4.8.2 GCR para mantenimiento de carreteras.....	69
4.8.3 GCR para áreas de esparcimiento municipal.....	71
4.8.4 GCR para nuevas áreas de esparcimiento.....	71
4.8.5 GCR para recubrir y mejorar áreas de esparcimiento.....	73
4.8.6 Demanda potencial total.....	74

CAPITULO 5**TAMAÑO Y LOCALIZACIÓN**

5.1 Tamaño del proyecto.....	76
5.1.1 Tamaño de la planta.....	78
5.1.2 Tamaño del depósito.....	80
5.2 Localización.....	80
5.2.1 Factores de localización.....	80
5.2.2 Macro localización.....	81
5.2.3 Micro localización.....	81

CAPITULO 6**INGENIERIA DEL PROYECTO**

6.1. Proceso de producción.....	82
6.1.1 Recepción, limpieza y extracción del aro.....	83
6.1.2 Triturado y granulado.....	83
6.1.3 Separación de componentes metálicos y textiles.....	85
6.1.4 Micronizado y almacenaje final.....	86
6.2 Maquinaria y equipo.....	87
6.2.1 Maquinaria para limpieza y extracción del aro de NFU's.....	87
6.2.2 Maquinaria para triturado y granulado.....	90
6.2.3 Maquinaria para separación magnética y de fibras textiles.....	91
6.2.4 Maquinaria para micronizado y almacenaje final.....	93
6.2.5 Sistema de aspiración de polvos (limpieza).....	94
6.3 Seguridad industrial en el proceso.....	95
6.3.1 Riesgos en el almacén de neumáticos fuera de uso (NFU's).....	95
6.3.2 Área de lavado.....	95
6.3.3 Área de trituración.....	95
6.3.4 Área de molienda.....	95
6.4. Programación de la producción.....	99
6.4.1 Balance másico.....	99
6.4.2. Balance energético.....	101
6.5 Distribución en planta.....	105

CAPITULO 7**RECURSOS HUMANOS**

7.1 Manual de procesos y procedimientos.....	107
7.1.1 Recepción destalonado y limpieza.....	107
7.1.2 Trituración de neumáticos.....	108
7.1.3 Área de separación de componentes.....	110
7.2 Gestión de talento humano.....	111
7.2.1 Organigrama.....	111
7.3 Manual de funciones.....	113
7.3.1 Estructura administrativa.....	113
7.3.2 Manual de funciones por cargo a desempeñar.....	114
7.4 Remuneraciones salariales.....	143
7.4.1 Personal de recolección y distribución.....	143
7.4.2 Personal de producción.....	144
7.4.3 Personal administrativo.....	144

CAPITULO 8**IMPACTO AMBIENTAL**

8.1 Análisis de impacto social.....	146
8.2 Impacto ambiental.....	147
8.2.1 Contaminación por quema de neumáticos al ambiente.....	149
8.2.2 Impacto ambiental del proceso de producción.....	150

CAPITULO 9**ANÁLISIS FINANCIERO**

9.1 Determinación de ingresos.....	151
9.2 Inversión en activos.....	153
9.2.1 Inversión en maquinaria y equipo.....	153
9.2.2 Inversión en vehículos.....	157
9.2.3 Inversión en intangibles.....	158
9.2.4 Inversión en equipos de computación.....	158
9.3 Inversión en obras civiles.....	159
9.3.1 Inversión en Obras civiles para la producción y el personal.....	160

9.3.2 Inversión para muro perimetral y recepción de Neumáticos Usados.....	165
9.3.3 Inversión en Obras civiles para el área administrativa.....	165
9.3.4 Inversión en Muebles y enseres.....	168
9.4 Costos de instalación y montaje.....	170
9.5 Costos de mantenimiento.....	171
9.6 Costos en energía eléctrica agua y combustibles.....	171
9.7 Costo de materiales e insumos.....	175
9.8 Costos en mano de obra.....	176
9.9 Costos de comercialización.....	179
9.10 Calculo del capital de trabajo.....	179
9.11 Resumen de inversiones.....	180
9.12 Flujo de caja del proyecto.....	181
9.13 Evaluación del proyecto.....	183
9.13.1 Evaluación del VAN para el proyecto.....	183
9.13.2 Evaluación del TIR para el proyecto.....	183
9.13.3 Punto de equilibrio (PE).....	184
9.13.4 Relación Beneficio Costo.....	185
9.13.5 Tiempo de recuperación de la inversión.....	186
9.13.6 Análisis de sensibilidad.....	186

CAPITULO 10

CONCLUSIONES

10.1 Conclusiones respecto a los aspectos técnicos de los neumáticos.....	189
10.2 Conclusiones respecto a la cadena de reutilización y reciclaje.....	189
10.3 Conclusiones sobre la oferta de neumáticos fuera de uso.....	190
10.4 Conclusiones referidas al tamaño y localización.....	191
10.5 Conclusiones de la ingeniería del proyecto.....	191
10.6 Conclusiones para la administración de recursos humanos.....	191
10.7 Conclusiones referidas al impacto ambiental.....	192
10.8 Conclusiones sobre la evaluación financiera del proyecto.....	192
10.9 Recomendaciones.....	193
BIBLIOGRAFIA.....	194

ANEXOS

A.1 Definiciones.....	i
A.2 Nomenclatura de un neumático.....	iii
A.3 Índices de velocidad y carga de los neumáticos.....	v
A.4 Diagrama de proceso de trituración.....	vi
A.5 Distribución de áreas en la planta.....	vii
A.6 Usos artesanales de neumáticos fuera de uso (NFU).....	viii
A.7 Productos moldurados de granulo de caucho reciclado (GCR).....	x



INDICE DE CUADROS
CAPITULO 2

Cuadro 2.1. Composición del neumático por tipo de servicio.....	14
Cuadro 2.2. Composición Química de los Neumáticos.....	14
Cuadro 2.3. Detalles constitutivos de los Neumáticos.....	23

CAPITULO 3

Cuadro 3.1. Cadena de manejo, reuso y disposición final de neumáticos.....	27
Cuadro 3.2. Gestión de uso y desecho de neumáticos en La Paz.....	30

CAPITULO 4

Cuadro 4.1–Parque automotor en Bolivia (periodo 2000 al 2013).....	47
Cuadro 4.2–Parque automotor por tipo de servicio (2000 al 2013).....	48
Cuadro 4.3–Parque vehicular departamental porcentual (2000 al 2013).....	49
Cuadro 4.4–Parque automotor en La Paz (2000 al 2013).....	51
Cuadro 4.5–Parque automotor en La Paz (2007 al 2013).....	53
Cuadro 4.6–Parque automotor particular en La Paz (2007 al 2013).....	54
Cuadro 4.7–Parque automotor público en La Paz (2007 al 2013).....	55
Cuadro 4.8–Parque automotor oficial en La Paz (2007 al 2013).....	56
Cuadro 4.9–Porcentual del parque automotor en La Paz (2007 al 2013).....	57
Cuadro 4.10–Parque automotor por relevancia en La Paz (2007 al 2013).....	58
Cuadro 4.11–Proyección del Parque automotor en La Paz (2014 al 2019).....	59
Cuadro 4.12–Proyección del Parque automotor en La Paz (2020 al 2025).....	59
Cuadro 4.13–Proyección de Neumáticos fuera de uso en La Paz (2014 al 2025)....	63
Cuadro 4.14–Acumulación de Neumáticos fuera de uso (2014 al 2025).....	64
Cuadro 4.15 –Longitud de carretera para el periodo 2016–2025 (Km.).....	69
Cuadro 4.16- Demanda de GCR para asfaltado de nuevas carreteras	69
Cuadro 4.17 - Asfalto para mantenimiento de vías (Ton) 2016-2025.....	70
Cuadro 4.18-Requerimiento proyectado para mantenimiento 2016-2025.....	71
Cuadro 4.19 - Proyección de Áreas nuevas de esparcimiento (m2).....	71

Cuadro 4.20 – Cobertura estimada de nuevas áreas de esparcimiento (m2).....	72
Cuadro 4.21 – Requerimiento de GCR para nuevas áreas de esparcimiento (Ton)	73
Cuadro 4.22 –Estimación de cobertura del área de esparcimiento para mejora....	73
Cuadro 4.23 - Requerimiento de GCR para mejoramiento de áreas (Ton).....	74
Cuadro 4.24 –Proyección de la demanda de GCR 2016-2025 (Ton).....	74
Cuadro 4.25 - Cobertura estimada del proyecto (2016-2025).....	75

CAPITULO 5

Cuadro 5.1–Proyección del parque automotor en La Paz del 2016 al 2025.....	76
Cuadro 5.2– Estimación de Recuperación de NFU por tipo de vehículo.....	77
Cuadro 5.3– Proyección de las unidades de NFU a procesar por tipo de vehículo.	78
Cuadro 5.4– Volumen desechado de NFU en La Paz por numero de aro	79
Cuadro 5.5 – Volumen total de NFU a procesar por el proyecto.....	79

CAPITULO 6

Cuadro 6.1 –Detalle de equipo para destalonado y lavado.....	89
Cuadro 6.2 –Detalle de equipo para separación de componentes.....	92
Cuadro 6.3 –Detalle de equipo de micronizado y aspiración.....	94
Cuadro 6.4 –Peso promedio de neumático por tipo de vehículo.....	99
Cuadro 6.5 – Composición de los neumáticos por tipo de vehículo.....	99
Cuadro 6.6 –Volumen de producción anual en Kg. (2014-2025).....	100
Cuadro 6.7 –Volumen de producción mensual en Kg. (2014-2025).....	100
Cuadro 6.8 – Volumen de trabajo diario por hora (Kg/Hr.).....	101
Cuadro 6.9 – Horas de trabajo diario para la maquinaria (Hr/dia).....	101
Cuadro 6.10 – Balance energético - Etapa de lavado-Pre trituración.....	102
Cuadro 6.11 – Balance energético – Separación de componentes.....	103
Cuadro 6.12 – Balance energético – Micronizado.....	104
Cuadro 6.13 – Balance energético – Oficinas y duchas.....	104
Cuadro 6.14 – Balance energético – Movilidades.....	104
Cuadro 6.15 – Distribución de áreas en la planta.....	105

CAPITULO 7

Cuadro 7.1 –Remuneración salarial para el personal de recolección.....	143
Cuadro 7.2 –Remuneración salarial para el personal de producción.....	144
Cuadro 7.3 –Remuneración salarial para el personal administrativo.....	145
Cuadro 7.4–Total de la remuneración salarial.....	145

CAPITULO 8

Cuadro 8.1–Materiales y sustancias que componen un neumático.....	147
---	-----

CAPITULO 9

Cuadro 9.1–Volúmenes de recuperación proyectados (En Toneladas).....	151
Cuadro 9.2 –Precio de venta por Tonelada (En dólares americanos).....	152
Cuadro 9.3 –Ingresos proyectados (En dólares americanos).....	152
Cuadro 9.4 –Inversión en Maquinaria y equipo de pre trituración.....	153
Cuadro 9.5 –Inversión en Maquinaria para granulado y separación.....	155
Cuadro 9.6 –Inversión en Maquinaria y equipo de micronizado y almacenaje.....	156
Cuadro 9.7–Inversión total en Maquinaria y equipo.....	156
Cuadro 9.8–Inversión total en Movilidades (En dólares americanos).....	156
Cuadro 9.9–Inversión en intangibles (en dólares Americanos).....	158
Cuadro 9.10–Inversión en Equipos de computación.....	158
Cuadro 9.11–Dimensionamiento de áreas para la planta.....	159
Cuadro 9.12–Inversión en Obras civiles para el área de producción.....	160
Cuadro 9.13–Inversión en Obras civiles para el área de Máquinas.....	161
Cuadro 9.14–Inversión en Obras civiles del área de Supervisión.....	162
Cuadro 9.15–Inversión en Obras civiles del Depósito de productos.....	163
Cuadro 9.16–Inversión en Obras civiles para el área de duchas y baños.....	164
Cuadro 9.17–Inversión en Obras civiles para el depósito de NFU.....	165
Cuadro 9.18–Inversión en Obras civiles para el área administrativa.....	165
Cuadro 9.19–Inversión en Obras civiles para la portería.....	167
Cuadro 9.20–Inversión total en Obras civiles.....	168
Cuadro 9.21–Muebles y enseres para la gerencia general.....	168

Cuadro 9.22–Muebles y enseres para las oficinas administrativas.....	169
Cuadro 9.23–Muebles y enseres para la portería.....	170
Cuadro 9.24–Costos de instalación y montaje de maquinaria y equipo.....	170
Cuadro 9.25–Costos de mantenimiento de maquinaria y equipo.....	171
Cuadro 9.26–Variables de cálculo para energía y combustibles.....	171
Cuadro 9.27–Costo del consumo energético área de lavado y destalonado.....	172
Cuadro 9.28–Costo del consumo energético del área de granulado.....	172
Cuadro 9.29–Costo del consumo energético del área de Micronización.....	173
Cuadro 9.30–Costo del consumo energético del área administrativa.....	174
Cuadro 9.31–Costo del consumo de agua.....	174
Cuadro 9.32–Consumo de combustible por las movilidades.....	174
Cuadro 9.33–Costo de materiales e insumos para el área administrativa.....	175
Cuadro 9.34–Costo de materiales e insumos para el área de producción.....	175
Cuadro 9.35–Costo de materiales e insumos para el área de almacenes.....	176
Cuadro 9.36–Costo de insumos para el área de lavado de neumáticos.....	176
Cuadro 9.37–Sueldos y salarios del personal de producción.....	177
Cuadro 9.38–Sueldos y salarios del personal de administración.....	178
Cuadro 9.39–Resumen de sueldos y salarios del personal.....	178
Cuadro 9.40–Proyección de Costos de comercialización.....	179
Cuadro 9.41–Calculo del capital de trabajo.....	180
Cuadro 9.42–Resumen de inversiones tangibles.....	180
Cuadro 9.43–Resumen de inversiones intangibles.....	181
Cuadro 9.44–Resumen total de inversiones.....	181
Cuadro 9.45–Estado de ingresos y egresos y flujo de fondos.....	182
Cuadro 9.46–VAN del proyecto.....	183
Cuadro 9.47–Actualización de ingresos y costos a una tasa del 12%.....	185
Cuadro 9.48–Flujo de fondos acumulado.....	186
Cuadro 9.49–Sensibilidad del VAN a la reducción de ingresos	187
Cuadro 9.50–Sensibilidad del VAN al incremento de costos.....	187
Cuadro 9.51–Sensibilidad cruzada del VAN a la variación de ingresos y costos.....	188

INDICE DE GRAFICOS

Grafico 1.1- Diagrama de problemas y objetivos (Arbol).....	
Grafico 2.1-Constitución de los Neumáticos.....	19
Grafico 2.2-Estructura del Neumático Radial.....	21
Grafico 3.1–Neumáticos desechados en La Paz.....	26
Grafico 3.2–Venta de neumáticos usados en El Alto.....	28
Grafico 3.3–Reutilización de neumáticos enteros.....	32
Grafico 3.4–Reutilización de neumáticos en caminos.....	32
Grafico 3.5–Proceso de recauchutaje.....	34
Grafico 3.6–Separación estructural de un neumático.....	35
Grafico 3.7–Compactado de Neumáticos.....	36
Grafico 3.8–Uso de neumáticos como capas drenantes	37
Grafico 3.9–Barreras de seguridad tipo New Jersey.....	38
Grafico 3.10–Uso de Grano de Caucho Reciclado en asfaltos.....	41
Grafico 3.11–Usos industriales de Grano de Caucho Reciclado.....	44
Grafico 4.1–Tendencia de crecimiento del parque automotor en La Paz.....	52
Grafico 4.2–Pronostico de NFU en La Paz (Gestión 2014-2025).....	64
Grafico 6.1–Diagrama del proceso de producción.....	87
Grafico 6.2-Destalonadora de neumáticos.....	88
Grafico 6.3–Bomba de Agua para lavado de NFU.....	89
Grafico 6.4–Molino de neumáticos.....	90
Grafico 6.5–Granulador primario de NFU.....	91
Grafico 6.6–Separador magnético.....	92
Grafico 6.7–Micronizador.....	93
Grafico 6.8–Almacenaje Big Bags.....	93
Grafico 6.9–Sistema de aspiración instalado.....	94
Grafico 6.10 – Línea de proceso de producción.....	95
Grafico 7.1-Organigrama.....	112

INTRODUCCION

El presente proyecto de Ingeniería Industrial esta destinado a gestionar, implementar y poner en marcha una planta de reciclaje de Neumáticos Fuera de uso (NFU), como política de Gestión de residuos sólidos, con un enfoque de sostenibilidad y viabilidad económica y ambiental.

La problemática de los neumáticos usados

Si bien los neumáticos usados no generan ningún peligro inmediato, su eliminación de manera inapropiada por el elevado volumen de consumo, característico de toda urbe a nivel mundial, genera fuentes de contaminación de alto riesgo a la salud y al medioambiente.

Los neumáticos gastados están asociados con problemas especiales, tanto por lo que se refiere al reciclado como a su desecho en los basureros/vertederos.

Además de contener una matriz de caucho que comprende caucho natural y/o sintético, los modernos neumáticos también contienen negro de humo, plastificantes, antioxidantes, agentes anti-ozono y otros aditivos de mejora de las prestaciones pero altamente contaminantes.

Son diseñados para resistir condiciones mecánicas y meteorológicas duras, pues son resistentes al ozono, la luz y las bacterias, que los hace prácticamente indestructibles por el paso del tiempo, por lo que su almacenamiento en el vertedero no permite recuperar ni energía ni materia.

Ocupan mucho espacio en los vertederos, el desecho de los mismos causa otros problemas debido a la forma que hace que este migre de manera lenta pero segura hacia la superficie del vertedero y de ese modo interrumpa considerablemente el proceso de degradación.

Su degradación está estimada en 500 años, ya que se fabrican para resistir condiciones extremas tanto térmicas como biológicas así como el desgaste mecánico.

Además, resisten la radiación ultravioleta, el ozono y otros oxidantes así como el agua y el hielo.

Los incendios en un depósito de neumáticos nuevos o usados son especialmente problemáticos ya que se ha comprobado que son muy difíciles de extinguir y el fuego libera sustancias tóxicas tanto en el humo como en el agua empleada para extinguir el incendio.

El parque automotor en La Paz y El Alto

Entre nuestras dos ciudades, en los últimos años el creciente parque automotriz ha traído consigo un problema ambiental que aumenta en forma descontrolada.

Tal es el caso de los neumáticos fuera de uso (NFU) y la forma en que hoy se desechan, puesto que no existe una gestión apropiada a este tipo de residuos especiales, constituyendo un grave problema ambiental cuya política de tratamiento se basa en el precepto anárquico “Dejar pasar, dejar hacer” .

Es así que esta inquietud surge del ejemplo mundial de países como España, México, Brasil Argentina o Chile, que establecen sistemas de gestión amigables con el medio ambiente.

En Bolivia las ciudades que conforman el denominado “eje troncal” como ser Santa Cruz y Cochabamba tienen lugares destinados al almacenamiento y gestión de neumáticos, dentro de sus botaderos municipales, Normandía y Kara Kara, respectivamente.

Si bien la cultura del reciclaje y el manejo responsable de residuos sólidos está ganando espacio dentro de nuestra cultura, todavía no se convierte en parte intrínseca de nuestro diario vivir, pero se convierte en una gran oportunidad de potenciar la cultura ciudadana a través de un emprendimiento de reciclaje.

Las afectaciones al medio ambiente

Además de la complejidad del almacenaje y degradación se encuentran problemas serios cuando los neumáticos se emplean como fuente de combustión, entre otras razones, a causa de su contenido en azufre y porque contienen metales y productos químicos.

Como nadie hasta ahora ha tenido éxito en desarrollar un método a gran escala para desvulcanizar el caucho reciclado, es difícil emplearlo en gran extensión en la producción de neumáticos nuevos.

Una “solución limpia” el reciclaje

La importancia del reciclaje de NFU se presenta como una “solución limpia”, respecto al problema de contaminación medioambiental.

Aunque se trata de un residuo no peligroso, presenta una alta capacidad calorífica, que dificulta su extinción en caso de incendios, y no es degradable.

Se debe planificar la gestión de los Neumáticos Fuera de Uso NFU's, puesto que es uno de los desechos que más caracteriza a las sociedades modernas, tan dependientes de los automóviles.

Por tanto el enfoque está dirigido al reciclaje de neumáticos fuera de uso, convirtiéndolos en Granulo de Caucho Reciclado (GCR) de alta calidad, prestando el servicio de disposición final y valorización, contribuyendo a la sociedad en el ámbito social, económico y ambiental.

De acuerdo con lo anterior, el proyecto pretende crear una empresa que sea una solución rentable y amigable con el ambiente a través del reciclaje de gran parte de los neumáticos desechados en las ciudades de La Paz y El Alto.

Estas y otras características, constituyen factores que aconsejan la adopción de una norma que los regule teniendo en cuenta esas particularidades propias.

Actores que interactúan en el proceso

Para la implementación y puesta en marcha, es imprescindible la participación de las Unidades de Gestión Ambiental de las Alcaldías tanto de las ciudades de La Paz como de El Alto, con carácter obligatorio para gestionar el acopio de Neumáticos Fuera de Uso (NFU) en las zonas y barrios que comprenden sus municipios.

Se debe implementar nuevas políticas de recolección a través de sistemas municipales de recojo de residuos sólidos, de manera planificada, programada sostenible y sustentable en el tiempo.

Proceso de producción

El proceso de producción planteado es el Sistema ECO, de trituración para neumáticos de hasta 1.2 mts. de diámetro, utilizados por automóviles, vagonetas, camionetas, minibuses y carrys.

La capacidad nominal para la maquinaria es de 1,2 toneladas de neumáticos por hora de producción, en cuatro etapas que concluyen en el almacenaje final para venta de los tres componentes.

Aplicaciones industriales del GCR

El GCR obtenido en la planta de reciclaje, será la materia prima para la generación por moldeo o extrusión, de otros productos, como ser las suelas para zapatos, tejas y revestimientos acústicos, material para canchas sintéticas, pisos para gimnasios y parques infantiles.

La reutilización del caucho de los neumáticos, se ha enfocado en aplicaciones de uso directo, es decir sin procesar, como ser elemento de relleno en las canchas deportivas de césped sintético, en las cuales se emplea hasta 80 Toneladas, o como aditivo en la preparación de asfaltos para carretera, que es ampliamente recomendado puesto que extiende hasta en un 150% el tiempo requerido para mantenimiento.

Porcentajes de GCR pueden usarse como aditivos en el área de la construcción civil, para mezclas de hormigón, incrementando el grado de aislamiento acústico, o para la elaboración de separadores y topes de seguridad vial, como los muros de contención "Tipo Jersey" que además de mantener estabilidad y seguridad contra un choque, disminuyen el daño al vehículo, por ende también al conductor y acompañantes.

Cuando se reutiliza en sistemas de extrusión y moldeo se puede fabricar desde esteras para voladuras, bandas y correas para vehículos, topes de auto, hasta pisos antideslizantes, que además tienen la propiedad de ser acústicos y térmicos.

Concretando, el objetivo del proyecto es ofrecer una solución rentable a la disposición final de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU), en las ciudades de La Paz y El Alto, contribuyendo económica (rentabilidad y recuperación de la inversión), social y ambientalmente (gestionando y normalizando la mala disposición final actual de los neumáticos Fuera de Uso).

CAPITULO 1

ANTECEDENTES Y OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1 ANTECEDENTES GENERALES

Durante la última década, la problemática mundial con relación a los Neumáticos Fuera de Uso NFU, ha sufrido incrementos potenciales, aproximadamente 150 millones de neumáticos son descartados en Europa cada año, la mayor parte son enterrados o dispuestos en enormes montañas.

En España se generan cada año 250.000 toneladas de neumáticos usados. El 45% se deposita en vertederos controlados sin tratar, el 15% se deposita después de ser triturado y, el 40% no está controlado.

En Argentina la generación de NFU alcanza las 100.000 Toneladas anuales, de las cuales 38.000 Toneladas son propias de la ciudad de Buenos Aires.

En Brasil la forma más habitual de descarte, para los neumáticos fuera de uso es como combustible alternativo en hornos de cemento (84% del reciclaje total).

El restante 16% se distribuye entre la elaboración de suela de zapatos, ductos de pluviales, canchas de deportes, pisos industriales, piezas para la industria automovilística como alfombras de autos.

Los neumáticos fuera de uso (NFU) son residuos que provienen de bienes de consumo que, de una manera u otra, disfrutamos todos.

Por ello pensamos que en una sociedad como la nuestra, todos debemos implicarnos, individual o colectivamente, en garantizar su correcta gestión: desde el importador que los introduce en el mercado por primera vez hasta el reciclador o usuario final, pasando por el consumidor y todos los actores que, organizados por una entidad gestora, realizan su recogida, clasificación, transporte y transformación.

Y todo ello bajo la supervisión de las administraciones públicas competentes.

A pesar de que los neumáticos representan poco dentro de los residuos urbanos, ameritan un abordaje especial por sus características, tamaño e impacto ambiental.

Este tipo de residuos suelen ser tratados como residuos especiales, ya que requieren de un tratamiento particular y los municipios no suelen ocuparse.

El neumático promedio de un auto o vagoneta, pesa aproximadamente 9,5 kg y el correspondiente a manejo industrial o a camiones pesados, puede variar desde 16 a 100 kg. El mayor porcentaje de neumáticos descartados, en Bolivia, corresponde a los provenientes de autos y vagonetas livianas.

Los neumáticos cuentan con gran diversidad de elementos incluyendo agentes naturales y compuestos.

Los constituyentes principales de los neumáticos son los polímeros, negro de carbono y ablandadores.

Por ejemplo, un neumático de 9 kg está compuesto en un 45% de caucho, 35% de acero y 30% de fibra y otros productos.

La problemática mundial sobre los neumáticos

La masiva fabricación de neumáticos y las dificultades para hacerlos desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo.

Un neumático necesita grandes cantidades de energía para ser fabricado (Un barril y medio de petróleo crudo para fabricar un juego de cuatro neumáticos) y también provoca, si no es convenientemente reciclado, contaminación ambiental al ser desechados de manera incontrolada.

Existen métodos para conseguir un reciclado coherente de estos productos pero faltan políticas que favorezcan la recogida y la implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de las gomas de los vehículos.

Tanto en el municipio de La Paz como El Alto no existe ninguna política de recolección selección y tratamiento de estos residuos sólidos.

Para eliminar los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) se usa con frecuencia la quema directa que provoca graves problemas medioambientales, aunque no es menos problemático el almacenamiento, ya que genera problemas de estabilidad, pues se sobre colocan por encima de los 3 mts. que es el límite de apilamiento, y en ambientes abiertos a la radiación solar que afecta la degradación química parcial que resulta tóxico.

Los neumáticos son ambientes propicios para la proliferación de roedores, insectos y otros animales dañinos que constituyen un problema añadido. La reproducción de ciertos mosquitos, que transmiten por picadura fiebres y encefalitis, llega a ser 4.000 veces mayor en el agua estancada de un neumático que en la naturaleza.

En la actualidad se pueden utilizar diversos métodos para la recuperación de neumáticos y la destrucción de sus componentes peligrosos.

1.2 MÉTODOS INDUSTRIALES PARA LA REUTILIZACIÓN DE NFU

Múltiples son los ejemplos en los cuales pueden utilizarse, bien los neumáticos totalmente enteros o sus flancos y banda de rodamiento: parques infantiles, defensa de carreteras etc., o más directamente relacionado con los neumáticos, barreras anti-ruídos, taludes de carretera, estabilización de zonas anegadas, pistas de carreras, o utilidades agrícolas para retener el agua, controlar la erosión, etc.

El recauchutado del neumático usado es un proceso que permite reutilizar la carcasa del neumático, al colocar una nueva banda de rodadura, siempre que conserve las cualidades que garanticen su uso, como si fuera uno nuevo.

1.2.1 Reciclado

Como aprovechamiento de los materiales, se puede señalar que existen diversos procedimientos para anular las características elásticas de los desperdicios del caucho, dotándoles nuevamente de propiedades plásticas como las del caucho no vulcanizado.

Veremos a continuación los más importantes:

a. Regeneración

Este proceso se basa en romper las cadenas que forman el material para obtener una materia prima que, aunque dista mucho de la original, podría volver a vulcanizarse y fabricar de nuevo el caucho.

El caucho regenerado en teoría podría ser utilizado en la fabricación de neumáticos, pero tienen que cumplir con unas especificaciones tan estrictas que hacen difícil, por el momento, la utilización generalizada de caucho regenerado.

b. Termólisis

Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de neumáticos a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno.

Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos. Aparecen entonces cadenas de hidrocarburos.

Es la forma de obtener, nuevamente, los compuestos originales del neumático, por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes del neumático. Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a las cadenas industriales, ya sea de producción de neumáticos o a otras actividades.

c. Pirolisis

Está poco extendido, debido a problemas de separación de compuestos carbonados que ya están siendo superados.

Este procedimiento (fabrica piloto) está operativo en Taiwán desde 2002 con cuatro líneas de pirolisis que permiten reciclar 9.000 toneladas/año.

En la actualidad el procedimiento ha sido mejorado y es capaz de tratar 28.000 toneladas de neumáticos usados/año, a través de una sola línea. Los productos obtenidos después del proceso de pirolisis son principalmente:

- GAZ, similar al propano que se puede emplear para uso industrial
- Aceite industrial que se puede refinar en Diesel
- Coke y acero

d. Incineración

Proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos del neumático a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad.

Es un proceso costoso y además presenta el inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta fácil de controlar y además es contaminante.

Genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico.

Con este método, los productos contaminantes que se producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el monóxido de carbono, xileno, hollín, óxidos de nitrógeno, dióxido de carbono, óxidos de zinc, benceno, fenoles, dióxido de azufre, óxidos de plomo, tolueno.

Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos. El zinc, en concreto, es particularmente tóxico para la fauna acuática.

También tiene el peligro de que muchos de estos compuestos son solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica y de ahí a los seres humanos.

e. Trituración criogénica

Este método necesita instalaciones muy complejas lo que hace que tampoco sea rentable económicamente y el mantenimiento de la maquinaria y del proceso es complejo.

La baja calidad de los productos obtenidos, la dificultad material y económica para purificar y separar el caucho y el metal entre sí y de los materiales textiles que forman el neumático, provoca que este sistema sea poco recomendable.

f. Trituración mecánica

Es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones.

La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de neumáticos.

Este concepto incluye la fragmentación del neumático en gránulos, y separación de componentes (acero y fibras), para usos en materiales moldurados, modificadores de asfalto, superficies de atletismo y deportes.

1.3 USOS TRAS EL RECICLADO

Son componentes de las capas asfálticas que se usan en la construcción de carreteras, con lo que se consigue disminuir la extracción de áridos en canteras.

Las carreteras que usan estos asfaltos son mejores y más seguras.

El caucho procedente de los neumáticos usados puede utilizarse como parte del material ligante o capa selladora del asfalto (caucho asfáltico) o como árido (hormigón de asfalto modificado con caucho).

1.4 GESTIÓN MUNICIPAL DEL RECICLAJE DE NFU

En la actualidad no se tiene la cultura ni la costumbre de depositar los neumáticos en vertederos o grandes pilas utilizadas solo para disponer este tipo de residuos. Mas aun no existen políticas de apoyo a esta practica ambiental.

Se hace imperiosa la necesidad de gestionar el reciclaje de los NFU sobre todo debido a los siguientes problemas ambientales que generan

- La cantidad de espacio que ocupan
- Las dificultades que presentan para la compactación
- Por su forma acumulan grandes cantidades de aire y otros gases que los convierten en boyas y rompiendo posteriormente las cubiertas de los vertederos o rellenos sanitarios
- Son focos para la proliferación de vectores como roedores, insectos, etc.
- Permanecen intactos por varias décadas, pero algunos de sus componentes tienen el potencial de lixiviar con altos contenidos de aditivos como zinc, cromo, plomo, cobre y cadmio

La incineración es una práctica delicada, que debe realizarse con mucho cuidado por la posibilidad de realizar emisiones de azufre, zinc y otros metales. Se debe contar con equipamiento adecuado para controlar emisiones atmosféricas.

La principal motivación para el reciclaje de neumáticos son las razones ambientales.

Su reciclaje tiene un costo, pero es necesario tratar adecuadamente este tipo de residuos y concientizar a la población de sus impactos si no son bien manejados.

Los impactos al ambiente y a la salud humana son tan elevados, que no deberían de existir argumentaciones para una correcta gestión de los neumáticos.

1.4.1 Recolección de NFU en los municipios de La Paz y El Alto

En la actualidad en nuestros municipios, la recolección de los neumáticos se realiza de manera informal.

Los neumáticos de autos y motos son recibidos por los talleres mecánicos y servitecas, cuando los usuarios cambian los mismos. Estos neumáticos usados son vendidos como cubiertas de ocasión o regalados al sector informal, para su conversión artesanal.

Una pequeña parte de estos neumáticos de autos son reutilizados por artesanos o como señalizadores, esta práctica será desglosada en la cadena de reutilización.

La utilización de NFU como combustible es una práctica anti ecológica, difundida en revueltas o bloqueos.

Como práctica extendida en el área rural

- Para las chacras, las cuales queman los neumáticos para proteger sus plantas de las heladas en invierno.
- En hornos que “cocinan” artesanías de arcilla y barro.

Todas estas prácticas de incineración son realizadas sin ningún control de emisiones gaseosas, generando localmente una fuerte contaminación atmosférica.

1.5 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Surge la preocupación por la disposición final de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU) y su gestión ambiental.

Uno de los principales problemas que afrontan La Paz y El Alto, es la falta de infraestructura en los botaderos de basura, para los NFU.

Por este motivo la idea de reciclar NFU, es una idea innovadora que genera emprendimientos empresariales amigables a nuestro medio ambiente.

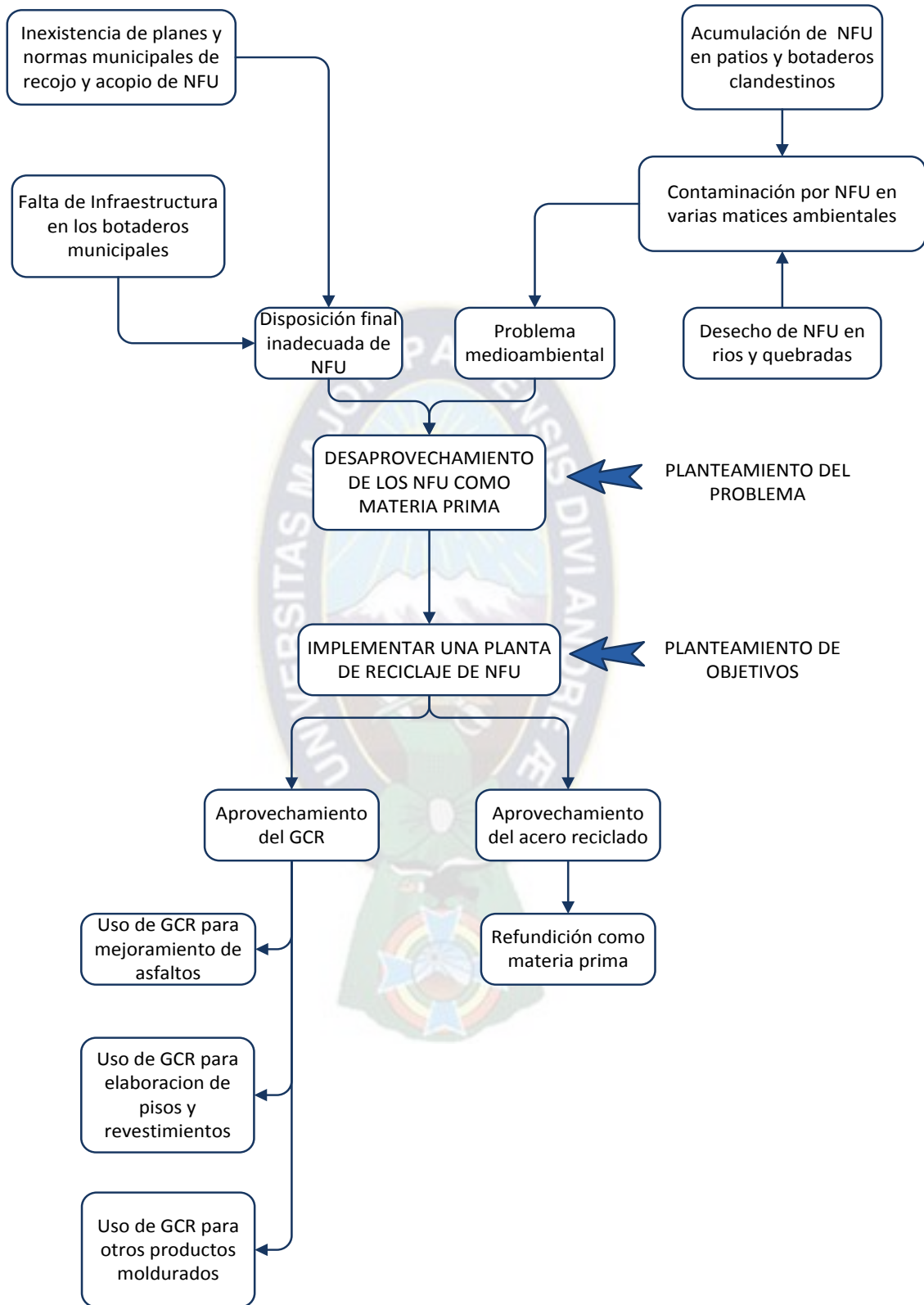
La lenta degradación de los neumáticos (500 años) al no tener un adecuado procesamiento para su eliminación ocasiona graves problemas para la salud.

Los Neumáticos de desecho son un problema ambiental, porque se depositan en patios de casas, tiraderos clandestinos, vía pública y ríos de nuestras ciudades.

En los municipios de La Paz y El Alto, no se cuentan con botaderos destinados a la disposición final de NFU, como Normandía en Santa Cruz o Kjara Kjara en Cochabamba.

Para encarar este problema, se desea impulsar la coordinación y Gestión Ambiental responsable entre ambos municipios a través de inversión privada para la implementación de una planta de reciclaje de NFU, que destine su producción a cubrir las necesidades municipales y Departamentales de productos derivados del Granulo de Caucho Reciclado GCR.

Gráfico 1.1- Diagrama de problemas y objetivos (Arbol)



Fuente: Elaboración propia

1.5.1 Formulación del problema

¿Desde el enfoque económico de viabilidad, cuál es la incidencia ambiental y social del montaje e implementación de una planta dedicada al reciclaje de neumáticos fuera de uso (NFU), en los municipios de La Paz y El Alto?

1.6 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.6.1 Objetivo General

Demostrar la factibilidad para la implementación de una empresa especializada en el reciclaje de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), para la producción de Grano de caucho Reciclado (GCR), a través de un sistema de procesamiento por trituración tipo ECO.

1.6.2 Objetivos Específicos

- Ofrecer una solución factible al problema de disposición final de los Neumáticos Fuera de Uso, disminuyendo de esta manera su impacto negativo sobre el medio ambiente de las ciudades de La Paz y El Alto.
- Realizar el estudio del parque automotor de La Paz para establecer las existencias de neumáticos fuera de uso.
- Determinar el tamaño óptimo del proyecto, de manera tal que permita su sustentabilidad en el tiempo.
- Evaluar las consideraciones técnicas para realizar el debido direccionamiento estratégico, con el que se beneficiará la población de La Paz y El Alto.

1.8 JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO.

El departamento de La Paz, es el segundo en existencia de vehículos, detrás de Santa Cruz, generando una enorme cantidad de neumáticos fuera de uso (NFU), que se desechan de manera descontrolada e indiscriminada en vertederos clandestinos, vertientes, o en cercanías de ladrilleras, que utilizan los mismos en sus hornos por su poder calorífico.

En menor cantidad se acopian en los botaderos municipales de Llojeta y Villa Ingenio de ambos municipios, donde se los destina a material para muros de contención o con fines recreativos o de demarcación y señalización en diferentes parques y plazas.

Por tanto el presente es un estudio de viabilidad tecnológica y factibilidad integral, que pretende mostrar que una instalación dedicada al reciclaje de NFU mediante un proceso de trituración, es una empresa viable e importante desde el punto de vista ambiental, social y económico, que valorizará la actividad del reciclaje, con altas potencialidades y proyección hacia el futuro.

1.7.1 Justificación Teórica

En esta investigación se utilizará manuales, textos, documentales e investigaciones anteriores sobre tecnología y ecología aplicada a los procesos de producción de Grano de Caucho Reciclado (GCR) de Neumáticos Fuera de Uso (NFU).

1.7.2 Justificación técnica

Es de carácter obligatorio realizar una investigación acorde con los nuevos avances tecnológicos, analizando otras experiencias ambientales que coadyuven a procesar el Grano de Caucho Reciclado GCR, asimilando el Know-how internacional y adecuándolo a nuestro contexto económico y social,

1.7.3 Justificación económica

El proyecto plantea la generación de nuevas fuentes de trabajo directo en la planta, además de la creación de nuevos emprendimientos con el uso del GCR.

1.7.4 Justificación Ambiental

Con el tratamiento de los NFU se busca la reducción del espacio en los tiraderos de basura, fomentando en la mente de la población una conciencia ecológica, creando un respeto hacia el medio ambiente, con alto grado de responsabilidad social.

CAPITULO 2

ASPECTOS TECNICOS DE LOS NEUMATICOS

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

También existe otro tipo de neumáticos llamados diagonales o convencionales por su constitución, que son estructuras reforzadas por muchas lonas, para poder evitar pinchazos y hacerlas rígidas y de perfiles (costado del neumático) altos, por lo cual son muy utilizados en camiones, buses y otros dedicados al transporte pesado

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte del neumático tiene que cumplir se traduce también en una complejidad de los materiales que lo componen.

El principal componente del neumático es el caucho: casi la mitad de su peso.

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

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

2.1 DEFINICIÓN DE NEUMÁTICO

Es un elemento elástico de las ruedas de los vehículos con una envoltura que contiene aire a presión, la cual tiene por objeto soportar las cargas que actúan sobre el vehículo y transmitir al terreno las fuerzas necesarias para el movimiento.

Los neumáticos, son recipientes inextensibles y deformables que poseen la forma de un sólido de revolución, dentro el cual se contiene fluidos en forma estancada como aire o alguna otra sustancia.

Es un elemento de unión entre el vehículo y el terreno facilitando su desplazamiento (Fabrica Pirelli).

Está constituida por una cubierta, banda de rodadura de goma labrada, que tiene la finalidad de evitar el derrape del vehículo; una carcasa, estructura resistente, formada por capas de hilos o de cables incorporados en el caucho, y una cámara de aire (ausente en aquellas llantas en las que la presión de aire está asegurada por una mezcla especial con la que se recubre el interior de la carcasa).

Los neumáticos presentan diversas funciones, entre los que se tienen: guiar, soportar la carga, amortiguar, rodar, transmitir los esfuerzos, y durar (Michelin, 2006).

Pueden ser convencionales o radiales, según su estructura y diagonales (sin cámara) o con cámara según su uso (Gantier, 2009).

2.1.1 Tipos de caucho en los neumáticos

El caucho natural se extrae a partir del árbol *Hevea Brasiliensis* que es un látex con partículas de caucho en suspensión. Después de un proceso de secado y de ahumado se utilizan diferentes productos.

Hoy en día el caucho natural alcanza el 30 % del mercado, el resto lo ocupan los diferentes cauchos sintéticos siendo los más empleados en la fabricación de neumáticos: Cauchos naturales (NR), Polibutadienos (BR), Estireno – Butadieno (SBR) Polisoprenos sintéticos (IR).

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

La combinación se realiza de modo que los cauchos naturales proporcionen elasticidad y los sintéticos, estabilidad térmica.

Esta combinación de efectos favorece la durabilidad y la capacidad de adaptarse a las nuevas exigencias del tránsito.

La estructura de los cauchos naturales esta formada por cis-1,4 polisopreno mezclado con pequeñas cantidades de proteínas, lípidos y sales inorgánicas, entre otros.

2.1.2 Composición Físicoquímica de los Neumáticos

La composición del neumático es principalmente caucho (natural y sintético), un encordado de acero y fibra textil.

Cuadro 2.1. Composición del neumático por tipo de servicio

Material del neumático	Vehículos livianos	Vehículos de carga
Caucho natural	14%	27%
Caucho sintético	27%	14%
Negro de Humo (Carbono)	28%	28%
Acero	14-15%	14-15%
Fibra textil	16-17%	16-17%
Peso promedio	8,5 Kg	45,4 Kg

Fuente: www.eng.buffalo.edu/neumatico.

Por otro lado, los elementos químicos que componen una llanta se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro 2.2. Composición Química de los Neumáticos

Elemento o compuesto	Porcentaje
Carbono (C.)	70%
Hidrogeno (H.)	7%
Azufre (S.)	1,3%
Cloro (Cl.)	0,2-0,6 %
Hierro (Fe)	15%
Oxido de Zinc (ZnO)	2%
Dióxido de Silicio (SiO ₂)	5%
Cromo (Cr.)	97 ppm.
Níquel (Ni)	77 ppm.
Plomo (Pb)	60-760 ppm.

Fuente: SIGMA (Sistema de Gestión Ambiental) Universidad de Don Bosco. El Salvador. 2008

2.2 ELABORACIÓN Y PRODUCCIÓN DEL NEUMÁTICO

El compuesto de los neumáticos de caucho es una mezcla que incluye muchos insumos. Se utilizan tanto cauchos sintéticos como cauchos naturales.

Debe soportar pesadas cargas y tener la suficiente flexibilidad para resistir continuas deformaciones.

Debe estar apta para resistir la dañina acción de las grasas, aceites, oxígeno y luz solar, enemigos principales del caucho, debe aportar seguridad al ser utilizada y al mismo tiempo rendir un buen kilometraje.

Con el fin de lograr todas estas características, muchos ingredientes deben ser mezclados con el caucho para modificarlo y hacer de él un producto útil.

Entre los ingredientes más usados en los compuestos de caucho, se tienen:

Negro de humo. Resultado de la combustión incompleta de derivados del petróleo, Añade consistencia y dureza.

Azufre. Sirve para vulcanizar o "curar" el jebe y convertirlo en un producto útil.

Cementos y pinturas. Para la construcción y el acabado.

Fibras de Rayón y Acero. Para fortalecer la llanta.

Caucho sintético natural. Materiales principales en la fabricación.

Antioxidantes y anti-ozonantes. Para resistir los efectos dañinos de la luz solar y del ozono, para hacer que la llanta tenga mayor durabilidad.

Aceites y grasas. Para hacer más maleable la mezcla y para ayudar en el mezclado de todos los ingredientes.

Estos insumos son mezclados según una fórmula o receta científica, después de haber pasado por muchas y diversas pruebas de laboratorio.

El mezclado de la "pesada" (así es como se llama a una receta de caucho) se hace en el segundo piso del Banbury (sistema donde se realiza el mezclado de la pesada).

Se corta el caucho en cubos, se añaden los otros ingredientes y toda esta carga se deja caer en la recámara del mismo.

El banbury es una recámara, la cual tiene en su interior dos rodillos en forma de espiral que sirven para mezclar todos los ingredientes. Cuando toda esta "pesada" ha sido mezclada (alrededor de 200 Kg.) se le deja caer a un molino ubicado en el primer piso.

En este molino se termina de pesar de mezclar dicha pesada, que luego es pasada a través de una faja transportadora a otro molino.

De este, último molino, el laminador automático extrae en forma continua el compuesto ya bien mezclado y homogenizado que, después de ser lubricado y enfriado por una línea de ventiladores, es almacenado para así ser transportado a las máquinas en las cuales será utilizado.

Los procedimientos de preparación de los diferentes componentes del neumático.

2.2.1 Preparación de las pestañas

Si se mira la sección de una llanta, podrá apreciarse que en el interior de cada filo de la llanta, hay un atado de alambres de acero bañado en bronce. Este lleva el nombre de pestaña. Los procesos establecidos son:

Tubuladora de aros. Forra por extrusión el alambre de acero con caucho.

Formadora de aros. Enrolla el alambre ya forrado, según el número de vueltas y circunferencia interior especificados, formando propiamente el aro de la llanta.

Máquina encintadora. Envuelve el aro, en forma de espiral, con una cinta de tela cuadrada que servirá para mantener unidas las diferentes capas de alambre y evitar que se desenvuelvan durante su manipuleo.

Máquina colocadora de aletas. Coloca las aletas que son cintas preparadas de pliegos de tela cuadrada gruesa y que cubren el aro a lo largo de su circunferencia.

2.2.2 Preparación del rodante

La tubulación o extrusión es un proceso comúnmente usado en la industria del caucho.

La tubuladora es una máquina que está formada por un cuerpo cilíndrico, un tornillo sin fin y un cabezal, en el cual se instala un dado (matriz) con un diseño especial para cada pieza que se desee obtener.

Una forma sencilla de visualizar la operación de tubulación sería compararla con la acción de presionar un tubo de pasta dental, al hacer esto forzamos a la pasta a través de la boca del tubo. Generalmente la pasta sale redonda a través de la boca, pero si se cambiara la forma de ésta la pasta adquirirá una forma distinta.

A diferencia del tubo de pasta dental que posee una cantidad limitada de pasta, en el caso de la tubuladora, debemos alimentarla continuamente con caucho a medida que avanza el proceso de extrusión, esto se realiza desde un par de molinos alimentadores. A medida que la lámina de rodante va saliendo de la boca de la tubuladora es llevada a través de una tina de enfriamiento, cortándose luego en piezas de longitud especificada, las cuales son almacenadas en carros especiales que las mantienen libres de suciedad y deformaciones.

2.2.3 Preparación de pliegues

Los pliegos son piezas de tejidos (rayón, nylon, fibra de vidrio o acero) que inicialmente viene en forma de rollos de 1.000 metros de largo, que luego es recubierto de caucho en la calandria y cortado en tamaños y ángulos variables en la mesa cortadora que luego son empalmados para su almacenamiento.

2.2.4 Construcción de la llanta

Para las llantas de automóvil, este trabajo se hace aplicando sobre un tambor giratorio los diferentes componentes de la llanta con el auxilio de un "castillo" donde se colocan los pliegos y otros materiales que se van a utilizar en la construcción.

Para las llantas de camión se utilizan las bandas ya preparadas, por lo tanto, no existe "castillo" auxiliar para este tipo de construcción.

2.2.5 Vulcanización

Los neumáticos son vulcanizados en prensas de vulcanización en donde se transforma químicamente las características de los compuestos, haciendo reaccionar el azufre con el caucho por medio de factores físicos como son: tiempo, temperatura y presión.

En estas prensas están instalados los moldes que serán los que proporcionarán los diseños en la banda de rodamiento y las dimensiones finales de las llantas.

2.2.6 Control de calidad

La calidad de un producto se define como la medida en que las características del mismo satisfacen los requerimientos del usuario.

Desde este punto de vista, todo aquello que afecta al producto o sus características, afecta consecuentemente su calidad, por lo cual es necesario mantener un control constante sobre todo el proceso de fabricación.

El proceso de control de calidad se inicia con el control de las materias primas que intervienen en la composición de las llantas afines.

Al iniciarse propiamente el proceso de fabricación, se certifican la calidad de las mezclas en cuanto a gravedad específica, velocidad de vulcanización, viscosidad, dispersión del negro de humo, etc., mientras que control de calidad verifica los procedimientos de pesado de componentes y su mezcla, de acuerdo a los estándares existentes.

Los productos terminados, deben ser sometidos a un exigente muestreo por parte de control de calidad, con lo cual se asegura un adecuado control de las características del producto.

Además es necesario evaluar los neumáticos constantemente a través de pruebas de rendimiento en condiciones determinadas en laboratorio, como también en carreteras, a través de continuas pruebas de desgaste comparativas en diferentes rutas.

2.3 ELEMENTOS QUE COMPONEN LOS NEUMÁTICOS

Los neumáticos están constituidos por cuatro partes principales,

1. **La carcasa:** Es la parte resistente de la llanta, constituida por lonas de poliéster, nylon o acero. Retiene el aire a una presión constante que permite el soporte del peso total del vehículo y su carga.
2. **Los talones:** Son constituidos enteramente de alambres de acero de gran resistencia y tiene por finalidad mantener la llanta acoplada al aro.
3. **La banda de rodamiento:** Es la parte de la llanta que entrará en contacto directo con el suelo. Formada por un compuesto especial de caucho que ofrece resistencia al desgaste. Sus diseños son constituidos por partes sólidas y llenas (bizcochos) y vacías (surcos) ofreciendo desempeño y seguridad al vehículo.
4. **Los flancos:** La función principal de los flancos es proteger la carcasa. Son dotados de una mezcla especial de caucho con alto grado de flexibilidad.

Grafico 2.1. Constitución de los Neumáticos



Fuente: [http://www.goodyear.com.mx.\(Detalles constitutivos\)](http://www.goodyear.com.mx.(Detalles constitutivos))

Existen dos partes que se diferencian entre neumáticos convencionales y radiales, estas son:

1. **Breaker (Llanta convencional)**: Tela intermedia entre la carcasa y la banda de rodamiento.
2. **Cinturón (Llanta radial)**: Conjunto de telas entre la carcasa y la banda de rodamiento, colocada en la dirección de giro de la llanta, que restringe la deformación de la carcasa en una dirección circunferencial.

Todas estas piezas o componentes de los neumáticos están hechas de diferentes materias primas, las más importantes son compuestos de caucho, de los que se trabaja con dos tipos de caucho, sea una combinación de natural y sintético.

Estos compuestos son diseñados según la función que vayan a cumplir, pueden ser usados para la banda de rodamiento, capa radial, relleno de caja, costados, etc.

3. **Materiales textiles**: Que son los que soportan el aire, golpes, etc., y se los recubre con caucho formando capas; estas pueden ser de nylon, poliéster, rayón.
4. **Alambres de acero**: Se encuentran principalmente en la caja y sirven como sostén a las capas de los neumáticos.

De igual forma se usa carbón y diferentes elementos químicos, como ser: polvo de azufre, óxido de zinc, etc.

Los neumáticos debido a sus componentes son muy difíciles de degradarse, tardan aproximadamente 500 años, por lo que resultan ser problemáticas al momento de su disposición final.

2.4 CLASIFICACIÓN DE LOS NEUMÁTICOS

Existe una gran diversidad de aplicaciones de los neumáticos, desde neumáticos de bicicletas hasta equipos de minería, los cuales se pueden clasificar desde diversos puntos de vista.

Los neumáticos pueden ser clasificados según su estructura en diagonales (convencionales), o en radiales, y según su uso en neumáticos con cámara o sin cámara (diagonales).

Los neumáticos *diagonales* o convencionales presentan una carcasa constituida por telas y cuerdas en tres capas, las cuales se encuentran dispuestas diagonalmente formando ángulos menores a 90° respecto a la línea central de rodamiento.

La construcción de esta manera da al cuerpo mayor rigidez, con lo que el caucho puede resistir la carga al rodar cada vez que se pone en contacto con el suelo.

Este tipo de neumáticos son apropiados para grandes cargas.

Este tipo de neumáticos presenta 3 partes principales la banda de rodamiento, un breaker, que es la tela intermedia entre la carcasa y la banda de rodamiento, y se puede encontrar reforzado con cuerdas de nylon, y la carcasa.

Grafico 2.2. Estructura del Neumático Radial



Fuente: Partes de una llanta radial (Menpal, 2008)

Los neumáticos *radiales* son más avanzados y los más populares. Las capas están dispuestas en forma radial, es decir, paralelas en un ángulo de 90° a la circunferencia del neumático.

Los neumáticos radiales presentan tres partes importantes entre las que tenemos a la banda de rodamiento, el cinturón, que es un conjunto de telas entre la carcasa y la banda de rodamiento, colocada en la dirección de giro del neumático, que restringe la deformación de la carcasa en una dirección circunferencial y la carcasa.

Según su uso, los neumáticos *con cámara* son aquellas, que para contener la presión en su interior, usa una cámara de aire construida con un compuesto especial de caucho sumamente impermeable y dotado de una válvula de inflado.

Los neumáticos *sin cámara o diagonales* presentan un caucho especial en la parte interna, denominada liner, que garantiza la retención del aire.

Para este tipo de llanta se debe tener un aro en buenas condiciones.

Este tipo de llanta se emplea prácticamente en todos los vehículos (Pirelli, 2007) y es desde el año 2000 que ingresan al País reemplazando la mayoría de los neumáticos convencionales.

A su vez este tipo de Neumáticos, están constituidos por lo siguiente:

Cinturón estabilizador

En su mayoría son de acero y proporcionan resistencia a la llanta, estabiliza la banda de rodamiento y protege a esta contra pinchaduras.

Capa radial

Contiene la presión del aire de la llanta y junto a los cinturones estabilizadores transmite toda la fuerza del freno y dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.

Costados

Su hule esta especialmente compuesto para resistir la flexión y la intemperie, proporcionando al mismo tiempo protección a la capa radial.

Sellante

Consiste en adicionar una o dos capas de hule, esto es para las llantas que no usan cámara.

Relleno de la ceja

Piezas de hule con características especiales que se usan para llenar el área de la ceja y la parte inferior del costado, para proporcionar una transición suave al área rígida de la ceja del área flexible del costado.

Refuerzos de ceja

Es una capa colocada sobre el interior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja y la parte inferior del costado, proporciona una transición de la ceja al costado.

Diferencias entre las características constructivas de un neumático para automóviles y para vagonetas

Las diferencias en las características constructivas entre los neumáticos para auto de pasajeros y las de llantas para vagonetas se deben a los distintos usos y condiciones operativas de las vagonetas y los autos de pasajeros.

- Las vagonetas por lo general están diseñadas para funcionar bajo condiciones más severas, tales como el transporte de mayores cargas durante más tiempo y uso fuera de rutas.
- Las llantas de vagoneta pueden tener una tela de carcasa adicional, un cinturón de acero más fuerte y/o un talón mayor con más espesor de caucho en la banda lateral. Por esto los neumáticos de vagoneta tienden a ser más pesados que los de autos de pasajeros.

Cuadro 2.3. Detalles constitutivos de los Neumáticos

Compuestos de Hule	Los compuestos de hule deben ser diseñados según la función a cumplir. Para la banda de rodadura será resistente a calor, flexión, desgaste y cortadas; Las cejas serán duras.
Materiales textiles	Soportan el aire, golpes, calor, etc. Recubren el hule para su mejor funcionamiento, el número de capas determina la resistencia, podrán ser de nylon, poliéster, rayón, etc.
Alambre de acero	Principalmente en la ceja para dar la firmeza necesaria a la estructura al montarla en el rin. También sirve de sostén a las capas de las llantas.

Fuente: Elaboración propia (Resumen de componentes)

2.5 REUTILIZACIÓN DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO

Múltiples son los ejemplos en los cuales pueden utilizarse, bien los neumáticos totalmente enteros o sus flancos y banda de rodamiento: parques infantiles, defensivos, señalizaciones, pisos de goma, plantas artesanales de calzado, franciscanos, abarcas, etc.

En el caso de usos directos de los Neumáticos Fuera de Uso NFU, contamos con: barreras anti-ruídos, taludes de carretera, estabilización de zonas anegadas, pistas de carreras, o utilidades agrícolas para retener el agua, controlar la erosión, etc.

El recauchutado del neumático usado es un proceso que permite reutilizar la carcasa del mismo, al colocar una nueva banda de rodadura, siempre que conserve las cualidades que garanticen su uso, como si fuera uno nuevo.

Otro proceso a destacar, en los neumáticos para vehículos industriales es el resculturado que permite aprovechar al máximo el potencial del neumático, tanto del nuevo como del recauchutado, a la vez que se restituye la seguridad, y se disminuye el consumo de combustible.

2.5.1 Reciclado de neumáticos fuera de uso

Existen métodos para conseguir un reciclaje de neumáticos coherente de estos productos pero faltan políticas que favorezcan la recolección e implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes peligrosos de las gomas de los diferentes automotores.

Dentro de las aplicaciones convencionales existen métodos y tecnologías para el manejo de las llantas usadas, así como de los productos generados.

2.5.2 Trituración o técnica corte

Consiste en cortar la llanta mecánicamente, en partículas pequeñas. El acero es retirado previo, con un mecanismo extrusor, así como el aro de rin.

Los componentes de fibra o textil son separados por clasificadores neumáticos u otro equipo de separación; estos sistemas tienen un alto desempeño y pueden producir caucho de costo relativamente bajo; este sistema es fácil mantenerlo y exige poca mano de obra para operar y reparar el sistema. En el caso de las partes del equipo, son generalmente fáciles de obtener e instalar.

Las ventajas que ofrece son productos de alta calidad, limpios de todo tipo de impurezas; lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones.

Este método puede ser también una etapa previa a la mayoría de las demás soluciones para el aprovechamiento rentable y eficaz de los residuos y sobre todo favorece la ausencia de compuestos contaminantes en el medio ambiente.

Una de las alternativas para variar la capacidad de la trituradora y como consecuencia, el tamaño del producto resultante consiste en el cambio de la configuración de la cuchilla.

Generalmente el material triturado tiene un ancho aproximadamente igual al de la cuchilla.

Sin embargo la longitud del producto no puede ser definida de la misma forma, siendo normalmente inferior al de la longitud de la cuerda entre los dientes consecutivos en el mismo eje y cuanto mayor sea el número de diente, los productos obtenidos tendrán menor dimensión.

No obstante, es necesario tener en cuenta la potencia del corte que limita el número final de elementos.

La elección entre menor espesor de la cuchilla y el mayor número de dientes tiende a inclinarse a favor del primero, debido al menor trabajo requerido sobre la superficie de la cuchilla.

CAPITULO 3**CADENA DE REUTILIZACION Y RECICLAJE DE NFU****3.1 GESTIÓN DE LOS NFU EN LA PAZ Y EL ALTO**

El crecimiento urbano en nuestros municipios, se ha convertido en una fuente importante de contaminación no controlada, ocasionada por una demanda muy fuerte de recursos naturales que generan una elevada contaminación ambiental.

Dentro de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), existe una gran variedad, como ser: domiciliarios, voluminosos, comerciales, de limpieza de áreas públicas, especiales (vehículos y electrodomésticos desechados, neumáticos desechados, sanitarios no peligrosos, animales muertos, escombros y jardinería), entre otros.

Dentro de los Residuos Sólidos Urbanos (RSU), se encuentran los neumáticos Fuera de Uso (NFU) desechados, representando un problema técnico, económico, ambiental y de salud pública para los municipios debido a la dificultad que presentan al momento de la disposición final.

Gráfico 3.1 – Neumáticos desechados en la ciudad de La Paz



Fuente. Llantería Jaimes Freyre (Zona de Sopocachi La Paz)

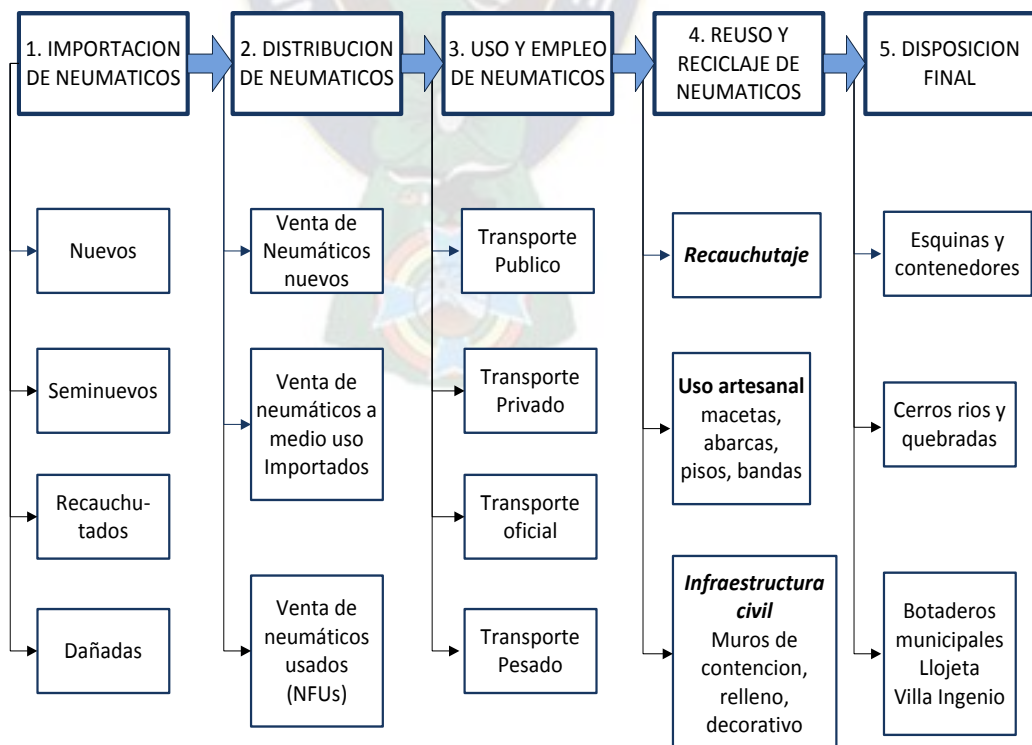
La problemática que se tiene con los neumáticos es el gran espacio que ocupan en su almacenamiento, y específicamente es el problema de una correcta disposición final en los botaderos municipales, los problemas de contaminación atmosférica que se dan por su quema y otros ponen en riesgo la salud de la población.

En la actualidad nuestros municipios, tanto el de La Paz como el de El Alto, no cuentan con ningún tipo de estudio previo sobre esta temática, no se cuentan con datos acerca del ingreso de neumáticos, su disposición final y mucho menos los diferentes métodos de reuso existentes.

3.2 CINCO NIVELES EN LA CADENA DE MANEJO Y REUSO DE NFU

La cadena de manejo y reuso de neumáticos en ambos municipios, esta constituida por 5 niveles que van desde la importación de los neumáticos hasta su disposición final y puede ser resumida en el siguiente cuadro.

Cuadro 3.1. Cadena de manejo, reuso y disposición final de neumáticos



Fuente: Elaboración propia

3.2.1 Ingreso de neumáticos nuevos y usados al comercio (Nivel 1)

El ingreso de neumáticos al municipio se da por medio de la importación legal e ilegal de neumáticos tanto nuevas como a medio uso, provenientes sobre todo del continente asiático, principalmente del Japón y China.

Nueva, usada o en la última etapa de su vida útil, una llanta es considerada buen negocio incluso cuando es desechada, ya que se utiliza para fabricar otros productos.

Hay al menos cuatro rubros en los que se procesa hasta al último pedazo de los neumáticos.

El Alto es uno de los lugares donde se registra con mayor fuerza este fenómeno comercial, impulsado sobre todo por el transporte público, sector que constantemente renueva estas piezas de los vehículos.

Grafico 3.2 – Venta de Neumáticos en El Alto



Fuente. Venta de neumáticos usados - Av. 6 de marzo El Alto

Los cuatro rubros de la cadena de manejo son la venta de neumáticos nuevos, el comercio de unidades a medio uso, el recauchutaje y la fabricación de subproductos.

La dinámica por la cual ingresan tanto los neumáticos nuevos como usados al País, es a través de nuestro Departamento desde donde son comercializados en el mercado local y hacia los diferentes departamentos y municipios del eje troncal.

Las marcas comercializadas en los puntos de venta focalizados en la Av. 6 de marzo de la ciudad de El Alto y la zona de San Pedro de la ciudad de La Paz, que ingresan por importación son, Yokohama, Bridgestone, Continental, Dunlop, Firestone, General Tire, Goodyear, Pirelli, Limacaucho y Wanli.

Los neumáticos a medio uso importados, son aquellos que ya fueron utilizados en otros países generalmente son de origen japonés o europeo que conservan una buena calidad y buenas condiciones (neumáticos con aproximadamente 7 mm de trilla)

Estos neumáticos ingresan de dos maneras

- a. Por medio de importadoras, las cuales distribuye los neumáticos ya sea por contenedores o lote a los diferentes puntos de venta.
- b. Por personas particulares, que compran contenedores vía internet o por anuncios y los ingresan, este medio es poco usado por los comerciantes de estos productos.

La importación de neumáticos a medio uso, es una actividad de gran impacto en la economía nacional, debido al gran movimiento comercial resultante del valor de compra que representa un porcentaje de hasta el 40% de un neumático nuevo.

A parte del ingreso de neumáticos “de buena calidad” a medio uso, dentro de los contenedores de importación también existe el ingreso de neumáticos con daños de fábrica o cortes que los inutilizan, que pasan a ser directamente desechados (neumáticos que no se lograron vender en otros países y llegan como un desecho al nuestro).

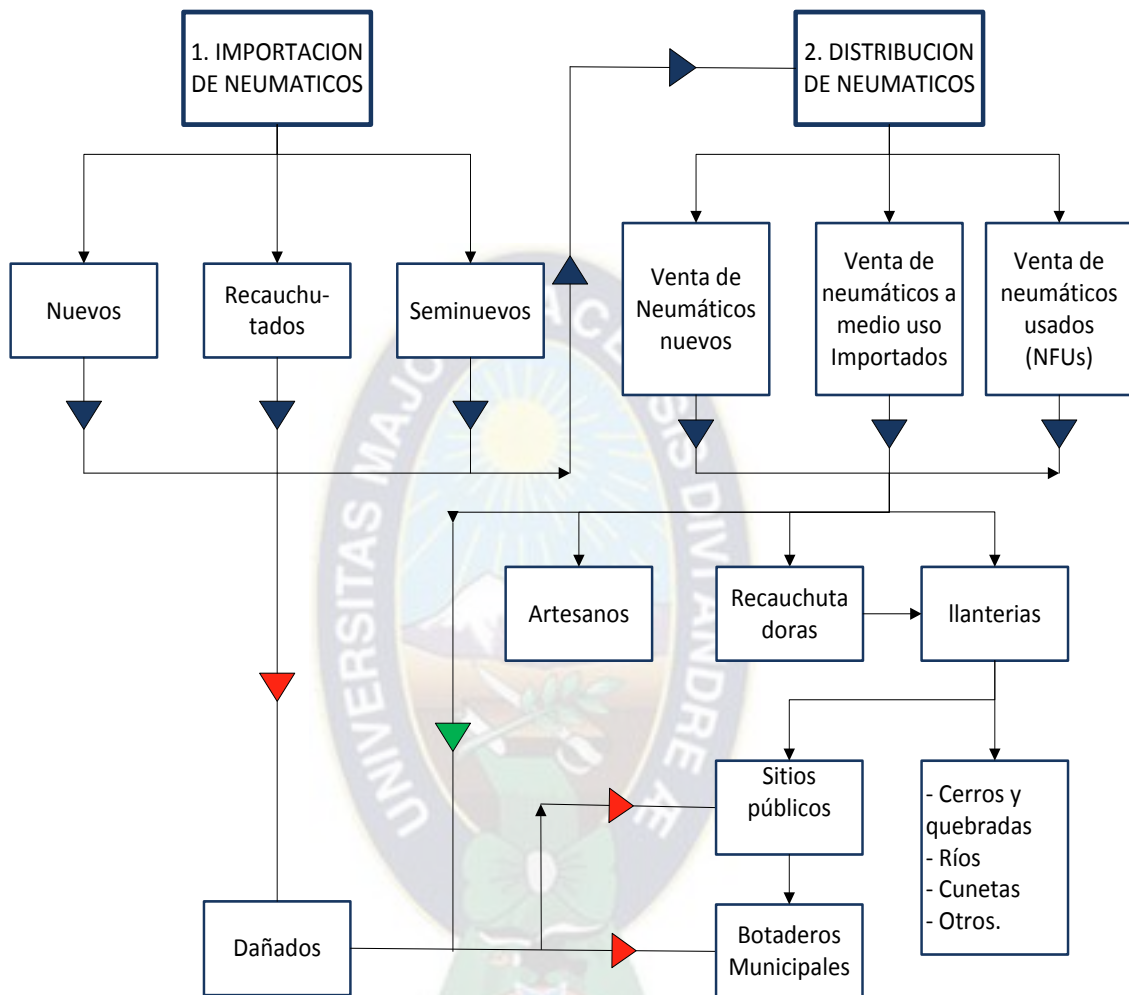
La dinámica de la cadena de ingreso, a través de los diferentes agentes, inicia a partir de la importación, hasta la distribución y comercialización de neumáticos.

3.2.2 Distribución y comercialización de neumáticos (Nivel 2)

En los municipios de La Paz y El Alto, se pueden identificar tres tipos de comercializadoras de neumáticos

1. Puntos de venta de neumáticos nuevos
2. Puntos de venta de neumáticos seminuevos importados

3. Puntos de venta de neumáticos usados.

Cuadro 3.2. Gestión de distribución de neumáticos

Fuente: Elaboración propia

Del total de los puntos de venta de neumáticos entre La Paz y El Alto, se establece, que un 10% corresponde a puntos de venta de neumáticos nuevos, 70% son puntos de venta de neumáticos seminuevos importados y un 20 % corresponde a puntos de venta de neumáticos usados.

Los puntos de venta de neumáticos cuentan con un stock de estructura tubular y radial a medio uso, importados o usados forman parte de la reutilización o re-uso de los neumáticos.

Los puntos de venta que comercializan neumáticos sean estos nuevos o seminuevos, se encuentran focalizados en dos puntos neurálgicos, en las inmediaciones de la plaza San Pedro, de la zona del mismo nombre, en la ciudad de La Paz y a la altura del “cruce Taquiña” en la Av. 6 de marzo en la ciudad de El Alto.

Son los propietarios de los centros de venta de la ciudad de El Alto, quienes comercializan neumáticos en la conocida feria de la zona 16 de Julio de esta ciudad.

En estos puntos de venta, los neumáticos en proporción son en su mayoría de origen japonés, seguido de europeos y finalmente americanos, donde se pueden apreciar marcas como ser, Aurora, AVS, BF Goodrich, Bridgestone, Continental, Cooper, Dunlop, Elite, Falken, Firestone, General Tire, Geolandar, Goodride, Goodyear, Gt Radial, Hankook, Kumho, Lima Caucho, Maxxis, Michelin, Nokian, Pirelli, Sumitomo, Toyo, Plus y Yokohama.

3.2.3 Uso y empleo de neumáticos (Nivel 3)

Los neumáticos son usados por todos los miembros de la población que cuentan con algún medio de transporte, considerando que el mayor crecimiento porcentual de las moviidades se dio sobre todo en lo referido a vagonetas dentro la categoría de 1500cc a 3600 cc. de cilindrada.

El análisis del crecimiento del parque automotor Departamental, se desarrolla en el capítulo siguiente, referido al incremento progresivo del parque automotor del departamento.

3.2.4 Reutilización y reuso de neumáticos (Nivel 4)

Los neumáticos debido a su uso constante llegan a desgastarse y consecuentemente convertirse en inutilizables para los vehículos.

Sin embargo, en nuestros municipios, los neumáticos desgastados e inclusive los “poco dañados” son reutilizados de varias formas.

Lamentablemente no se cuentan con datos estadísticos sobre la cantidad de neumáticos que son dispuestos para la reutilización y el reuso, debido a que los puntos destinados a esta labor no llevan registros y son de carácter informal.

El reuso de los neumáticos se da a partir del recauchutaje o su reventa dentro del comercio de neumáticos usados.

Ahora, el reuso, se basa en la separación de partes de los neumáticos para hacer diferentes artesanías objetos y/o estructuras utilizables desde la construcción hasta la decoración.

Grafico 3.3 – Reutilización de neumáticos enteros



Fuente: Parques de la ciudad de Santa Cruz

Grafico 3.4 – Reutilización de neumáticos en caminos



Fuente: www.caminos.gob.gt (Servicio Nacional de caminos Guatemala)

Entre los usos de los NFU podemos destacar:

- Artesanías (macetas).
- Artículos de hogar (pisos, bañadores, comederos para animales de granja, entre otros),
- Repuestos de autos (bujes, cualquier repuesto hecho a base de caucho),
- Artículos para ganadería, transporte, entre otros (correas),
- Artículos para zapatería (suelas de zapato, plantillas, abarcas),
- Muros de contención, en laderas y zonas de riesgo
- Parques infantiles

a. Reutilización de neumáticos

La venta de neumáticos seminuevos importados es la manera conocida de comercializar los mismos, la característica requerida es obviamente la conservación de la calidad en la huella y trilla.

b. Recauchutaje

En el municipio de La Paz y sobre todo en El Alto, el recauchutaje de los neumáticos es una actividad realizada principalmente por el transporte pesado y público, debido al bajo costo que representa.

Según la Recauchutadora Chasqui, una de las más antiguas e importantes de la ciudad de El Alto, el proceso del recauchutaje consiste en:

1. Inspección de las cubiertas para ver los daños en la banda de rodamiento verificando que el neumático cumpla condiciones mínimas para el recauchutaje.
2. Limpieza de los neumáticos, que se la realiza exclusivamente con agua sin presencia de ningún agente químico.
3. Torneado o raspado, es el proceso en donde se retira el excedente de la banda de goma.
4. Escoriación, consistente en la limpieza de los daños menores que tenga la llanta y que no se lograron retirar con el torneado.
5. Colocación de parches en los lugares dañados, utilizando pegamento a base de goma para que la banda se adhiera y se pueda realizar el vulcanizado.

6. Inspección, para verificar que los daños estructurales estén reparados.
7. Embande, proceso en el que se coloca la nueva banda de rodadura.
8. Vulcanizado, es el proceso fundamental, mediante el cual se calienta el caucho crudo en presencia de azufre, con el fin de reforzar la consistencia del material incrementando la resistencia de la línea de rodadura.
9. Inspección final y entrega del neumático recauchutado.

Grafico 3.5 – Proceso de recauchutaje



Fuente: *Recauchutadora Chasqui – El Alto*

Para el proceso de recauchutaje se utiliza bandas denominadas “pre mold o precurado” que son pre vulcanizadas y contienen un gran porcentaje de goma natural.

3.2.5 Reuso y disposición final de los NFU

Los neumáticos fuera de uso (NFU), es decir aquellos que ya completaron su ciclo de vida, considerándose como tal el desgaste de la huella de rodadura, incluso después del proceso de vulcanizado, participan de la cadena de reuso a través de su venta como elemento de trabajo.

Separando la sección media y lateral de la estructura de un neumático, se puede obtener correas de diferente grosor, que son utilizadas como soporte en diferentes tipos de trabajo mecánico.

Los usos acorde a la estructura de un neumático son:

Grafico 3.6 – Separación estructural de un neumático



Fuente: Taller artesanal -El Alto

- Trilla para el recauchutaje y elaboración de abarcas,
- Sección media y lateral para macetas, bañadores.
- Sección media y lateral completa para correas.

- Lateral, para suelas de zapatos y franciscanos.
- Lomo para abarcas.

- Menchón para reforzar neumáticos de camión colocándolo dentro de la llanta, a este proceso se lo conoce como “duplaje”.
- La caja es desechada.

Los neumáticos que son comúnmente utilizados para este rubro son de aros comprendidos entre 14 y 22, de lona y en buen estado, es decir que no se encuentren muy agujerados, siendo los más comunes de aro 16.

3.3 USOS Y APLICACIONES DE NFU ENTEROS

3.3.1 NFU como bloques compactos

Con el fin de minimizar el volumen que ocupan los neumáticos y hacer bloques compactos, es posible encontrar en el mercado, compresores de neumáticos. Estos equipos permiten compactar hasta 100 neumáticos en bloques macizos, también llamados “balines”, de 30”x50”x60” y de 1 tonelada de peso.

Permiten reducir el volumen de los neumáticos hasta en un 80%. Además reduce el riesgo de incendio, elimina la acumulación de agua al interior de los neumáticos y evita eventuales problemas medioambientales asociados al almacenamiento. Tienen un alto costo de adquisición ya que deben ser importados y su uso es poco rentable.

Grafico 3.7 – Compactado de Neumáticos



Fuente: *www.floplastics.com (Maquina compactadora)*

3.3.2 Ingeniería civil

Los neumáticos enteros pueden utilizarse como estructuras de contención en parques o en zonas muy inclinadas o expuestas a lo largo de carreteras.

Son menos caros que el material convencional utilizado para esta aplicación, hay gran abundancia y disponibilidad. Aún no se tiene muy claro si este uso genera algún tipo de impacto ambiental como la lixiviación.

También pueden utilizarse como capas drenantes en los rellenos sanitarios.

Grafico 3.8 – Uso de neumáticos como capas drenantes



Fuente: www.signus.com

Barreras parachoques

Montados sobre pilas en bordes de carreteras, puentes, etc. No se utilizan grandes cantidades de neumáticos en esta modalidad.

Barreras de seguridad tipo “New Jersey”

El proyecto New Jersey desarrolló dos tipos de barreras de seguridad, una compuesta por residuos plásticos además de materiales procedentes de NFU, y otra en la que se incorporan materiales procedentes del NFU al hormigón sustituyendo a los áridos convencionales.

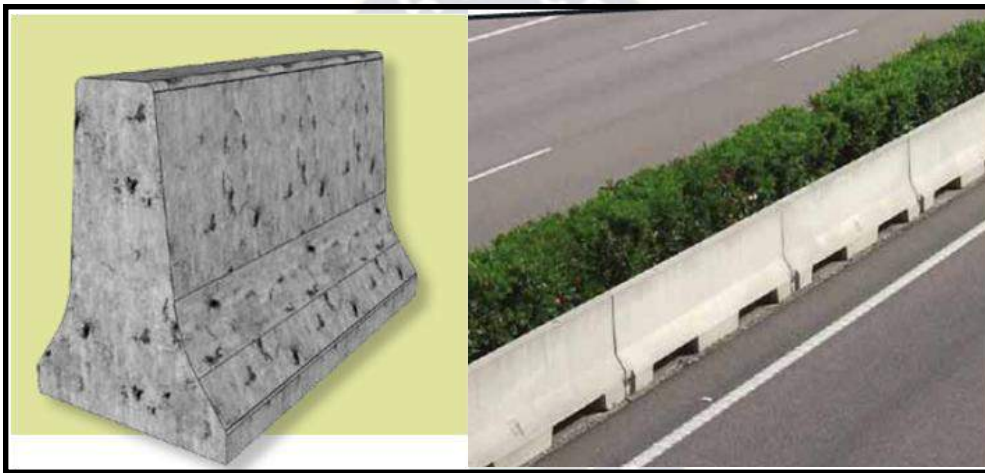
Así se plantea el desarrollo de barreras de seguridad “New Jersey” fabricadas a partir de materiales procedentes de neumáticos fuera de uso, plásticos reciclados y hormigón de propiedades modificadas.

El objeto de esta tecnología, se centra en obtener barreras que presenten una mejor absorción de los impactos en caso de accidente de tráfico, debidas a las propiedades elásticas del caucho que contienen.

Además, las diferentes propiedades de los materiales procedentes de NFU que se utilizan permiten obtener barreras “New Jersey” más ligeras, lo que facilita su instalación y transporte y por tanto la huella de carbono asociada se ve disminuida.

Al mismo tiempo, se contribuye a la valorización de los residuos y a la reducción del impacto de los mismos sobre el medio ambiente.

Grafico 3.9 – Barreras de seguridad tipo New Jersey



Fuente: www.signus.es/es/area-comunicacion/info/publicaciones/ecovalor_8.pdf

3.3.3 Combustión

Tanto enteros como triturados, los neumáticos pueden utilizarse para combustión por su alto poder calorífico.

Un uso bastante usual es en las cementeras o ladrilleras.

Por el contenido de azufre, zinc, acero y oligoelementos, las instalaciones requieren de una tecnología adecuada para controlar las emisiones atmosféricas y tener la capacidad de procesar los residuos resultantes luego de la combustión.

Esta práctica anti ecológica y sobre todo altamente contaminante para quienes están en contacto, se ha visto reducida sobre todo en el municipio de La Paz, pero no ha sido erradicada totalmente.

3.4 GESTIÓN DE USO DE NFU COMO GCR

3.4.1 Aplicación de GCR como aditivo en capas asfálticas

Según la norma, un asfalto es un material aglomerante de color marrón oscuro o negro, cuyos constituyentes predominantes son en un 99 % betunes, que se encuentran en la naturaleza o se obtienen procesando el petróleo.

Los cementos asfálticos provenientes del petróleo están formados por los compuestos de alto peso molecular. Estos compuestos son de estructura muy compleja, siendo hidrocarburos y compuestos formados por carbono e hidrógeno acompañados de pequeñas fracciones de nitrógeno, azufre y oxígeno y frecuentemente de Ni, V, Fe, Mg, Cr, Ti, Co, etc.

Hay dos sistemas básicos para usar el GCR del desecho en procesos de fabricación de mezclas asfálticas en caliente.

Los sistemas de incorporación son:

- a. Proceso por vía seca.
- b. Proceso por vía húmeda.

Aunque la magnitud de las propiedades finales de las mezclas bituminosas obtenidas por una u otra vía resultan diferentes, lo cierto es que pueden conseguirse en ambos casos ventajas importantes derivadas de la adición de un material elástico como es el GCR de neumático para modificar las propiedades reológicas de la mezcla, haciéndolas más flexibles y menos susceptibles a los cambios térmicos.

Además, permiten la incorporación de un mayor porcentaje de betún y con ello se dota a la mezcla de un mayor espesor de la película de ligante sin que este incremento dé lugar a problemas de exudaciones y escurrimientos.

3.4.2 Proceso de incorporación por “vía seca”

La incorporación del caucho triturado por vía seca se hace en las tolvas de agregados de las resinas asfálticas o en las cintas transportadoras de áridos.

De esta forma el caucho triturado actúa en la mezcla de áridos y asfalto como un agregado más, no modificando al asfalto prácticamente, ya que no están dadas las condiciones de temperatura y energía de mezclado necesarias para tal fin.

La mezcla asfáltica obtenida puede obtener mejoras en su comportamiento mecánico y en su durabilidad, pero los efectos obtenidos son inferiores a los alcanzados con la incorporación del caucho por vía húmeda.

3.4.3 Micro dispersión de GCR en mezclas asfálticas por “vía húmeda”

La vía húmeda garantiza una adecuada interacción entre las fracciones de GCR y las fracciones resinosas del asfalto, dándose el proceso de humectación e hinchamiento. Se busca de esta forma lograr que el caucho pueda interactuar con el asfalto y lograr su modificación.

La utilización de GCR procedente de neumáticos en la construcción de carreteras está llamada a convertirse en los próximos años, en una de las aplicaciones de mayor consumo de los materiales obtenidos a partir de este residuo.

La aplicación del granulado de caucho reciclado GCR, para la producción de mezclas bituminosas para carreteras es, a priori, uno de los usos con mayores ventajas técnicas y ambientales.

Para justificar esta aportación basta mencionar y analizar alguna de las mejoras obtenidas del empleo de estas mezclas.

En todo caso y antes de entrar en otro tipo de consideraciones, merece la pena describir las diferentes alternativas para la producción de mezclas bituminosas obtenidas por el empleo de este material.

El proceso denominado como “Vía húmeda” supone la modificación de las *propiedades reológicas* ⁽¹⁾ del betún, previo a la adición del resto de componentes de la misma.

Este aspecto tiene una incidencia decisiva sobre propiedades tan importantes para la carretera como la recuperación de las deformaciones inducidas por el paso de los vehículos, especialmente de los pesados, y las debidas a los cambios térmicos.

Otra variable son las mejoras en las reflexiones de grietas de la superficie de rodadura, debidas a la mayor flexibilidad de las mezclas y al mayor espesor de la capa de ligante.

El resultado inmediato son carreteras con menores agrietamientos y la prolongación de este efecto durante más tiempo.

Igualmente, puede destacarse que el empleo de polvo de neumático, material con un alto contenido de negro de carbono, reduce la oxidación y el envejecimiento de las mezclas y mantiene durante más tiempo las características originales de las mismas.

Este procedimiento está altamente difundido en Estados Unidos, verificando que el tiempo promedio de mantenimiento de 5 años, se incrementa a 8 años.

Grafico 3.10 – Uso de Grano de Caucho Reciclado (GCR) en asfaltos



Fuente: www.repsol.com/canal-tecnologia/casos-exito-estudio/asfaltos

(1) Se refiere a las propiedades mecánicas que relacionan el esfuerzo y la deformación, en materiales que son capaces de fluir, como son las mezclas bituminosas.

Menos ruido, más durabilidad

Se identifican mejoras ambientales nada despreciables derivadas del tipo de mezclas que pueden obtenerse con la inclusión de polvo de neumático que alcanzan, sobre todo, por reducciones de ruido que oscilan entre los 2 y 4 decibelios.

Paralelamente, el empleo de mezclas drenantes, obtenidas por la modificación de las propiedades del betún, tiene efectos muy beneficiosos sobre la seguridad de las superficies, gracias a la alta capacidad de evacuación del agua en condiciones de lluvia.

3.4.4 Definiciones de asfalto de acuerdo a normas internacionales

De acuerdo a la norma IRAM 6833 Asfalto para uso vial-lechadas asfálticas se define 4 usos granulométricos:

Tipo 1: Se aplica para sellar fisuras rellenar huecos pequeños y para corregir peladuras superficiales. Este tipo se usa sobre pistas de aeropuertos donde el sellado de la superficie y la resistencia al deslizamiento son las necesidades principales.

Tipo 2: Se aplica para rellenar huecos superficiales, corregir condiciones de erosión severa de la superficie y para suministrar una nueva superficie de desgaste. Este tipo se usa sobre pistas de aeropuertos y pavimentos que están severamente erosionados.

También se puede usar como capa de rodamiento sobre bases bituminosas o bases de suelo cemento, como un sellador sobre bases estabilizadas o sobre tratamiento bituminoso superficial.

Tipo 3: Es aplicable para preveer una nueva capa de rodamiento sobre superficies muy desgastadas.

Tipo 4: Es aplicable sobre base estabilizada.

3.4.5 Ventajas técnicas y económicas de las mezclas bituminosas con GCR

Las mezclas bituminosas con caucho están siendo utilizadas desde hace varias décadas en diversos países, particularmente en EEUU, donde ha quedado demostrado que su utilización conlleva numerosas ventajas técnicas y una serie de ahorros, tanto mayores cuanto mayor sea el alcance del ciclo de vida de la carretera que se analice, ya que buena parte de ellos no necesariamente se producen en la fase de construcción de la misma.

La promoción de la utilización de betunes con caucho en España, país europeo en el que más experiencias y obras se han ejecutado, la mayoría de ellas con gran éxito, es un requisito establecido por las propias administraciones, en el marco de los planes de gestión de residuos, en el que los productores de neumáticos y otros agentes de la cadena de gestión están también profundamente involucrados.

Mejora de propiedades

La utilización de polvo de neumático para la modificación de betunes ha demostrado a lo largo del tiempo la considerable mejora de una serie de propiedades de las mezclas y por consiguiente de los pavimentos obtenidos con las mismas.

Particularmente, la formulación de mezclas con estos betunes redundará en una mayor capacidad elástica del pavimento, debido a que esa misma propiedad del caucho se transfiere de alguna forma al betún.

3.5. USOS Y APLICACIONES INDUSTRIALES DEL CAUCHO RECICLADO

La reutilización de neumáticos es de amplio uso y difusión en aquellos países que poseen normativas ambientales claras y eficientes.

Existen avances en el desarrollo de productos plásticos a partir de triturado de caucho, con adición de ligantes de tipo termoplástico o de tipo poliuretano pueden fabricarse diferentes materiales y objetos como suelas de zapatos, carcasas, láminas aislantes, respaldos, cascos de motorista, etc.

Con ligantes adecuados y con procesos de curado, se fabrican productos moldeados por compresión que se pueden colorear, aunque las propiedades de tracción y abrasión son inferiores a los de los productos naturales, pero económicamente es ventajoso.

Puede usarse también en alfombras, aislantes de vehículos o losetas de goma. Se han usado para materiales de fabricación de tejados, pasos a nivel, cubiertas, masillas, aislantes de vibración.

Otros usos son las obras civiles deportivas, en campos de juego (césped artificial), suelos de atletismo o pistas de paseo y bicicleta.

Otra posible utilización de estos materiales es en componentes para aislamiento acústico, además de correas y mangueras para automóviles, cañerías de irrigación, barreras de sonido para autopistas y varios productos moldeados

Dependiendo de la aplicación, la goma de neumáticos puede también ser usada como un aditivo cuando la resistencia estructural no sea necesaria.

Los pisos antifatiga, para usos y aplicaciones especiales, como pisos antideslizantes, son utilizados por trabajadores que se mantienen de pie durante muchas horas.

Grafico 3.11 – Usos industriales de Grano de Caucho Reciclado (GCR)



Fuente: www.signus.es/es/area-comunicacion/info/publicaciones/ecovalor_2.pdf

3.6 VENTAJAS AMBIENTALES DEL USO DEL GCR.

Resulta evidente por el origen del GCR de neumático que cualquier empleo del mismo de una forma global tiene un carácter mucho más sostenible desde un punto de vista ambiental.

La fabricación del polvo de neumático requiere de un proceso productivo intenso en energía, pero relativamente limitado en comparación con el propio betún.

En los casos en los que su empleo sustituya a un polímero virgen el balance de ventajas ambientales resulta evidente.

En todo caso, la prolongación de la vida en servicio de la carretera, la reducción del mantenimiento, y otros muchos aspectos planteados desde un punto de vista puramente económico, tienen igualmente un reflejo en los aspectos ambientales de las carreteras.

No obstante, el aspecto ambiental más importante es el de la reducción de las emisiones de ruido, cuando se utilizan para la fabricación de mezclas que van en capas de rodadura.

El efecto de un ligante más viscoso permite la producción de mezclas abiertas que han demostrado su efecto sonoreductor.

3.6.1 Las "3 R" del reciclaje para neumáticos

Reducir

Controlando regularmente la presión, la alineación y no conduciendo de forma agresiva, se puede alargar la vida de un neumático hasta un 20%, ahorrando a su vez un 5% de combustible.

Es más ecológico, económico y seguro.

Reutilizar

Recauchutando los neumáticos en buenas condiciones cambiándoles la banda de rodadura, así se duplica su vida útil.

La calidad es similar a los convencionales, son más económicos y su uso ya es habitual en países europeos como Suiza, Dinamarca, y en nuestro país.

Reciclar

Los neumáticos que no son válidos convirtiéndolos en GCR para nuevos productos, como mezclas asfálticas para carreteras, aditivos para las construcciones civiles, extrusado para remoldeo de accesorios y repuestos, material de relleno en canchas de césped sintético y un sinnúmero de otros productos industriales.

3.7. Ventajas económicas del uso de GCR

El desarrollo de la producción del polvo de caucho en los últimos años ha provocado que el precio del mismo se haya mantenido estable en valores de precios, que pueden ser varias veces menores que los precios del propio betún.

Por el contrario, el precio del betún, aunque haya venido oscilando en este mismo periodo ha alcanzado unos niveles históricamente altos, habiéndose superado durante largo tiempo la cifra de varios cientos de dólares por tonelada.

La incorporación de porcentajes de GCR a los betunes, en igualdad de condiciones de formulación de la mezcla, supondría un ahorro de costes de materias primas capaces de compensar los costes derivados del proceso de mezclado y, dependiendo de los volúmenes de trabajo, incluso generar ciertos ahorros por la incorporación de un componente más barato.

Este hecho es especialmente evidente en los el betún modificado con polímero en los que la sustitución de un 2-2,5% de polímero por un 4-5% de caucho, a los precios de mercado de cada uno de ellos, con un diferencial que se sitúa en una relación 1:10, pueden llegar a suponer ahorros aun más importantes, cumpliéndose perfectamente las especificaciones marcadas para los mismos.

El número de variables que intervienen en el proceso son complejas y la casuística de betunes también, por lo que no puede generalizarse un valor concreto de ahorro por el empleo de estas mezclas.

Independientemente de las ventajas económicas directas, existen otras muchas demostrables a largo plazo, pero evidentes con un análisis sencillo, e incluso importantes de cara a las administraciones públicas que las promuevan.

En concreto estas ventajas se pueden resumir en una reducción de los costes de mantenimiento, una menor generación de grietas redonda bien en un descenso de los costes de mantenimiento de las carreteras, con la consiguiente ventaja para los concesionarios de las vías, bien en un retardo de los tiempos para la ejecución de refuerzos.

3.7.1 Afectaciones de una planta recicladora de caucho en La Paz

Tanto las ciudades de La Paz y El Alto, presentan las características técnicas necesarias para implementar y poner en marcha un proyecto de reciclaje de esta envergadura, permitiendo incursionar con Responsabilidad social y ambiental en este tipo de procesos de alta relevancia internacional, al ser un proceso de trituración mecánica, no representa afectación alguna al ecosistema regional.

CAPITULO 4**ANALISIS DE LA OFERTA DE NFU**

Para definir el tamaño e ingeniería del proyecto se debe analizar la oferta de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), en el departamento de La Paz, además de estimar la existencia e los mismos.

Se establece como parámetros de análisis, los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), con cuyas referencias estadísticas de datos históricos se proyectara la demanda de crecimiento del parque automotor en nuestro Departamento.

4.1 CRECIMIENTO HISTORICO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN BOLIVIA

En la gestión 2003, el número de vehículos en el país apenas alcanzaba a 418.849 unidades, incrementando el parque automotor al 2013 a 1.206.751 vehículos, es decir en una década el incremento porcentual asciende al 288.11%.

El crecimiento del parque automotriz es alarmante, pues existe una relación directa entre los vehículos y el volumen de neumáticos desechados, al igual que con la contaminación que ejercen.

Según los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) el número de vehículos creció el año 2013 a 1.206.751, lo que representa un incremento del 11.43% en relación a la gestión 2012 y que del total son 1.061.806 los que funcionan con gasolina.

Cuadro 4.1 – Parque automotor en Bolivia (periodo 2000 al 2013)

GESTION	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
TOTAL VEHICLOS	277.547	389.024	407.462	418.849	443.888	493.893	536.578
GESTION	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
TOTAL VEHICLOS	601.790	699.646	842.857	905.870	961.228	1.082.984	1.206.751

Elaborado con base a "Estadísticas del parque automotor" INE-2013

4.1.1 Parque automotor de acuerdo al tipo de servicio

Los motorizados particulares continúan en primer lugar y hasta el año 2013 llegaron a 1.096.684 en todo el país, en segundo lugar se ubican los del servicio público que llegaron a 90.237 y finalmente se encuentran los del uso oficial, que ascendió en el último periodo a 19.830.

El parque automotor de Bolivia está compuesto principalmente por los vehículos particulares con un 90.9% y un incremento de 12.8% en relación a la gestión 2012.

El servicio público, decreció en un 5.1%, este fenómeno se explica debido a que los propietarios modifican el “tipo de uso vehicular” a particular, por razones impositivas.

Los vehículos de tipo Oficial, son los que mayor incremento presente en los últimos 5 años donde el incremento fue de 26.9%, siendo una variación significativa.

Cuadro 4.2 – Parque automotor por tipo de servicio (2000 al 2013)

SERVICIO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Particular	201.779,00	289.839,00	301.939,00	327.181,00	352.828,00	400.178,00	438.585,00
Publico	73.914,00	96.113,00	101.594,00	87.153,00	86.222,00	88.083,00	91.284,00
Oficial	1.854,00	3.072,00	3.929,00	4.515,00	4.838,00	5.632,00	6.709,00
TOTAL	277.547,00	389.024,00	407.462,00	418.849,00	443.888,00	493.893,00	536.578,00
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Particular	506.339,00	601.866,00	744.451,00	807.268,00	860.380,00	972.276,00	1.096.684,00
Publico	88.130,00	88.747,00	86.590,00	85.462,00	86.822,00	95.081,00	90.237,00
Oficial	7.321,00	9.033,00	11.816,00	13.140,00	14.026,00	15.627,00	19.830,00
TOTAL	601.790,00	699.646,00	842.857,00	905.870,00	961.228,00	1.082.984,00	1.206.751,00

Elaborado con base a “Estadísticas del parque automotor” INE-2013

4.1.2 Parque automotor de acuerdo al departamento

Dentro de nuestro país para cualquier análisis estadístico, se debe considerar, de manera independiente a La Paz, Cochabamba y Santa Cruz, como eje troncal y anexar como un solo bloque, al resto de los departamentos

La participación de los tres departamentos del eje troncal alcanzó a 79%, lo que muestra el elevado grado de concentración que tienen las tres regiones, de acuerdo siempre al INE.

Desde el año 2005, el departamento de Santa Cruz, representa la mayor participación porcentual del parque vehicular nacional, con un crecimiento sostenido sobre todo en los vehículos particulares.

El departamento de La Paz, se constituye en el segundo lugar, por encima de Cochabamba, donde la mayor participación también la representan los vehículos particulares.

A los departamentos del eje central le siguen Oruro, cuya participación fue 5,76%; Tarija, con el 5,41%; Chuquisaca con el 3,96%; Potosí con un 3,84%; y Beni con apenas 1,99%, aunque fue el departamento que mayor crecimiento registró el año pasado.

Cuadro 4.3 –Parque automotor departamental porcentual (2000 al 2006)

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
LA PAZ	34,1%	30,3%	29,9%	29,7%	29,5%	28,6%	28,4%
COCHABAMBA	23,4%	21,6%	21,5%	21,5%	21,5%	21,9%	22,6%
SANTA CRUZ	21,8%	27,6%	28,1%	28,4%	28,7%	29,0%	28,9%
OTROS DEPTOS.	20,8%	20,5%	20,4%	20,4%	20,3%	20,5%	20,2%

Elaboración propia

Cuadro 4.3(C)–Parque automotor porcentual (2007 al 2013)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
LA PAZ	28,4%	27,4%	26,6%	26,0%	25,9%	25,4%	25,1%
COCHABAMBA	23,8%	23,4%	23,5%	23,5%	23,3%	23,4%	22,8%
SANTA CRUZ	27,6%	28,9%	29,9%	30,2%	30,5%	30,3%	31,1%
OTROS DEPTOS.	20,2%	20,4%	20,0%	20,2%	20,4%	21,0%	21,0%

Elaboración propia

A nivel departamental se observa que Santa Cruz ocupa el primer lugar con la mayor cantidad de vehículos, de todo el parque automotor concentra unos 375.482 vehículos que equivalen al 31,1% del total.

Le sigue el departamento de La Paz con 302.742 vehículos, es decir un 25,1%; y en tercer lugar se ubica Cochabamba con 274.759 vehículos, es decir un 22,8%.

4.2. ANÁLISIS DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA PAZ

El departamento de La Paz, mantuvo la hegemonía de importación y registro de vehículos para diversos usos hasta la gestión 2005, es desde este periodo a la fecha que el departamento de Santa Cruz lidera el registro de moviidades.

Si bien La Paz, se ubica en el segundo lugar, a nivel nacional, tanto esta, como la de El Alto, son parada obligada para control y mantenimiento de vehículos de paso que importan y exportan mercadería y personas por vía terrestre.

De acuerdo al tipo de servicio que se brinda, el 90.26% del total, corresponde a vehículos particulares, con 273.261 unidades, el 6.86% corresponde a vehículos de servicio público con 20.772 unidades.

El 2.8% esta representado por vehículos oficiales, lógicamente es el mayor numero de todo el país, por la presencia de los poderes ejecutivo y legislativo, en nuestra ciudad.

Entre los periodos 2012 al 2013, el parque vehicular en La Paz se incremento en un global del 10%. En vehículos particulares con 13.3%,.

Los vehículos oficiales se incrementaron en 33.67% que es el incremento mas relevante de las ultimas gestiones.

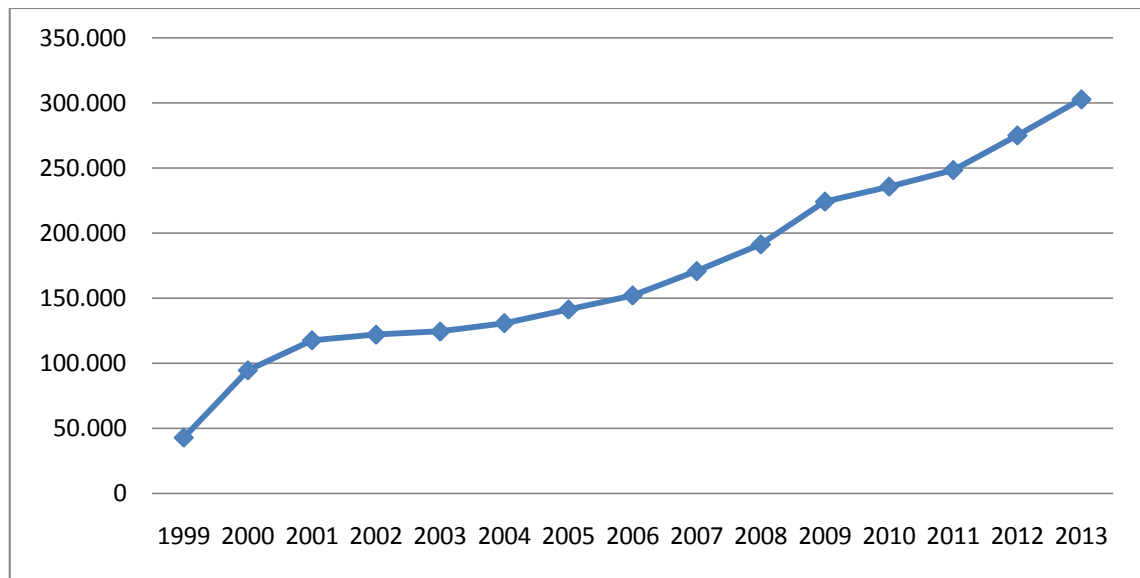
Cuadro 4.4 –Parque automotor en La Paz (periodo 2000 al 2013)

TIPO DE SERVICIO	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Vehículos Particulares	72.118	91.592	94.549	100.008	106.511	117.063	127.215
Vehículos Públicos	22.019	25.108	25.944	22.782	22.637	22.222	22.433
Vehículos Oficial	486	1.004	1.508	1.648	1.730	2.108	2.492
TOTAL	94.623	117.704	122.001	124.438	130.878	141.393	152.140
TIPO DE SERVICIO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Vehículos Particulares	145.855	164.957	201.153	211.589	223.386	241.141	273.261
Vehículos Públicos	22.292	23.183	18.424	18.892	19.387	27.431	20.772
Vehículos Oficial	2.689	3.244	4.675	5.261	5.717	6.515	8.709
TOTAL	170.836	191.384	224.252	235.742	248.490	275.087	302.742

Elaborado con base a "Estadísticas del parque automotor" INE-2013

Durante el periodo comprendido entre la gestión 2005 al 2009 el crecimiento del parque automotor de vehículos particulares, tuvo un incremento exponencial, sobre todo en el eje troncal, manteniendo la tendencia, hasta la gestión 2014.

La ciudad de El Alto mantiene el mayor número de estaciones de servicio a movilidades interdepartamentales e internacionales.

Grafico 4.1 – Tendencia de crecimiento del parque automotor en La Paz

Elaborado con base a "Estadísticas del parque automotor" INE-2013

4.3 COMPOSICION DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA PAZ

El interés del proyecto, es establecer una planta recicladora de Neumáticos Fuera de Uso NFU, entre los municipios de La Paz y El Alto, por ende es necesario desglosar el parque vehicular departamental no solo por el tipo de servicio que brindan sino además por el tipo de vehículo en si.

El total de los vehículos registrados en el sistema nacional a través del RUAT, en nuestro departamento es de 302.698 unidades, de los cuales 102.678 vagonetas representan el 33.9% del total.

Los automóviles son el 20.4% del total, los minibuses que ascienden a 44.518 son el 14.7% del total finalmente las camionetas y los camiones juntos representan el 16.15%.

En conjunto estos 4 tipos de vehículos totalizan el 85.15% del global del departamento de La Paz.

Si bien la mayoría de los vehículos de nuestros municipios, se encuentran registrados como parte del parque automotor particular, la mayoría de los propietarios de los mismos los destina a usos públicos.

Cuadro 4.5 – Composición del parque automotor en La Paz (2007 al 2013)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvil	50.206	51.603	53.921	54.707	55.979	58.337	61.821
Camión	15.431	16.894	18.462	19.417	20.378	21.870	23.208
Camioneta	15.827	16.821	18.376	19.410	20.816	23.153	25.673
Furgón	372	416	453	494	571	1.264	2.507
Jeep	10.524	11.083	11.991	12.118	12.185	12.660	13.045
Microbús	3.337	3.402	3.412	3.437	3.447	3.523	3.581
Minibús	21.135	25.662	32.120	34.356	37.615	40.399	44.518
Moto	4.488	5.223	6.053	7.172	8.681	12.119	18.624
Ómnibus	2.613	2.696	2.729	2.822	2.974	3.042	3.148
Quadra Track	115	128	173	221	297	404	565
Tracto-Camión	580	790	1.255	1.788	2.165	2.650	3.330
Vagoneta	46.192	56.648	75.283	79.776	83.349	95.637	102.678
TOTAL PARTICULARES	170.820	191.366	224.228	235.718	248.457	275.058	302.698

Elaborado con base a "Estadísticas del parque automotor" INE-2013

4.3.1 Composición del Parque automotor particular del Dpto. de La Paz

Esta es la categoría en la que la mayoría de los ciudadanos registra la importación, compra y venta de vehículos, tanto para fines legales como impositivos, observando que el mayor porcentaje está referido a vagonetas y minibuses que en su mayoría son destinados al transporte público.

Entre los vehículos que componen el parque automotor particular son las vagonetas con el 36.3% los automóviles con el 21.15%, los minibuses con el 14.2% y las camionetas con el 8.4% los de mayor peso específico totalizando el 80.5%.

Con relación a los demás tipos de vehículos, en conjunto representan solo el 19.95% del total referido al parque automotor particular.

Si bien los tracto camiones son un valor reducido dentro de la estadística, puede recuperarse el mayor porcentaje de neumáticos de este sector.

Cuadro 4.6 – Composición del parque automotor particular en La Paz (2007 al 2013)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvil	46.341	47.570	50.326	51.131	52.185	53.872	57.789
Camión	9.266	10.676	12.736	13.678	14.722	15.918	17.200
Camioneta	14.483	15.304	16.749	17.569	18.787	20.869	23.064
Furgón	361	396	437	478	553	1.213	2.451
Jeep	10.256	10.762	11.389	11.498	11.559	11.999	12.347
Microbús	746	833	1.584	1.678	1.789	1.285	2.151
Minibús	15.624	19.710	27.752	29.586	32.722	30.407	38.756
Moto	3.658	4.096	4.651	5.586	6.975	10.186	15.569
Ómnibus	846	975	1.282	1.445	1.599	1.549	1.844
Quadra Track	78	91	132	179	243	340	472
Tracto-Camión	473	625	993	1.357	1.561	1.904	2.413
Vagoneta	43.709	53.902	73.100	77.382	80.671	91.583	99.186
TOTAL PARTICULARES	145.841	164.940	201.131	211.567	223.366	241.125	273.242

Elaborado con base a "Estadísticas del parque automotor" INE-2013

4.3.2 Composición del Parque automotor público del Dpto. de La Paz

Entre los vehículos que componen el parque automotor de transporte público los 5.645 minibuses representan 27.17%, pero los registrados como particulares ascienden a 38.756 unidades, esta diferencia está enmarcada en los registros tributarios.

Los camiones son el segundo tipo de vehículo más registrado, con un 25%, pero al igual que en los minibuses el registro en la categoría “particular” es más representativo. Los automóviles y las vagonetas con el 17.41% y 9.76% respectivamente, cierran el grupo de representatividad, pues aglutinan el 79.34% del total.

Cuadro 4.7 – Composición del parque automotor público en La Paz (2007 al 2013)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvil	3.685	3.829	3.229	3.202	3.422	4.085	3.616
Camión	6.024	6.064	5.305	5.296	5.191	5.417	5.192
Camioneta	744	781	702	698	706	752	730
Furgón	5	13	6	6	7	32	19
Jeep	26	27	10	9	9	10	10
Microbús	2.589	2.567	1.825	1.755	1.654	2.234	1.426
Minibús	5.474	5.914	4.295	4.690	4.808	9.897	5.645
Moto	0	0	2	2	2	2	2
Ómnibus	1.755	1.706	1.396	1.317	1.273	1.389	1.188
Quadra Track	0	0	0	0	0	0	0
Tracto-Camión	107	165	261	421	604	746	916
Vagoneta	1.881	2.116	1.391	1.494	1.709	2.866	2.027
TOTAL PUBLICO	22.290	23.182	18.422	18.890	19.385	27.430	20.771

Elaborado con base a “Estadísticas del parque automotor” INE-2013

4.3.3 Composición del Parque automotor “oficial” del Dpto. de La Paz

Entre los vehículos que componen el parque automotor de transporte público los 5.645 minibuses representan 27.17%, pero los registrados como particulares ascienden a 38.756 unidades, esta diferencia está enmarcada en los registros tributarios.

Los camiones son el segundo tipo de vehículo más registrado, con un 25%, pero al igual que en los minibuses el registro en la categoría “particular” es más representativo. Los automóviles y las vagonetas con el 17.41% y 9.76% respectivamente, cierran el grupo de representatividad, pues aglutinan el 79.34% del total.

Cuadro 4.8 – Composición del parque automotor oficial en La Paz (2007 al 2013)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvil	180	204	366	374	372	380	416
Camión	141	154	421	443	465	535	816
Camioneta	600	736	925	1.143	1.323	1.532	1.879
Furgón	6	7	10	10	11	19	37
Jeep	242	294	592	611	617	651	688
Microbús	2	2	3	4	4	4	4
Minibús	37	38	73	80	85	95	117
Moto	830	1.127	1.400	1.584	1.704	1.931	3.053
Ómnibus	12	15	51	60	102	104	116
Quadra Track	37	37	41	42	54	64	93
Tracto-Camión	0	0	1	10	0	0	1
Vagoneta	602	630	792	900	969	1.188	1.465
TOTAL	2689	3244	4675	5261	5706	6503	8685

Elaborado con base a “Estadísticas del parque automotor” INE-2013

4.3.4. Análisis porcentual del parque automotor por tipo de vehículo

El parque automotor del Dpto. de La Paz se incrementó considerablemente en los últimos cuatro años.

Debido a la densidad poblacional en las ciudades de La Paz y El Alto, la configuración urbana, la cantidad de vehículos pequeños (taxis y minibuses) en el transporte público ha proliferado, para poder dar respuesta a la necesidad de los vecinos de trasladarse de un punto a otro.

Cabe resaltar que se ha evidenciado a nivel mundial que las ciudades con estas características son poco sustentables ambiental y administrativamente.

Cuadro 4.9 – Composición porcentual del parque automotor en La Paz (2007 al 2013)

VEHICULO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvil	29%	27%	24%	23%	23%	21%	20%
Camión	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%
Camioneta	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%
Furgón	0%	0%	0%	0%	0%	0%	1%
Jeep	6%	6%	5%	5%	5%	5%	4%
Microbús	2%	2%	2%	1%	1%	1%	1%
Minibús	12%	13%	14%	15%	15%	15%	15%
Moto	3%	3%	3%	3%	3%	4%	6%
Ómnibus	2%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
Quadra Track	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Tracto-Camión	0%	0%	1%	1%	1%	1%	1%
Vagoneta	27%	30%	34%	34%	34%	35%	34%
TOTAL	170.820	191.366	224.228	235.718	248.457	275.058	302.698

Fuente: Elaboración propia

En el Departamento de La Paz al igual que en el resto de Bolivia se utiliza a la vagoneta, como medio de transporte preferido, por encima de otro tipo de automotor.

El número de vagonetas ascendió de 95.637 a 102.678, en segundo lugar se ubican los automóviles que pasaron de 58.337 a 61.821 en tan solo un año.

El crecimiento del parque automotor de motocicletas es considerable en los últimos 4 años, despuntando a un 11% del total del parque automotor en la gestión 2013.

La relevancia de conocer el parque automotor es sustancial para el establecimiento del tamaño y peso de neumáticos acorde al diámetro del aro, tipo de neumático utilizado y periodicidad de cambio de los mismos.

Por tanto enfocaremos el análisis de proyecto al parque automotor más relevante en el departamento de La Paz.

Cuadro 4.10 –Parque automotor por uso y relevancia en La Paz (2007 al 2013)

VEHICULO	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Automóvil	29%	27%	24%	23%	23%	21%	20%
Minibús	12%	13%	14%	15%	15%	15%	15%
Vagoneta	27%	30%	34%	34%	34%	35%	34%
Camioneta	9%	9%	8%	8%	8%	8%	8%
OTROS	22%	21%	20%	20%	20%	21%	22%
TOTAL	170.820	191.366	224.228	235.718	248.457	275.058	302.698

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar el 70% del parque automotor departamental se encuentra concentrado en tres tipos de vehículos que son tanto los automóviles, como los minibuses y sobre todo las vagonetas.

4.4 PRONOSTICO DEL PARQUE AUTOMOTOR EN LA PAZ

Para establecer las expectativas y horizonte del proyecto, se determina el pronóstico del parque automotor acorde a los vehículos de mayor uso y relevancia.

Los datos correspondientes a la gestión 2014, fueron extrapolados, puesto que solo se cuentan con informes hasta el 2013.

Cuadro 4.11 – Proyección del Parque automotor en La Paz (2014 al 2019)

VEHICULO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vagoneta	108.512	113.346	117.352	120.671	123.422	125.700
Automóvil	62.457	64.291	66.126	67.960	69.795	71.629
Minibús	46.823	47.368	47.650	47.796	47.871	47.911
Camioneta	27.849	29.298	30.681	32.000	33.259	34.461
Otros	79.839	91.001	101.685	111.913	121.702	131.073
TOTAL	329.546	355.626	380.959	405.566	429.468	452.686

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4.12 – Proyección del Parque automotor en La Paz (2020 al 2025)

VEHICULO	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Vagoneta	127.589	129.153	130.450	131.524	136.401	137.022
Automóvil	73.464	75.298	77.133	78.967	80.802	82.636
Minibús	47.931	47.941	47.947	47.950	48.255	48.202
Camioneta	35.608	36.702	37.746	38.743	40.278	41.230
Otros	140.043	148.629	156.848	164.715	176.521	184.064
TOTAL	475.239	497.146	518.426	539.096	566.333	586.489

Fuente: Elaboración propia

4.5 CARACTERÍSTICAS DEL USO DE NEUMÁTICOS ACORDE AL PARQUE AUTOMOTOR

Para determinar el volumen de neumáticos fuera de uso desechados en La Paz de acuerdo a consulta en puntos de venta de neumáticos, llanterías y servitecas, se establece las siguientes características.

4.5.1 Características de uso de neumáticos en vagonetas

A pesar de estar registradas en su gran mayoría en la categoría de privado, son en su mayoría destinadas al servicio público, este tipo de vehículo presenta las siguientes características de uso.

- La reposición de los 4 neumáticos se realiza al menos una vez al año, este proceso se realiza de manera parcial es decir tienden a cambiar de a una o 2 llantas a la vez, no en su totalidad, siendo esta una practica común.
- Los neumáticos que utilizan corresponden en su mayoría al diámetro del aro 13 y aro 14.
- No son neumáticos recauchutables, por ende son desechados después de su uso.
- Derivan la responsabilidad de la disposición final a los centros de cambio de neumáticos.
- En el servicio publico su uso esta extendido a taxis y trufis en el área urbana.

Es de alta relevancia para el proyecto, considerar las características de las vagonetas, puesto que son el vehículo con mayor preponderancia en el parque automotor.

4.5.2 Características de uso de neumáticos en automóviles

Esta categoría reúne vehículos de tipo particular y público, recordando que dentro de esta categoría se observa además los de tipo deportivo.

Los automóviles son de uso extendido sobre todo en la categoría particular,

La reposición de neumáticos se realiza al menos una vez al año, también es de manera parcial pero tienden a cambiar por eje, es decir de a 2 llantas a la vez.

- Los neumáticos que utilizan corresponden en su mayoría al diámetro del aro 13 y pueden ser hasta aro 16 (sobre todo en deportivos).
- Los propietarios que adquieren este tipo de vehículos desechan los neumáticos después de su uso, no son llevados a recauchutaje.
- Derivan la responsabilidad de la disposición final a los centros de cambio de neumáticos.

En esta categoría se observan neumáticos todo terreno y de alta resistencia a la velocidad y temperatura a diferencia de las vagonetas.

4.5.3 Características de uso de neumáticos en minibuses

Esta categoría representa sobre todo vehículos destinados al servicio público, pero paradójicamente la mayoría se halla registrado como particular, esto dentro de los registros del RUAT, dentro de esta categoría se enmarcan además los carries, o minibuses pequeños.

La reposición de neumáticos se realiza al menos 2 veces al año, es un proceso de reposición por etapas, es decir de 1 a 2 llantas a la vez.

- Los neumáticos que utilizan corresponden en su mayoría al diámetro del aro 13 y pueden ser hasta aro 15 (en minibuses grandes).
- Los propietarios de este tipo de vehículos desechan los neumáticos después de su uso, no son llevados a recauchutaje.
- Derivan la responsabilidad de la disposición final a los centros de cambio de neumáticos.

En esta categoría se observan neumáticos inapropiados para la capacidad de carga de estos vehículos, caso extremo que se revisara en otro acápite.

4.5.4 Características de uso de neumáticos en camionetas

Corresponden primordialmente a la categoría de servicio privado, su uso está extendido sobre todo para transporte de carga media, hasta de 2 toneladas.

Su uso se ha visto extendido dentro del parque automotor “oficial”, siendo prioritario su manejo por alcaldías y gobernaciones a nivel nacional.

- La reposición de los 4 neumáticos se realiza al menos una vez al año, este proceso se realiza de manera parcial por ejes, es decir por pares.
- Los neumáticos que utilizan estos vehículos, corresponden en su mayoría al aro de diámetro 16.
- Los propietarios no llevan los neumáticos a recauchutaje, por ende son desechados después de su uso.
- La responsabilidad de la disposición final recae en los centros de cambio de neumáticos.

Las camionetas representan un tipo de vehículo con factores importantes, relativos a carga, y uso para viajes de distancia corta y media, siendo extendido su uso para trabajos oficiales

4.5.5 Características de uso de neumáticos en transporte pesado

Este tipo de vehículos es una categoría con tratamiento especial, puesto que el tipo de neumáticos de uso es verificado en la ciudad de El Alto, sobre todo, para cumplir normativas de tránsito en países vecinos donde se destina exportaciones, como ser Perú y Chile.

- Cuentan desde 4 hasta 16 neumáticos, de acuerdo a la capacidad de carga.
- Los neumáticos que utilizan estos vehículos, corresponden en su mayoría al aro de diámetro 16.
- Este tipo de neumáticos son llevados a empresas de recauchutaje, sobre todo a la Recauchutadora CHASQUI, especializada en este campo.
- Otro tipo de vehículos que tienen tratamiento similar a transporte pesado, es el relacionado a los micros y colectivos de transporte público.
- La disposición final es indiscriminada e irresponsable, al no ser aceptadas en los centros de cambio, son arrojados en el camino o botaderos clandestinos.

4.6 PRONOSTICO DE NEUMATICOS FUERA DE USO DESECHADOS EN LA PAZ

De acuerdo a la proyección del parque automotor vehicular, considerando un cambio de al menos un juego de neumáticos por año, se puede establecer la existencia fuera de uso de los mismos.

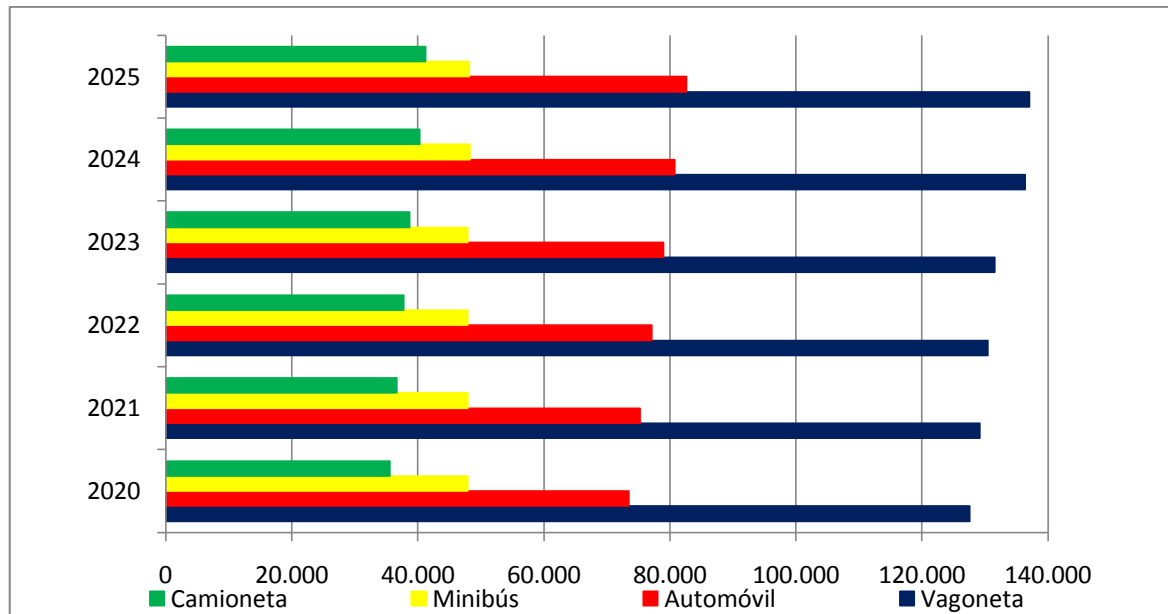
Cuadro 4.13 – Proyección de NFU (Unidades) en La Paz (2014 al 2025)

VEHICULO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Vagoneta	434.049	453.386	469.409	482.685	493.686	502.802
Automóvil	249.826	257.164	264.502	271.840	279.178	286.516
Minibús	187.293	189.472	190.600	191.184	191.486	191.642
Camioneta	111.395	117.191	122.723	128.001	133.038	137.844
Otros	319.356	364.004	406.742	447.651	486.810	524.293
TOTAL	1.318.186	1.422.504	1.523.834	1.622.263	1.717.872	1.810.744
VEHICULO	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Vagoneta	510.355	516.613	521.799	526.096	545.604	548.088
Automóvil	293.854	301.192	308.530	315.868	323.206	330.544
Minibús	191.723	191.765	191.787	191.798	193.020	192.807
Camioneta	142.431	146.808	150.985	154.971	161.114	164.920
Otros	560.173	594.517	627.392	658.861	706.086	736.257
TOTAL	1.900.955	1.988.584	2.073.702	2.156.383	2.265.331	2.345.956

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los datos de relevamiento podemos plantear la tendencia de crecimiento relacionado al tipo de vehículo, esto permitirá establecer las características de peso por número de aro.

Grafico 4.2 – Pronostico de neumáticos fuera de uso en La Paz (Gestión 2014-2025)



Fuente: Elaboración propia

Los sistemas municipales de recojo, y los acopiadores artesanales, no logran aprovechar más del 30% de los NFU, es así que considerando un índice de 70% de acumulación se obtiene la siguiente proyección.

Cuadro 4.14 – Proyección de acumulación de Neumáticos fuera de uso (2014 al 2025)

VEHICULO	2014	2015	2016	2017	2018	2019
TOTAL	1.318.186	1.422.504	1.523.834	1.622.263	1.717.872	1.810.744
ACUMULADO		1.918.483	2.985.167	4.120.750	5.323.261	6.590.782
VEHICULO	2020	2021	2022	2023	2024	2025
TOTAL	1.900.955	1.988.584	2.073.702	2.156.383	2.265.331	2.345.956
ACUMULADO	7.921.450	9.313.459	10.765.050	12.274.519	13.860.251	15.502.420

Fuente: Elaboración propia

Esto significa que al ritmo de acumulación presente, se tendrá una existencia de más de 15 millones y medio de NFU, desechados para el 2025.

4.7 ANÁLISIS DE LA DEMANDA DE GCR

El grano de caucho reciclado (GCR) corresponde a partículas de caucho obtenidas del reciclaje de llantas.

El cemento asfáltico modificado con grano de caucho reciclado es un ligante hidrocarbonado resultante de la mezcla de cemento asfáltico, grano de caucho reciclado (GCR) y eventualmente, otros aditivos que se requieran para utilizar el ligante en trabajos de pavimentación.

Los clientes potenciales se hallan en la industria del asfalto, pues representa una enorme ventaja al disminuir costos asociados a la pavimentación de carreteras, sobre todo relacionados a costos por mantenimiento de vía.

Las empresas dedicadas a la implementación, construcción y mantenimiento de canchas y parques con césped sintético, son consumidores directos del caucho obtenido del proceso de reciclaje.

4.7.1 Productos Sustitutos

Al momento del presente estudio, no existen empresas que se dediquen a la recolección de neumáticos y que ejecuten el proceso de pulverización y separación técnica de sus componentes de las mismas en ninguna de las ciudades.

Actualmente las empresas de producción de asfalto utilizan polímeros como sustitutos de la llanta pulverizada, normalmente importados, los cuales son significativamente más costosos que el producto que se pretende producir.

4.7.2 Productos Complementarios

Con el proyecto se considera a mediano plazo (3 años de horizonte), crear proveer y apoyar a la industria de fabricantes de artículos varios hechos a presión, para vehículos, como ser, mangueras bandas para frenos, tapetes, cajas para batería y otros además de artículos para zapatería como suelas y tacones.

Se considera también la creación y provisión de materia prima para la industria de las baldosas y pisos de caucho, además de productos derivados de la misma como cobertura de techos, fabricación de reductores de velocidad, pisos antideslizantes, etc.

Características propias del Grano de Caucho Reciclado (GCR)

El diferenciador del proyecto es el producto como tal que se pretende producir, pues no existe en La Paz o el Alto, una empresa que transforme la llanta usada en caucho pulverizado, el cual tiene propiedades que otros polímeros no pueden darle al asfalto y las diversas aplicaciones constructivas del mismo, por lo tanto el proyecto es innovador.

4.7.3 Mercado Potencial

El mercado potencial está constituido por:

1. Las empresas dedicadas al asfaltado de vías y carreteras sobre todo la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC).
2. Las empresas inmersas en el cuidado y mantenimiento del asfaltado en vías de tránsito.
3. Las empresas avocadas a la implementación y mantenimiento de superficies con césped sintético.
4. Las nuevas empresas que se implementen para aprovechar el Grano de Caucho reciclado (GCR), para el mejoramiento de áreas de esparcimiento, como ser, para la elaboración de baldosas y otros subproductos descritos anteriormente.
5. Las industrias que dentro de sus procesos productivos utilicen el caucho de neumático como materia prima o material complementario.

4.7.4 PLAN ESTRATÉGICO INSTITUCIONAL VÍAS BOLIVIA 2015-2020

La Administradora Boliviana de Carreteras (ABC) tiene como Misión institucional la integración nacional, mediante la planificación y gestión de la Red Vial Fundamental (RVF) las cuales comprenden actividades de: Planificación, administración, estudios y diseños, construcción, mantenimiento, conservación y operación de la RVF y sus accesos, en el Marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y de la gestión pública con el fin de contribuir al logro de los servicios de transporte terrestre eficientes, seguros y económicos.

Enmarca su tarea en la planificación, gestión, construcción, conservación vial y obras medioambientales, a lo largo de 16.054,35 kilómetros que tiene la Red Vial Fundamental de Bolivia, en el marco del Plan Nacional de Desarrollo (PND) y de la gestión pública del nuevo Estado Plurinacional, con la finalidad de tener carreteras seguras y modernas en beneficio de todos los bolivianos.

Red Vial fundamental

En ese sentido y por mandato, una de las actividades más importantes que la ABC efectúa de forma primordial es la Conservación Vial de la red de carreteras que conforma la Red Vial Fundamental, cuyos recursos son gestionados principalmente a través del cobro de peajes.

La Red Vial Fundamental tiene una longitud de 16.209 kilómetros.

Descontando los tramos urbanos, los tramos en construcción y/o licitación, actualmente están dentro del programa de conservación vial los restantes 15.849,11.

De acuerdo a los datos con ejecución realizada, en la gestión 2013, se tienen un total 14.694,72 kilómetros

Para realizar de manera global el Análisis de los Costos de la Conservación Vial por Tramo según Tipo de Intervención, según el Manual de Diseño Técnico de la ABC, se han ejecutado 1.223.017.131,41 en 14.694,72 kilómetros efectivos.

Esto nos da un Costo de Conservación Anual por Kilómetro de la Red Vial Fundamental de Bs. 83.228,90.

Plan quinquenal de construcción de carreteras

El gobierno, a través de la Administradora boliviana de carreteras (ABC), ha hecho conocer que en los próximos cinco años, comprendidos entre el 2015 y 2020, el estado invertirá en construcción de carreteras y nuevos proyectos viales, entre las que se cuenta las doble vías del eje central, puentes de gran magnitud y corredores viales, alrededor de 10.013 Millones de \$us.

Totalizando una extensión nueva de 5.217 Km. de longitud a la red vial fundamental para el quinquenio 2015 al 2020 y una proyección de incremento del 15% para el quinquenio 2020 al 2025.

Para una mejor comprensión del contexto, podemos decir que los Bs. 83.867,63 son para las actividades de mantenimiento rutinario que se realizan cada año y los \$us. 127.798 que son para el programa puesta a punto representarían el mantenimiento periódico que se necesita en la carretera para alargar su vida útil y que se debe realizar aproximadamente entre cada 5 a 7 años, según el mantenimiento que se la haya estado brindando.

4.7.5 Demanda potencial de grano de caucho en Asfaltos

Para el cálculo de la demanda potencial de grano de caucho, consideraremos dos opciones, para la primera se debe partir del hecho que se colocan carpetas asfálticas de entre 1 y 4 pulgadas en condiciones normales.

La dosificación de la mezcla será considerando una densidad Bulk asfáltica de 2.3 Ton/m³ como valor promedio.

Para el análisis tendremos una diferenciación de 1 plg. para mantenimiento de carpetas asfálticas y de 4 pulgadas para carpetas asfálticas nuevas, esto en condiciones normales.

Según datos del Instituto Nacional de Estadística (INE), el sector de la construcción, de enero a septiembre de 2014, creció en 8,58%, impulsado principalmente por Santa Cruz y luego por Cochabamba y La Paz.

De acuerdo con datos de la Cámara Boliviana de la Construcción, facilitados a Página Siete, el crecimiento de la construcción en La Paz en 2014 fue de 9%,

4.8 PROYECCIÓN DE LA DEMANDA

4.8.1 GCR en nuevas carreteras

De acuerdo al plan quinquenal 2015-2020, se establece la construcción de 5.217 Km. de nuevas carreteras.

Para el quinquenio 2020 al 2025, el plan estratégico establecido en la Agenda patriótica 2025, considera un incremento del 15% de la cobertura, es decir 6.000 Km. de extensión nueva.

Cuadro 4.15 –Longitud de carretera para el periodo 2016–2025 (Km.)

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
Carretera (Km)	1043	1043	1043	1043	1043
Periodo	2021	2022	2023	2024	2025
Carretera (Km)	1200	1200	1200	1200	1200

Fuente: Plan estratégico de la Administradora Boliviana de carreteras (ABC)

Considerando un kilometro de carretera de 6 mts. de ancho y espesor de 3 plg. podemos determinar el volumen requerido de asfalto.

Longitud (m)	ancho (m)	espesor (m)	Volumen (m3)
1000	6	0,00762	45,72

Para cálculo de la dosificación se considera una densidad Bulck de 2,3 ton/m³, con esto obtenemos 105 ton de asfalto por Km lineal.

Siendo la dosificación recomendada el 4%, nuestro requerimiento es de 4,2 Ton (GCR)/Km. Además estimando una cobertura de mercado del 30% obtenemos.

Cuadro 4.16 - Demanda de GCR para asfaltado de nuevas carreteras 2016-2025 (Ton)

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
GCR (Ton)	1.317	1.317	1.317	1.317	1.317
Periodo	2021	2022	2023	2024	2025
GCR (Ton)	1.514	1.514	1.514	1.514	1.514

Fuente: Elaboración propia con base a plan quinquenal de la ABC

4.8.2 GCR para mantenimiento de carreteras

Según datos oficiales de la ABC, en el plan quinquenal se debe realizar el mantenimiento a 14.694,72 kilómetros efectivos.

Para lograr este propósito la ABC a determinado un Costo de Conservación Anual por Kilómetro de la Red Vial Fundamental de Bs. 83.228,90 para los 14.694.72 Km.

Considerando por referencias constructivas que el 60% se destina a la compra de asfalto obtenemos 49.937 Bs. por Kilometro.

El costo de la Tonelada de asfalto de acuerdo a datos de la ABC y corroborando con la CABOCO (Cámara Boliviana de la Construcción), es de 9.611 Bs, a octubre de 2015, por tanto se licita para compra un promedio de 5,2 Ton/Km.

Para la proyección de los requerimientos de asfalto para mantenimiento se considera la tasa de crecimiento de la construcción del 9% determinado por el INE.

Cuadro 4.17 - Requerimiento de asfalto para mantenimiento de vías 2016-2025

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
Asfalto (Ton)	16.017	17.459	19.030	20.743	22.610
Periodo	2021	2022	2023	2024	2025
Asfalto (Ton)	24.645	26.863	29.280	31.915	34.788

Fuente: Elaboración propia con base a plan quinquenal de la ABC

El mantenimiento promedio de la capa asfáltica con ligantes convencionales, se da entre los 5 y 7 años.

Experiencias en otros países como Estados Unidos, España y Colombia han establecido que el asfalto modificado con GCR, requiere mantenimiento a partir del año 8 a 10, es decir con mayor rendimiento que el asfalto convencional.

Para el mantenimiento de capa asfáltica se recomienda una dosificación de entre el 8% y 12% de GCR, por tanto con un promedio de 10%, obtenemos el requerimiento proyectado.

La cobertura de mercado para mantenimiento de vías será el mismo proyectado para la construcción de nuevas vías, es decir 30% del crecimiento estimado para la construcción.

Cuadro 4.18 - Requerimiento proyectado de GCR para mantenimiento 2016-2025

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
GCR (Ton)	481	524	571	622	678
Periodo	2021	2022	2023	2024	2025
GCR (Ton)	739	806	878	957	1.044

Fuente: Elaboración propia con base a plan quinquenal de la ABC

4.8.3 GCR para áreas de esparcimiento municipal

La Organización Mundial de la salud (OMS), propuso un parámetro mínimo de 9 m² y un óptimo de 12 m² por habitante en áreas urbanas, es decir áreas destinadas al esparcimiento físico y relajamiento mental, como ser parques y otros espacios públicos o privados que cumplan esta condición.

Según el observatorio “Como vamos La Paz” se tiene un valor de 2,42 m² por habitante.

4.8.4 GCR para nuevas áreas de esparcimiento

Para el cálculo se considera una población de 764.617 habitantes para La Paz y 903.080 habitantes para la ciudad de El Alto.

El calculo estimado de las áreas de esparcimiento, será resultado de multiplicar la población por ciudad con el indicador (2.42), por tanto las areas de esparcimiento para la gestión 2015 ascienden a 1.682.157 m² para la ciudad de La Paz y 1.986.776 m² para el Alto.

La proyección del crecimiento de áreas de esparcimiento será calculado en función del año base con una tasa de crecimiento del 9%.

La tasa de crecimiento del 9% está establecida para el presente periodo para nuestras ciudades por el INE y se proyecta que la misma se mantenga constante o se incremente debido a la inversión pública.

Cuadro 4.19 - Proyección de áreas destinadas a esparcimiento (m²) (2016-2025)

	2016	2017	2018	2019	2020
Áreas Esparcimiento La Paz	151.394	165.020	179.871	196.060	213.705
Áreas de El Alto	178.810	194.903	212.444	231.564	252.405
TOTAL	330.204	359.922	392.315	427.624	466.110
	2021	2022	2023	2024	2025
Áreas La Paz	232.939	253.903	276.754	301.662	328.812
Áreas de El Alto	275.121	299.882	326.871	356.290	388.356
TOTAL	508.060	553.785	603.626	657.952	717.168

Fuente: Elaboración propia con base a datos del observatorio "La Paz- como vamos"

http://lapazcomovamos.org/olcv/medio_habitat_detalle/2/

Puesto que dentro el área de esparcimiento se consideran tanto los públicos como privados, una cobertura del 25% de las nuevas áreas de esparcimiento a construir en nuestras ciudades.

El factor de proyección será del 9%, determinado como la relación de crecimiento del sector de la construcción por el INE.

Cuadro 4.20 – Cobertura estimada de nuevas áreas de esparcimiento (m²)

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
(25%) Área de esparcimiento (m ²)	82.551	89.981	98.079	106.906	116.527
Periodo	2021	2022	2023	2024	2025
(25%) Área de esparcimiento (m ²)	127.015	138.446	150.906	164.488	179.292

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a normas internacionales, se debe procesar 20 Kg. de caucho reciclado por m² para colocación de pisos, es decir 0.02 Ton/m².

Cuadro 4.21 – Requerimiento de GCR para las nuevas áreas de esparcimiento (Ton)

Periodo	2016	2017	2018	2019	2020
GCR(Ton)	1.651	1.800	1.962	2.138	2.331
Periodo	2021	2022	2023	2024	2025
GCR(Ton)	2.540	2.769	3.018	3.290	3.586

Fuente: Elaboración propia

4.8.5 GCR para recubrir y mejorar áreas de esparcimiento

Como dato base consideramos 1.682.157 m² de áreas de esparcimiento para la ciudad de La Paz, mientras que para la ciudad de El Alto la base de cálculo es de 1.986.776 m². La tasa de reposición y mejoramiento estimada es de 5%, por ser el mínimo presupuestado para mantenimiento.

Cuadro 4.22 – Estimación de la cobertura del área de esparcimiento para mejora (m²)

	2016	2017	2018	2019	2020
La Paz (m ²)	84.108	79.902	75.907	72.112	68.506
El Alto (m ²)	99.339	94.372	89.653	85.171	80.912
TOTAL	183.447	174.274	165.561	157.283	149.418
	2021	2022	2023	2024	2025
La Paz (m ²)	65.081	61.827	58.736	55.799	53.009
El Alto (m ²)	76.866	73.023	69.372	65.903	62.608
TOTAL	141.948	134.850	128.108	121.702	115.617

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a normas de seguridad, se debe procesar 20 Kg. De caucho reciclado por m² de cobertura, es decir 0.02 Ton/m²

Cuadro 4.23 - Requerimiento de GCR para mejoramiento de áreas (Ton)

	2016	2017	2018	2019	2020
La Paz GCR (Ton)	1.682	1.598	1.518	1.442	1.370
El Alto GCR (Ton)	1.987	1.887	1.793	1.703	1.618
TOTAL	3.669	3.485	3.311	3.146	2.988
	2021	2022	2023	2024	2025
La Paz GCR (Ton)	1.302	1.237	1.175	1.116	1.060
El Alto GCR (Ton)	1.537	1.460	1.387	1.318	1.252
TOTAL	2.839	2.697	2.562	2.434	2.312

Fuente: Elaboración propia

4.8.6 Demanda potencial total

Considerando los cuatro datos estadísticos

Cuadro 4.24 –Proyección de la demanda de GCR 2016-2025 (Ton)

	2016	2017	2018	2019	2020
Carreteras nuevas (Ton. de GCR)	1.646	1.646	1.646	1.646	1.646
Mant. de carreteras (Ton. de GCR)	481	524	571	622	678
Reposición áreas de esparcimiento (Ton. de GCR)	3.669	3.485	3.311	3.146	2.988
Áreas de esparcimiento nuevas (Ton. de GCR)	1.651	1.800	1.962	2.138	2.331
TOTAL	7.446	7.455	7.489	7.552	7.643

Cuadro 4.24 –Proyección de la demanda de GCR 2016-2025 (Ton)

	2021	2022	2023	2024	2025
Carreteras nuevas (Ton. de GCR)	1.893	1.893	1.893	1.893	1.893
Mant. de carreteras (Ton. de GCR)	739	806	878	957	1.044
Reposición áreas de esparcimiento (Ton. de GCR)	2.839	2.697	2.562	2.434	2.312
Áreas de esparcimiento nuevas (Ton. de GCR)	2.540	2.769	3.018	3.290	3.586
TOTAL	8.011	8.164	8.351	8.574	8.834

Fuente: Elaboración propia

Por tanto relacionando la oferta del proyecto con la demanda estimada, podemos establecer la cobertura.

Cuadro 4.25 - Cobertura estimada del proyecto (2016-2025)

	2016	2017	2018	2019	2020
OFERTA	2.566	2.648	2.726	2.800	2.872
DEMANDA	7.446	7.455	7.489	7.552	7.643
COBERTURA	34%	36%	36%	37%	38%
	2021	2022	2023	2024	2025
OFERTA	2.942	3.010	3.076	3.168	3.232
DEMANDA	8.011	8.164	8.351	8.574	8.834
COBERTURA	37%	37%	37%	37%	37%

Fuente: Elaboración propia

CAPITULO 5**TAMAÑO Y LOCALIZACION**

El tamaño del proyecto, esta referido a la proyección de la cobertura del parque automotor en La Paz.

El dimensionamiento será en función de una capacidad de almacenamiento para 3 meses de autonomía de producción, esto velando las convulsiones sociales propias de nuestro departamento.

La ubicación, será definida en relación al requerimiento físico del tamaño de la planta de producción, referenciadas a la demanda de crecimiento del parque automotor.

5.1 TAMAÑO DEL PROYECTO

La determinación del tamaño de la fábrica de reciclaje, está condicionado al nivel de recepción de llantas por reciclar.

Es decir se deberá considerar la cantidad de llantas que se necesite procesar de acuerdo a la proyección y cobertura determinada para este proyecto.

De esta forma se establecerá el espacio suficiente para la maquinaria y el bodegaje de las llantas, además del requerimiento de áreas de apoyo y seguridad industrial.

Cuadro 5.1 – Proyección del parque automotor en La Paz 2016 al 2020

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020
Vagoneta	117.352	120.671	123.422	125.700	127.589
Automóvil	66.126	67.960	69.795	71.629	73.464
Minibús	47.650	47.796	47.871	47.911	47.931
Camioneta	30.681	32.000	33.259	34.461	35.608
Camión bus	29.797	30.929	32.061	33.192	34.324
Otros	89.353	106.209	123.061	139.793	156.324
TOTAL	380.959	405.566	429.468	452.686	475.239

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 5.1 (C) – Proyección del parque automotor en La Paz 2021 al 2025

VEHICULO	2021	2022	2023	2024	2025
Vagoneta	129.153	130.450	131.524	136.401	137.022
Automóvil	75.298	77.133	78.967	80.802	82.636
Minibús	47.941	47.947	47.950	48.255	48.202
Camioneta	36.702	37.746	38.743	40.278	41.230
Camión bus	35.456	36.587	37.719	38.850	39.982
Otros	172.596	188.563	204.194	221.746	237.417
TOTAL	497.146	518.426	539.096	566.333	586.489

Fuente: Elaboración propia

Para el volumen de neumáticos a procesar, se considera un cambio de neumáticos por año, y el porcentaje de cobertura estimado, de acuerdo al tipo de vehículo es el siguiente:

Cuadro 5.2 – Estimación de Recuperación de NFU por tipo de vehículo

Vehículo	Cobertura
Vagoneta	25%
Automóvil	25%
Minibús	25%
Camioneta	25%
Camión bus	25%

Fuente: Elaboración propia

La recolección de neumáticos fuera de uso (NFU), no es un proceso “directo”, puesto que el acopio es realizado por llanterías, servitecas y otros, que brindan este servicio a los conductores y propietarios de los vehículos, que son los generadores de estos desperdicios.

Por tanto, los porcentajes de cobertura, fueron estimados en función de recolectar, acopiar y procesar 1 neumático por vehículo, al año de acuerdo al siguiente detalle:

Considerando una cobertura del proyecto del 25%, de los neumáticos fuera de uso del departamento de La Paz, se establece la siguiente proyección:

Cuadro 5.3 –Proyección de las unidades de NFU a procesar por tipo de vehículo

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020
Vagoneta	117.352	120.671	123.422	125.700	127.589
Automóvil	66.126	67.960	69.795	71.629	73.464
Minibús	47.650	47.796	47.871	47.911	47.931
Camioneta	30.681	32.000	33.259	34.461	35.608
Camión bus	44.696	46.393	48.091	49.788	51.486
TOTAL	306.504	314.821	322.438	329.489	336.077
VEHICULO	2021	2022	2023	2024	2025
Vagoneta	129.153	130.450	131.524	136.401	137.022
Automóvil	75.298	77.133	78.967	80.802	82.636
Minibús	47.941	47.947	47.950	48.255	48.202
Camioneta	36.702	37.746	38.743	40.278	41.230
Camión bus	53.183	54.881	56.578	58.276	59.973
TOTAL	342.278	348.156	353.761	364.012	369.063

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Tamaño de la planta

De acuerdo a la proyección, la planta debe tener la capacidad para albergar y procesar 306,504 neumáticos al año, es decir 29,755 neumáticos por mes.

Para establecer el volumen ocupado por los neumáticos se debe considerar que son objetos indeformables para su almacenamiento, por esto para un cálculo correcto solo se considera el diámetro externo y no así la diferencia con el diámetro interno.

El cálculo del diámetro externo de cada neumático será de acuerdo a la nomenclatura correspondiente al número de aro, por tanto la fórmula establecida es la siguiente:

$$\text{Radio externo (175/70 R13)} = (17,5 \times 0,7) \text{cm} + (13 \times 2,54) \text{cm} = 28,76 \text{ cm.}$$

Con estas consideraciones calculamos el volumen de neumáticos fuera de uso (NFU) desechados en el Departamento de La Paz.

Cuadro 5.4 – Volumen desechado de NFU en La Paz por número de aro

	Numero Aro	Vol. NFU (m ³ /Unid)	NFU. Anual (Unid.)
Auto	R13	0,045	66.126
Minibús	R14	0,055	47.650
Vagoneta y camionetas	R16	0,100	148.033
Camión	R22.5	1,727	44.696
TOTAL			306.504

Fuente: Elaboración propia

Se considera, que del volumen total (cuadro 5.4), la planta tendrá una cobertura del 25% de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU), para ser procesados por el proyecto.

Cuadro 5.5 – Volumen total de NFU a procesar por el proyecto

	COBERTURA DEL PROYECTO (25%)		
	NFU anual Unidades	NFU mensual Unidades	Vol. Mensual (m ³)
Auto	16.531	1.378	63
Minibús	11.913	993	54
Vagoneta y camionetas	37.008	3.084	308
Camión	11.174	931	1.608
	76.626	6.386	2.033

Fuente: Elaboración propia

Para el cálculo del volumen se reagrupó el número de neumáticos proyectado acorde al aro más utilizado por el tipo de vehículo.

El número de aro R22,5 corresponde tanto a microbuses como a vehículos de transporte pesado, considerando además los interprovinciales.

5.1.2 Tamaño del depósito

El depósito de la planta deberá tener un tamaño mínimo equivalente a un mes de almacenamiento, es decir 2032.73 m³.

La altura de los neumáticos no puede exceder los 3 mts.

Por tanto las dimensiones serán de 43 mts. de largo y 17,5 mts. de ancho.

Con las anteriores condiciones, el volumen total del depósito es de 2257,5 m³.

El volumen considera una holgura del 11%, como previsión, debido a las esquinas redondeadas de los neumáticos.

5.2 LOCALIZACION

El punto Clave de este proyecto, al ser su materia prima los desechos de otros negocios o de personas que no tienen donde deshacerse de sus llantas, se maneja llegando a un acuerdo con estos negocios para recolectar semanal o mensualmente dependiendo de la demanda, y recogiendo de calles y aceras de las ciudades de La Paz y El Alto las llantas que han sido abandonadas.

5.2.1 Factores de localización

Materia Prima

En el estudio de la disponibilidad de la materia prima se considera la regularidad de abastecimiento en función de las rutas de recolección de los sistemas municipales de limpieza.

En la ciudad de La Paz, se cuenta con 5 puntos de recolección, San Pedro, Llojeta, Alto Tejar, Villa Fátima y Obrajes, mientras en la ciudad de El Alto, los negocios relacionados a la venta, reparación y cambio de neumáticos, se focalizan en la Av. 6 de marzo, donde además se registra flujo de vehículos de transporte pesado.

Mano de obra

La cercanía del mercado laboral adecuado es un factor predominante en la elección de la ubicación, en este aspecto tanto la ciudad de La Paz como la ciudad de El Alto, cuentan con mano de obra calificada y semi calificada, desde un aspecto técnico, con la capacidad de administrar, ejecutar, controlar y supervisar, la cadena productiva.

Técnica y tecnología

En ambos municipios existe la disponibilidad de servicios públicos, agua, teléfono, vialidad y sistemas municipales de eliminación de desechos.

5.2.2 Macro localización

La disponibilidad y costos de terreno para cubrir las necesidades iniciales y el posible crecimiento es un factor determinante, para la localización de las instalaciones. En este análisis se realizaron consideraciones sobre la topografía, posibilidad de utilización de edificios existentes y costo de construcción.

La cercanía a sectores productivos, que utilizan esta materia prima, es uno de los factores predominantes para el establecimiento y montaje de las instalaciones.

Ventajas competitivas empresariales e impositivas propias del municipio que incentivan inversiones productivas, de acuerdo a las consideraciones planteadas, podemos establecer que la planta debe realizar sus operaciones en la ciudad de El Alto.

5.2.3 Micro localización

Considerando las características del municipio de El Alto, planteadas en la macro localización, y teniendo en cuenta que el crecimiento poblacional urbano es uno de los más predominantes del país, el área periurbana central se encuentra descartada, por el costo que tendrían las dimensiones requeridas para la planta.

Por tanto en apego a normativas vigentes y ventajas competitivas, se ve por conveniente instalar la planta en el parque industrial de Kallutaka.

CAPITULO 6**INGENIERIA DEL PROYECTO**

Dentro de la ingeniería del proyecto, se realiza el estudio técnico, para describir el proceso de producción, las especificaciones técnicas de la maquinaria y equipo, el personal requerido y el Layout de las instalaciones.

En la descripción del proceso de producción, se establece las características de los procesos de manera secuencial en 4 etapas.

En maquinaria y equipo, se detalla los requerimientos técnicos para un sistema tipo Eco, esto determina un volumen de producción de 1 ton/hora. Para un diámetro máximo de neumático de 1,2 metros. Es decir neumáticos hasta R22,5 que son los utilizados por transporte público, interprovincial de pasajeros y mercadería.

De esta forma y en función de la maquinaria y equipo, se puede establecer los requerimientos en mano de obra, y la distribución en planta.

6.1. PROCESO DE PRODUCCION

El proyecto, tiene como finalidad la recuperación de granulo de caucho proveniente de los neumáticos de vehículos particulares y públicos, para su reutilización y conversión en un material de mayor calidad.

Por motivos ecológicos se ha elegido un procedimiento de trituración mecánica compatible con el medio ambiente.

La instalación corresponde a una planta destinada a la recuperación de neumáticos fuera de uso (NFU) bajo el sistema ECO, para el procesamiento nominal de 2 ton/h, con tamaño final del granulado de caucho menor a 4mm.

Para una mejor comprensión del proceso de producción dividiremos al mismo en cuatro etapas diferenciadas: Recepción y destalonado, triturado, separación de componentes, Micronizado y almacenaje.

6.1.1 Recepción, limpieza y extracción del aro

Recepción de Neumáticos Fuera de Uso (NFU)

El proceso empieza cuando las llantas llegan desde los diferentes puntos u opciones de recolección hasta la planta de procesamiento, donde éstas son almacenadas en un patio.

Limpieza

Lo que se busca en esta paso es limpiar las llantas y el material en general con agua a presión, ya que las llantas al llegar de los centros de acopio y botaderos, llegan llenas de suciedad, por lo tanto el objetivo al limpiarlas es deshacerse de las impurezas y la suciedad que pueda llegar a afectar al proceso en las etapas siguientes.

Una vez que las llantas se encuentren limpias y secas, pueden pasar a la siguiente etapa del proceso.

Extracción del aro del Neumático

Consiste en separar el centro de la llanta mecánicamente, esto se logra a través de dos sistemas de extracción.

El primer método de extracción es a través de un mecanismo extrusor, que “jala” el acero del centro del aro, es un sistema de tipo hidráulico que permite retirar la parte metálica del Neumático.

El segundo es un sistema de corte conocido como “cable de quemadura leve”, que es un equipo más liviano, que corta directamente la parte central del neumático.

6.1.2 Triturado y Granulado

Triturado

La sección de pre-triturado comprende una cortadora rotativa que opera eficientemente y una criba de disco con retorno del grano grueso.

La cortadora rotativa, es muy potente y está específicamente diseñada para el troceado de neumáticos usados.

Este sistema es recomendado y se ha utilizado mundialmente desde 1992 con gran éxito y fiabilidad en el ámbito del troceado de neumáticos.

Se debe poder cambiar los árboles porta cuchillas al completo, con lo que se logra que los tiempos de inactividad de la máquina sean muy breves.

Los neumáticos son conducidos a la tolva del módulo de corte, donde se trocean. El material troceado es aportado a una criba de disco por medio de una cinta transportadora.

Los trozos superiores a 150x150mm son retenidos y retornados de nuevo a la cortadora rotativa; los trozos más pequeños son conducidos a un vaciadero por otra cinta transportadora.

Desde aquí, son transportados a la sección de granulado.

Granulado

Esta sección consta principalmente, de dos eficientes granuladores y dos segmentos de corte paralelos de acción hidráulica.

Los granuladores también están específicamente diseñados para la granulación de neumáticos.

La pieza central del granulador, es el eje del rotor, conformado por diferentes piezas individuales, el resultado esperado es contar con un esbelto rotor, cuya energía de rotación pueda frenarse en caso de emergencias.

Las cuchillas están atornilladas a los soportes del rotor. Si se produce una avería, los soportes del rotor pueden reemplazarse sin tener que desmontar todo el eje.

Se debe verificar que se cuente con un embrague deslizante para separar el motor/eje y los cojinetes esféricos ubicados fuera de la cámara de corte.

Es recomendable contar con un eje de repuesto, puesto que esta es el área considerada crucial en el proceso.

Tras la segunda granulación y otra fase de separación de metales, el material es transportado a una cribadora, donde los materiales que tienen un tamaño inferior a los 4mm son retenidas para su descarga en el molino.

El resto es transportado a un molino cortador dotado de una criba con agujeros de 4mm para su molienda.

Para la protección del medio ambiente, los granuladores y los molinos de corte deben estar dotados de sistemas de extracción con una capacidad de aspirado de 5.000 m³/h.

Con ello se garantiza un entorno casi exento de polvo y, al mismo tiempo, se refrigeran los componentes de la instalación.

El sistema de filtrado se suministra en forma de cápsula a presión. Con este sistema de aspiración de polvo, se obtiene aire puro acorde con las prescripciones del Acta Alemana de Limpieza del Aire.

6.1.3 Separación de componentes metálicos y textiles

Separador magnético

El material que es aspirado del molino y aportado a un silo, es transportado dosificadamente por un canal de evacuación y depositado en un tambor magnético, para separar las partes de acero existentes en el flujo de material.

La cribadora esta instalada sobre amortiguadores de caucho anti-vibraciones que permite separar el flujo de material en sus 3 fracciones, es decir caucho, acero y fibra textil.

Aquí se debe realizar la primera separación de la línea de producción, la fracción de acero resultante del proceso será separada y almacenada en esta etapa.

De acuerdo a las características técnicas de la maquinaria, se puede contar con uno o dos separadores magnéticos, para obtener el grado de eficiencia en recuperación de acero, que debe ser superior al 99.5%.

Separador textil

La siguiente parte en el proceso será la separación de los textiles que permitirá extraer la pelusa del granulado.

Este proceso se realiza por soplado a través de un ciclón que permita separar las fibras textiles, como polvo, para su almacenaje final por separado.

6.1.4 Micronizado y almacenaje final

Micronizado

Al concluir con el proceso de separación magnética y textil, se cuenta con el producto granulado, que debe ser Micronizado.

Para esta etapa se debe contar con equipos micronizadores mixtos, de alimentación trifásica y trabajo hidráulico, para la operatividad estandarizada.

El número de equipos micronizadores será en función del volumen de producción nominal del proceso

Almacenaje final

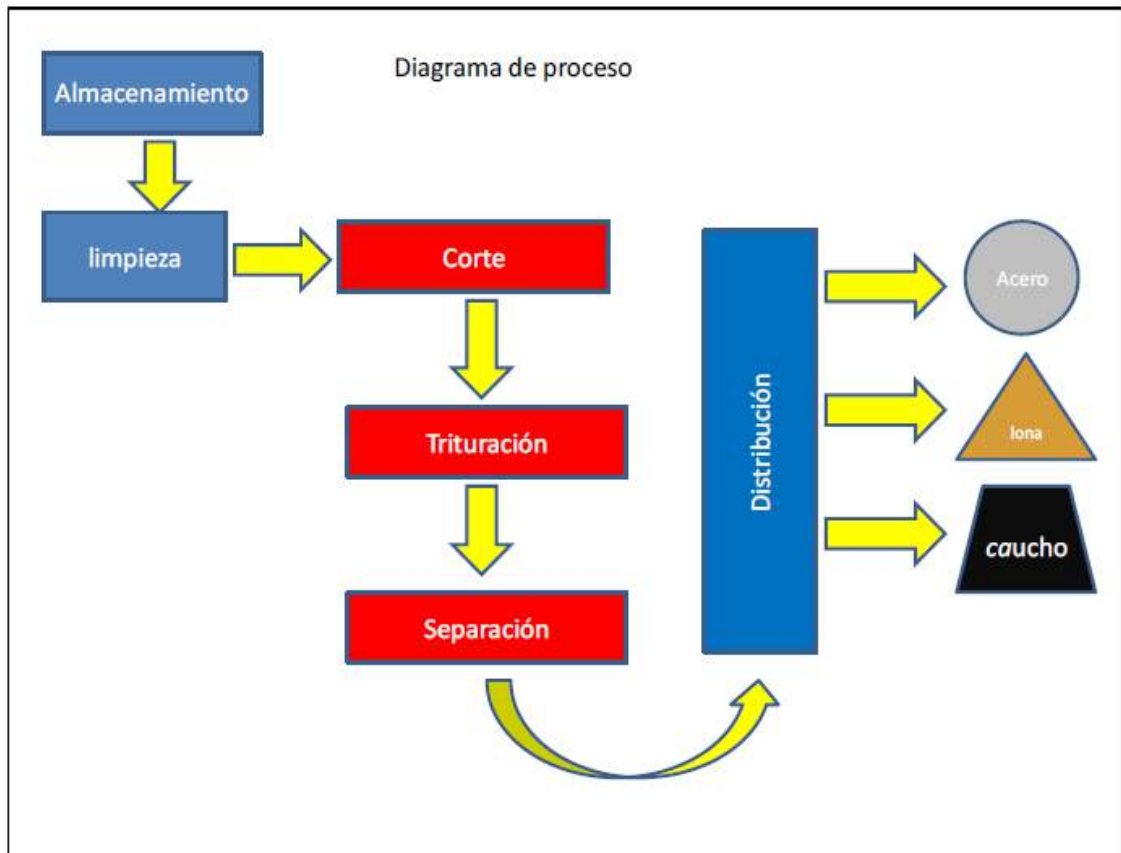
Finalmente el producto, grano de caucho reciclado GCR, será procesado por una criba vibrante y embolsado, de acuerdo al valor de Micronizado en recipientes de 50Kg y de una Tonelada.

CAUCHO: Este es el material que obtendremos en mayores cantidades, este caucho puede ser destinado a varias empresas, como de calzado, autopartes, fábrica de empaques, retenedores.

Sobre todo el polvo de caucho es un gran aditivo para la capa asfáltica además de canchas deportivas con césped sintético y losetas térmicas antideslizantes.

ACERO: Este residuo servirá para venderlo como chatarra, y volverlo a fundir.

FIBRA TEXTIL: Este material carece de valor económico directo.

Grafico 6.1 – Diagrama del proceso de producción

Fuente: Elaboración propia

6.2 MAQUINARIA Y EQUIPO.

6.2.1 Maquinaria para limpieza y extracción del aro de NFU

Destalonadora.

Esta máquina se utiliza para extraer el anillo de alambres de acero que se encuentra en el interior (en el talón) de la llanta de los vehículos.

Cada llanta cuenta con dos anillos, los cuales si no son extraídos, pueden comprometer seriamente la eficiencia de las fases sucesivas de la línea, debido a la dureza de los alambres de acero.

Grafico 6.2 - Destalonadora de neumáticos

Fuente: www.floplastics.com

LAVADO

Culminado el destalonado del aro del neumático, se procederá al lavado con agua a presión y un compuesto químico de limpieza.

Para el lavado requerimos una bomba de agua a presión, para lo cual se ha seleccionado una bomba de alta presión.

Esta es una máquina muy versátil y nos brinda la presión necesaria para la correcta limpieza de las llantas y de toda la materia de reciclaje, que vayamos a utilizar.

CARACTERISTICAS:

- Motor trifásico 5 HP
- 120 PSI de presión.
- Capacidad para dos pistolas al mismo tiempo.
- Caudal de 20 Gal/min.
- Alta resistencia a residuos en el agua.
- Resistente a la entrada de aire.
- Sistema eléctrico de corte rápido.
- Estructura metálica sólida.

Grafico 6.3 – Bomba de Agua para lavado de NFU

Fuente: www.fpv.com.ar

De acuerdo a lo planteado se requiere contar con el siguiente equipo.

Cuadro 6.1 –Detalle de equipo para destalonado y lavado

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.
Bomba de agua hidráulica de 7,5 HP	<u>PIEZA</u>	<u>2</u>
Destalonadora	<u>PIEZA</u>	<u>1</u>
Triturador Bomatic B 1350 DD	PIEZA	1
Cinta transportadora	PIEZA	1
Criba estrellada	PIEZA	1
Cinta transportadora	UNIDAD	1
Cinta transportadora	UNIDAD	1
Cinta transportadora	UNIDAD	1
Panel de control SIEMENS	PIEZA	1

Fuente: *Elaboración propia*

6.2.2 Maquinaria para triturado y granulado

Trituradora

Esta máquina se encarga de la primera trituración de la llanta, Por lo general este tipo de máquinas cuentan con transmisión hidráulica y con mínimo dos ejes (rotores) en los cuales se encuentran las cuchillas de corte.

Las cuchillas de este molino están fabricadas en acero y tratadas térmicamente, lo cual garantiza una alta resistencia al impacto y una larga duración de los filos de corte, así mismo estas tienen un recubrimiento de tungsteno, que previene el desgaste al contacto con elementos abrasivos, como en este caso sería el alambre de las llantas radiales.

Grafico 6.4 – Molino de neumáticos



Fuente: www.ecoplast.com

Pre-Granuladora

La trituración secundaria la realiza otra máquina trituradora la cual reduce los trozos de llantas provenientes de la primera fase, en pedazos aún más pequeños, motivo por el cual este tipo de máquina debe contar con una parrilla o red metálica, que se recomienda venga alrededor del equipo como un tambor.

Granulador primario.

Técnicamente conocido como molino granulador, es la máquina que se encarga de “granular” los pedazos de llantas, la dimensión que se logra obtener es de 16mm.

Grafico 6.5 – Granulador primario de NFU



Fuente: www.floplastics.com

6.2.3 Maquinaria para separación magnética y de fibras textiles**Separador de fibras “Tipo Ciclón”**

El material granulado (granos de tamaño 0-20mm), libre de partículas ferromagnéticas, aun contiene material textil, mismo que después de ser transportado a través de una banda transportadora, será conducido a un separador ciclónico accionado por un soplador industrial.

Separador magnético de partículas ferro magnético

Esta operación separa el 99,5% del acero “armónico” presente en las llantas, el acero es removido por medio de un separador magnético el cual cuenta con una banda transportadora que se ocupa de conducir el metal hacia un punto de recolección (cajón/contenedor).

Grafico 6.6 – Separador magnético

Fuente: www.bomatics.com

Cuadro 6.2 –Detalle de equipo para separación de componentes

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.
Depósito aprox. 7m ³	PIEZA	1
Cinta transportadora	PIEZA	1
Granulador, tipo U 1700, 160kW	PIEZA	1
Cinta vibratoria	UNIDAD	1
Separador magnético	PIEZA	1
Tornillo	PIEZA	1
Cinta transportadora	UNIDAD	1
Granulador, tipo U 1200, 90kW	PIEZA	1
Banda vibratoria	UNIDAD	1
Separador magnético	PIEZA	1
Tornillo	UNIDAD	1
Cinta transportadora	UNIDAD	1
Cinta transportadora	UNIDAD	1
Ciclón de extracción textil	PIEZA	1
Panel de control SIEMENS	PIEZA	1

Fuente: *Elaboración propia*

La maquinaria y equipo de esta sección permite la separación de componentes constitutivos de los neumáticos.

6.2.4 Maquinaria para micronizado y almacenaje final

Micronizador

Este equipo es de funcionamiento dual, es decir trabaja de manera hidráulica, con alimentación trifásica, es de malla regulable, permitiendo obtener Grano de Caucho de malla 10 a 40, para su embolsado en 50 Kg. y una Tonelada, de acuerdo a especificaciones.

Grafico 6.7 – Micronizador



Fuente: www.bomatics.com

Almacenaje Big-bags

Los granos van a caer en diferentes tolvas contenedoras las cuales en su parte inferior tienen enganchados big-bags (grandes sacos).

Grafico 6.8 – Almacenaje Big Bags



Fuente: www.bomatics.com

6.2.5 Sistema de aspiración de polvos (limpieza)

Durante la última parte del proceso (el granulador secundario) se produce una fracción de polvo de tela y de goma, así que por motivos vinculados al ambiente, estas pequeñas partículas deben ser aspiradas por medio de un SISTEMA DE ASPIRACIÓN DE POLVOS formado por: el ciclón reductor de polvos.

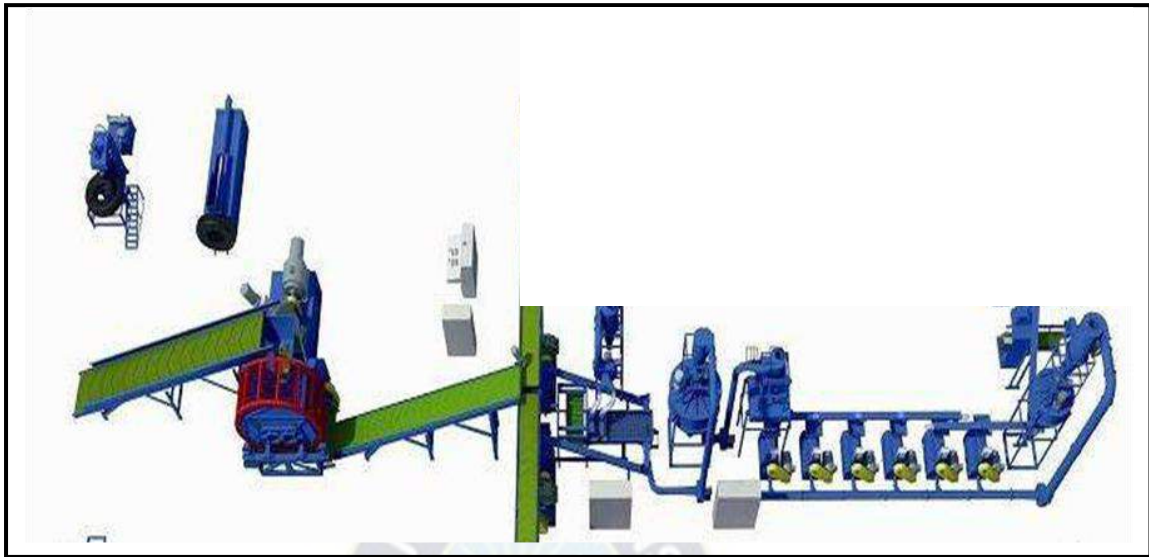
Grafico 6.9 – Sistema de aspiración instalado

Fuente: www.bomatics.com

Cuadro 6.3 –Detalle de equipo de micronizado y aspiración

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.
Tornillo	PIEZA	1
Criba de selección	UNIDAD	1
Tornillo	PIEZA	1
Silo	PIEZA	1
Banda de tornillo	UNIDAD	1
Molino, 90kW	PIEZA	1
Sistema Big Bag	PIEZA	1
Panel de control molienda SIEMENS	PIEZA	1

Fuente: *Elaboración propia*

Grafico 6.10 – Línea de proceso de producción

Fuente: Elaboración propia

6.3 SEGURIDAD INDUSTRIAL EN EL PROCESO

En esta etapa se analizará los riesgos que los trabajadores de nuestra empresa pueden llegar a tener, debido al proceso de producción.

Para establecer de manera precisa los riesgos analizaremos los mismos acorde a cada sección del trabajo, y una vez determinados los mismos, se procederá a establecer las acciones preventivas.

Las áreas están en concordancia al proceso de producción por trituración, establecido para el proyecto.

6.3.1 Riesgos en el Almacén de Neumáticos Fuera de Uso (NFU)

Los riesgos que se puede encontrar en el centro de acopio son los siguientes:

- Incendio por descuido o premeditación
- Cortes debido a los alambres de las llantas.
- Riesgo de caída de llantas por apilamiento.
- Riesgo de afección a vías respiratorias por polvo.
- Posibles lesiones a la espalda por excesos en la carga de peso

Plan de acción preventiva

- 1) Instalar extintores para incendios por combustión química.
- 2) Proveer a los operarios de overoles industriales y guantes de seguridad.
- 3) Proveer de cascos y mascarillas
- 4) Apilar las llantas en pilas de máximo 3 mts. acorde a norma.
- 5) Proveer fajas para los responsables de apilamiento.

6.3.2 Área de lavado

Esta área presenta sobre todo riesgo de caídas por el trabajo a realizar, dentro de los riesgos se pueden detallar:

- Cortes con el chorro de agua
- Riesgo de enfermedad por resfrío.
- Posible riesgo de golpe con la llanta ya que al mojarse esta se vuelve resbalosa
- Posible riesgo de caída por piso mojado.

Plan de acción preventiva

- 1) Implementar guantes de seguridad.
- 2) Entregar trajes impermeables, con botas y gorro.
- 3) Instalación de piso de caucho o baldosa antideslizante
- 4) Colocación de drenajes de agua.

6.3.3 Área de trituración

En esta sección se encuentra la trituradora primaria.

- Al tratarse de una maquina de corte el riesgo de pérdida de un miembro o incluso muerte está siempre presente.
- El riesgo de enfermedades por contaminación auditiva.
- Riesgo de que alguna partícula de material entre a los ojos del operador.

Plan de acción preventiva

- 1) Se debe aplicar el reglamento de seguridad industrial al pie de la letra
- 2) Señalar todos los peligros y tener remarcado el “apagador de emergencia”
- 3) Proveer de orejeras o tapones al operario
- 4) Proveer de gafas de seguridad.

6.3.4 Área de molienda

Esta es la sección del molino secundario, antes de la etapa de separación de componentes.

- Golpes contra la maquinaria.
- Riesgo de residuos que sean despedidos de la maquinaria.
- Enfermedades por altos niveles sonoros.
- Enfermedades por vibraciones.

Plan de acción preventiva

- 1) Entregar cascos de seguridad.
- 2) Entregar gafas de seguridad.
- 3) Entregar tapones u orejeras.
- 4) Instalar un piso anti vibraciones.

6.3.5 Área de separación de componentes y almacenaje de GCR

Aquí se establece contaminación por polvos de componentes además de su carguío

- Problemas al sistema respiratorio por partículas flotantes
- Problemas a la vista por partículas flotantes
- Riesgo de problemas de espalda por el peso de los sacos llenos de material

Plan de acción preventiva

- 1) Entregar mascarillas
- 2) Proveer de gafas de seguridad
- 3) Entregar fajas

6.3.6 Plan de socialización y capacitación en seguridad industrial

La manera adecuada de prevenir los riesgos laborales, es elaborando un reglamento de seguridad industrial, basado en un manual de procesos y procedimientos, que debe ser socializado y respetado de manera estricta.

1. **Señalización.** La prevención los accidentes inicia con tener todas las áreas de trabajo debidamente señalizadas, con el fin de que tanto operarios, empleados y público en general que ingrese a la planta, conozca cuáles son los peligros y las reglas de la empresa.
2. **Procesos y procedimientos.** Para esto se requiere que los empleados comprendan a cabalidad las funciones y responsabilidades propias a su cargo y que de esta manera estén totalmente conscientes de la seguridad industrial en la planta y saber que cuentan con los implementos adecuados de seguridad.
3. **Manual de funciones.** Elaborar el manual de funciones, basados en el “plan de procesos y procedimientos” y adjuntar el mismo al contrato laboral, de manera que se establezcan las normas internas.
4. **Capacitación.** Como actividad de refuerzo, para el logro de objetivos de seguridad, se establecerán cursos de capacitación previos a la contratación que contendrán los siguientes temas.
 - a) Prevención de accidentes.
 - b) Comportamiento ante un accidente.
 - c) Qué hacer si se presenta un incendio.
 - d) Planes de evacuación.
 - e) RSP (Primeros auxilios).

6.4. PROGRAMACION DE LA PRODUCCION

6.4.1 Balance másico

Para el balance de materia, se analiza el volumen de los 3 componentes a procesar en la planta, con relación a la proyección de la producción.

El primer factor a considerar es el peso del neumático de acuerdo al tamaño relacionado al número de Aro, de acuerdo al tipo de vehículo.

Cuadro 6.4 –Peso promedio de neumático por tipo de vehículo

VEHICULO	Aro	Peso (Kg)
Vagoneta	14	7
Automóvil	13 - 15	7
Minibús	13 - 15	7,5
Camioneta	16 - 17	15
camión bus	22	35

Fuente: Elaboración propia

La composición de los 3 elementos fundamentales por tipo de vehículo, se establece de la siguiente forma.

Cuadro 6.5 – Composición de los neumáticos por tipo de vehículo

Material	Vehículos livianos	Vehículos de carga
Caucho	70%	70%
Acero	15%	15%
Fibra textil	15%	15%

Fuente: www.eng.buffalo.edu

Considerando los neumáticos a procesar por tipo de vehículo y el peso de acuerdo al número de aro, se proyecta el volumen de producción.

Cuadro 6.6 –Proyección del volumen de producción anual en Kg. (2014-2025)

Material	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Caucho	2.387.856	2.480.196	2.566.401	2.647.863	2.725.534	2.800.100
Acero	511.683	531.471	549.943	567.399	584.043	600.021
Fibra textil	511.683	531.471	549.943	567.399	584.043	600.021
TOTAL	3.411.222	3.543.137	3.666.286	3.782.661	3.893.621	4.000.143
Material	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Caucho	2.872.076	2.941.864	3.009.787	3.076.105	3.168.308	3.231.640
Acero	615.445	630.400	644.954	659.165	678.923	692.494
Fibra textil	615.445	630.400	644.954	659.165	678.923	692.494
TOTAL	4.102.966	4.202.664	4.299.695	4.394.436	4.526.155	4.616.628

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las proyecciones anuales, podemos establecer el volumen estimado de procesamiento mensual de los componentes.

Cuadro 6.7 –Proyección del volumen de producción mensual en Kg. (2014-2025)

Material	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Caucho	198.988	206.683	213.867	220.655	227.128	233.342
Acero	42.640	44.289	45.829	47.283	48.670	50.002
Fibra textil	42.640	44.289	45.829	47.283	48.670	50.002
TOTAL	284.269	295.261	305.524	315.222	324.468	333.345
Material	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Caucho	239.340	245.155	250.816	256.342	264.026	269.303
Acero	51.287	52.533	53.746	54.930	56.577	57.708
Fibra textil	51.287	52.533	53.746	54.930	56.577	57.708
TOTAL	341.914	350.222	358.308	366.203	377.180	384.719

Fuente: Elaboración propia

Se considera que la planta trabajara turnos de 8 horas, por 20 días calendario al mes, totalizando 240 al año, se establece el volumen de trabajo por hora.

Cuadro 6.8 – Volumen de trabajo diario por hora (Kg/Hr.)

2014	2015	2016	2017	2018	2019
14.213 Kg	14.763 Kg	15.276 Kg	15.761 Kg	16.223 Kg	16.667 Kg
2020	2021	2022	2023	2024	2025
17.096 Kg	17.511 Kg	17.915 Kg	18.310 Kg	18.859 Kg	19.236 Kg

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, para el proyecto se requiere maquinaria con una capacidad nominal mínima de procesar 2400 Kg. por hora, por un turno de trabajo.

Cuadro 6.9 – Horas de trabajo diario proyectadas para la maquinaria (Hr/día)

2014	2015	2016	2017	2018	2019
5,9 Hr.	6,2 Hr.	6,4 Hr.	6,6 Hr.	6,8 Hr.	6,9 Hr.
2020	2021	2022	2023	2024	2025
7,1 Hr.	7,3 Hr.	7,5 Hr.	7,6 Hr.	7,9 Hr.	8,0 Hr.

Fuente: Elaboración propia

6.4.2. Balance energético

El equipo necesario para un sistema ECO, basa su funcionamiento en energía trifásica, por lo cual se establece los requerimientos energéticos, por día de trabajo y considerando 20 días laborales por mes.

Para razones de cálculo el balance energético se divide en las 3 etapas productivas, es decir pre triturado, granulado y separación, micronizado y embalaje.

El gasto energético administrativo, también está considerado, en relación a equipos de computación, luces y otros, propios de las oficinas y baños.

Para las movilidades se estima el consumo de combustible acorde al tiempo de trabajo, y el uso que se proyecta.

Se considera el consumo de Kw/Hr por cada equipo por jornada, con el requerimiento diario se estimara el mensual.

Lavado y pre trituración

El consumo de energía para esta sección se establece en el siguiente cuadro

Cuadro 6.10 – Balance energético - Etapa de lavado-Pre trituración

DESCRIPCION	UNIDAD	CONSUMO Kw/Hr	Hrs. DIA	CONSUMO MES (Kw)
Bomba de agua hidráulica de 7,5 HP	Kw	2,00	2	80,00
Destalonadora	Kw	50,00	4	4.000,00
Triturador Bomatic B 1350 DD	Kw	110,00	4	8.800,00
Cinta transportadora	Kw	2,20	4	176,00
Criba estrellada	Kw	5,00	4	400,00
Cinta transportadora	Kw	3,00	4	240,00
Cinta transportadora	Kw	3,00	4	240,00
Cinta transportadora	Kw	2,50	4	200,00
Panel de control SIEMENS	Kw	2,00	4	160,00

Fuente: Elaboración Propia

Separación de componentes

En esta etapa se detalla el consumo necesario, para la separación de los 3 componentes de los Neumáticos Fuera de Uso NFU.

Se considera un doble separador magnético para asegurar una eficiencia de extracción del 99.5%.

Para la separación de fibra, se considera un ciclón de extracción.

Los elementos que son resultado del proceso de trituración son dirigidos al área de almacenaje por el sistema Big Bag.

El tiempo de trabajo de cada equipo es de acuerdo a las especificaciones y en función al balance másico.

Cuadro 6.11 – Balance energético – Separación de componentes

DESCRIPCION	UNIDAD	CONSUMO	Hrs. TRAB	CONSUMO
-------------	--------	---------	-----------	---------

		Kw/Hr	DIA	MES (Kw)
Depósito aprox. 7m3				
Cinta transportadora	Kw	2	2	80,00
Granulador, tipo U 1700, 160kW	Kw	160	2	6.400,00
Cinta vibratoria	Kw	3	2	120,00
Separador magnético	Kw	1,5	2	60,00
Tornillo	Kw	1,5	2	60,00
Cinta transportadora	Kw	3	2	120,00
Granulador, tipo U 1200, 90kW	Kw	90	2	3.600,00
Banda vibratoria	Kw	2,5	2	100,00
Separador magnético	Kw	1,5	2	60,00
Tornillo	Kw	1,5	2	60,00
Cinta transportadora	Kw	2,5	2	100,00
Cinta transportadora	Kw	2,5	2	100,00
Ciclón de extracción textil	Kw	3	2	120,00
Panel de control SIEMENS	Kw	2	2	80,00

Fuente: Elaboración Propia

Micronizado y embolsado

El equipo más importante y de mayor consumo energético, es el molino Micronizador, que permite obtener el Granulo de Caucho Reciclado, para empaquetado.

El numero de malla del Micronizador será variado, esto para permitir un Granulo de Caucho reciclado (GCR) para diferentes usos industriales y será catalogado registrado y almacenado en función de esta calificación.

El sistema de embolsado para el proceso de trituración, separado y micronizado, esta establecido por un sistema Big Bag (Grandes sacos), para su posterior traslado al área de almacenaje en el deposito de GCR.

Este es un trabajo coordinado entre operarios del área de producción y responsables del almacén de productos terminados.

Cuadro 6.12 – Balance energético – Micronizado

DESCRIPCION	UNIDAD	CONSUMO	Hrs. TRAB	CONSUMO
-------------	--------	---------	-----------	---------

		Kw/Hr	DIA	MES (Kw)
Tornillo	Kw	1,5	2	60,00
Criba de selección	Kw	7,5	2	300,00
Tornillo	Kw	1,5	2	60,00
Silo				
Banda de tornillo	Kw	2,5	2	100,00
Molino, 90kW	Kw	200	2	8.000,00
Sistema Big Bag	Kw	3	2	120,00
Panel de control molienda SIEMENS	Kw	2	2	80,00

Fuente: Elaboración Propia

Administración y duchas.

Se considera la iluminación de las oficinas, y los servicios auxiliares como las duchas para obreros y servicios higiénicos en general.

Cuadro 6.13 – Balance energético – Oficinas y duchas

DESCRIPCION	UNIDAD	CONSUMO Kw	Hrs. Dia	CONSUMO Mes (Kw)
Consumo oficina	Kw	3	8	480,00
Consumo servicios (Baños, duchas)	Kw	2	4	160,00

Fuente: Elaboración Propia

Movilidades.

Es el estimado del consumo de combustible por las diferentes movilidades, desde la administración hasta los camiones de recolección y distribución.

Cuadro 6.14 – Balance energético – Movilidades

DESCRIPCION	UNIDAD	CONSUMO Lts/dia	Hrs. Dia	CONSUMO Mes (Lts)
CAMION DE REMOLQUE	LITRO	50	2	400,00
CAMIONETAS DOBLE CABINA	LITRO	30	5	600,00
VAGONETA TODO TERRENO	LITRO	25	5	500,00
CAMION MEDIANO (20 Ton)	LITRO	35	5	700,00

Fuente: Elaboración Propia

6.5 DISTRIBUCION EN PLANTA

Para la distribución en planta se establecen 9 áreas de construcción:

1. El depósito de neumáticos acopiados. Que deberá estar al aire libre rodeado por una malla olímpica de 5 mts. de alto, con dos puertas de acceso del mismo material.
2. El área de destalonado. Donde se extrae el aro central de los neumáticos, es una construcción cubierta.
3. El área de lavado. Donde se instalara bombas de agua para el lavado a presión de los neumáticos destalonados. Debe ser un área con piso enlucido.
4. Área de maquinas y equipo. Donde se llevara a cabo el proceso de trituración, granulado y micronizado de los neumáticos.
5. Área de supervisión y mantenimiento. Dentro de la nave de producción, se establece un punto de supervisión y mantenimiento para los equipos.
6. Deposito de producto terminado. Almacenaje de GCR, acero y fibra textil.
7. Área de duchas y baños. Ubicado fuera del galpón de producción, con 2 áreas separadas para duchas y baños tanto para varones como para mujeres.
8. Área administrativa. Donde se ubican las oficinas de gerencia general, administrativa y de ventas, además debe contar con baños.
9. Portería y serenazgo. Área independiente con cocina y baño.

Cuadro 6.15 – Distribución de áreas en la planta

	AREA	Dimensión	Área m2
1	Deposito de Neumáticos acopiados	43x17,5	752,5
2	Área de destalonado	10x3	30
3	Área de Lavado y reposo de NFU	10x10	100
4	Área de maquinas y equipos	30x14,5	435
5	Área de supervisión y mantenimiento	8x4,5	36
6	Deposito de producto terminado	17,5x10	175
7	Área de duchas y baños	7,5x3	22,5
8	Área administrativa	12x7,5	90
9	Portería y serenazgo	6,3x6	37,8
	TOTAL		1678,8

Fuente: Elaboración Propia

CAPITULO 7**RECURSOS HUMANOS**

Los RR-HH representan una inversión y no un costo, de esta forma, se asume al trabajador como un ser humano viviente y dinámico, con el que cuenta la empresa para cumplir con su misión, de responsabilidad social y objetivos organizacionales, funcionales e individuales.

El aumento de la productividad del trabajo y la satisfacción laboral son sus objetivos fundamentales dentro de la empresa.

Con ello se pone de manifiesto que la actividad está emergida a un proceso de profundos cambios.

Los esfuerzos por conseguir los niveles de competitividad exigidos en un escenario económico, caracterizado, entre otros aspectos, por un ostentoso dinamismo y un gigantesco desequilibrio en los mercados.

Los avances, la expansión masiva de las nuevas tecnologías de la información y comunicaciones, priorizan que el trabajador debe percibirse como el ser humano que le concede personalidad, sentido y destino a las empresas y puedan alcanzar los niveles de competitividad exigidos en el moderno, pero cada vez más inestable entorno.

Gestión de recursos humanos

Para establecer las características del personal, se considera primero los procesos y procedimientos para la ingeniería del proyecto.

El requerimiento de personal, organigrama y el manual de funciones serán definidos en función del análisis de los procesos y procedimientos, en respeto y apego a las normas sociales y laborales establecidas en nuestro país.

7.1 MANUAL DE PROCESOS Y PROCEDIMIENTOS

La elaboración del siguiente manual de procesos y procedimientos, es para definir y delimitar con exactitud las funciones de los trabajadores.

La descripción clara y precisa de los procesos permitirá establecer el requerimiento de talentos humanos para el funcionamiento correcto de la planta.

Recepción y destalonado, triturado, separación de componentes, Micronizado y almacenaje

7.1.1 Recepción destalonado y limpieza

Recepción de NFU en planta

En esta etapa se debe clasificar las llantas según su construcción, sean radiales o convencionales y el número de aro.

El siguiente paso es apilar los neumáticos, en filas de 15 unidades de altura cada una organizadas de acuerdo al número de aro, considerando que este es el máximo apilamiento, aproximadamente tres metros, que de sobrepasarse puede generar lesiones graves por aplastamiento en caso de caída.

Cuando las llantas sean enviadas a proceso de lavado, se deberá registrar la cantidad de acuerdo al número de aro, esto con el fin de llevar un control de producción.

Destalonado de llantas

En esta etapa se procede a quitar los centros metálicos que definen el aro de los neumáticos.

Los neumáticos deben ser montados individualmente en la destalonadora, debiendo separar y almacenar de manera diferenciada el neumático y el acero extraído por este proceso.

Los neumáticos sin el centro metálico deben ser almacenados y apilados para ser transportados al área de lavado.

Lavado de llantas

Lo primero que se debe hacer en esta etapa es realizar un corte longitudinal en la parte inferior, de manera tal que permita el escurrimiento del agua a utilizar en la limpieza.

De esta manera se prevé que el agua de limpieza sea estancada en el interior de los neumáticos, y que todas las impurezas y suciedad salgan de la llanta.

Este corte se realiza con amoladora.

Una vez realizado el corte se procede a lavar la llanta con el equipo a presión.

Antes de encender el equipo, primero habrá que verificar la existencia de agua con el fin de evitar desperfectos o daños.

Una vez verificado técnicamente el equipo, se procede al lavado a presión hasta eliminar la presencia de suciedad.

En caso de que las llantas estén manchadas con aceite o pintura, se deberá remover las mismas con tinher, para después se procederá a lavarlas con agua.

7.1.2 Trituración de neumáticos

Trituración primaria

Para iniciar el proceso de triturado primero se debe revisar el equipo, para esto se debe cortar la corriente de alimentación.

Asegurarse que las cuchillas tengan el filo necesario y que no haya ningún elemento entre cuchillas que pueda afectar al correcto funcionamiento del molino.

Una vez realizada esta inspección previa, se procederá a conectar el molino y empezar con el trabajo.

Las llantas llegaran a esta etapa en el monorriel con el fin de que una vez limpias no toquen el piso y no se ensucien nuevamente.

En esta etapa se anotará también que llantas han ingresado en el molino para que el control sea lo más estricto posible.

Una vez anotadas las llantas, se procederá a introducirlas en el molino. Este trabajo se lo realizará simplemente soltando los ganchos del monorriel con el fin de eliminar el riesgo al trabajador en el área del molino.

Una vez que los trozos de llanta salgan del molino caerán en una banda transportadora, en la misma que se realizará el primer control de calidad, aquí se deberá constatar que los trozos de la llanta salgan de aproximadamente 30 cm de largo y de máximo 30 cm de ancho, esto con el fin de que la cristalización se lleve a cabo de una manera más rápida y con la menor utilización de nitrógeno posible.

Molino de martillos

Lo primero que se debe hacer en dicha área es desconectar el molino de martillos y asegurarse que los martillos y la carcasa del molino estén en condiciones de trabajar.

Esto se lo hará verificando la separación que exista entre los martillos y la carcasa del molino se encuentre dentro de las especificaciones del fabricante, esto puede variar según el tamaño de grano que se desee obtener y se conseguirá cambiando los martillos.

También antes de comenzar con la molienda del material se deberá engrasar los ejes del molino y asegurarse que no exista ningún elemento que afecte al correcto funcionamiento del molino.

Una vez que todo está en correcto orden se procede con la molienda, es así que los trozos de neumáticos entran en el molino el cual tritura este material entre el molino y los martillos.

Este equipo es el que realiza la principal operación de trituración, reduce el neumático a trozos, que de por sí son manejables y pueden ser almacenados, en caso de ser necesario.

Todo este material cae en una banda transportadora, la misma que se encarga de llevar este material a los tamices de separación.

7.1.3 Área de Separación de componentes

En esta área se debe revisar el correcto funcionamiento del imán y que los tamices se encuentren en perfectas condiciones de trabajo.

La separación de materiales metálicos, se realiza a través de una banda electromagnética.

La separación de fibra textil, es a través de un ciclón, compuesto por un soplador de alto poder.

En esta etapa crítica, se realiza el control de calidad, para verificar si el tamaño de grano de caucho reciclado, es el establecido por la norma acorde al uso que se desea aplicar en el sistema.

Empaque

Una vez separados los componentes de los neumáticos fuera de uso (NFU's), en sus tres componentes, los mismos serán llevados a través de un sistema de empaqueo, que descargue el material en un sistema big bags.

Según el tamaño de grano de caucho que se requiera se procederá a colocar las diferentes mallas de tamiz.

Los envases de grano de caucho reciclado (GCR), serán empacados en bolsas de polipropileno de 50 Kg. similar a las bolsas de cemento en el mercado y también en empaques de 1 tonelada, para distribución industrial.

El acero se mantendrá almacenado en empaques de 1 tonelada, exclusivamente, esto para facilitar su transporte.

En esta área el mayor cuidado va relacionado con colocar correctamente los big bags en la salida de los embudos, y revisar que estos sacos se encuentren en óptimas condiciones.

También se debe revisar que los embudos se encuentren libres de obstrucciones que demoren el proceso. Por último se procederá a pesar, clasificar y cuantificar los sacos.

El almacén debe contar con áreas diferenciadas para el Granulo de Caucho Reciclado (GCR), el acero y también la fibra textil, puesto que son diferentes en relación al tamaño y tipo de envase.

7.2 GESTIÓN DE TALENTO HUMANO

Si bien la actividad humana se sitúa en el centro de la empresa, no cabrán dudas de que para mantener el grado de compromiso y esfuerzo, las empresas tienen que desarrollar un proceso de gestión de RR-HH.

Para establecer el organigrama de la planta, se plante una gerencia general, para representatividad y coordinación externa e interna.

Además dos áreas bien definidas, con base a planificación estratégica es decir, una de comercialización y otra de producción.

Área de comercialización

Incluirá el departamento de ventas, además de las áreas administrativas de contabilidad, también son considerados los responsables de traslado de neumáticos a la planta y despacho de productos terminados del almacén.

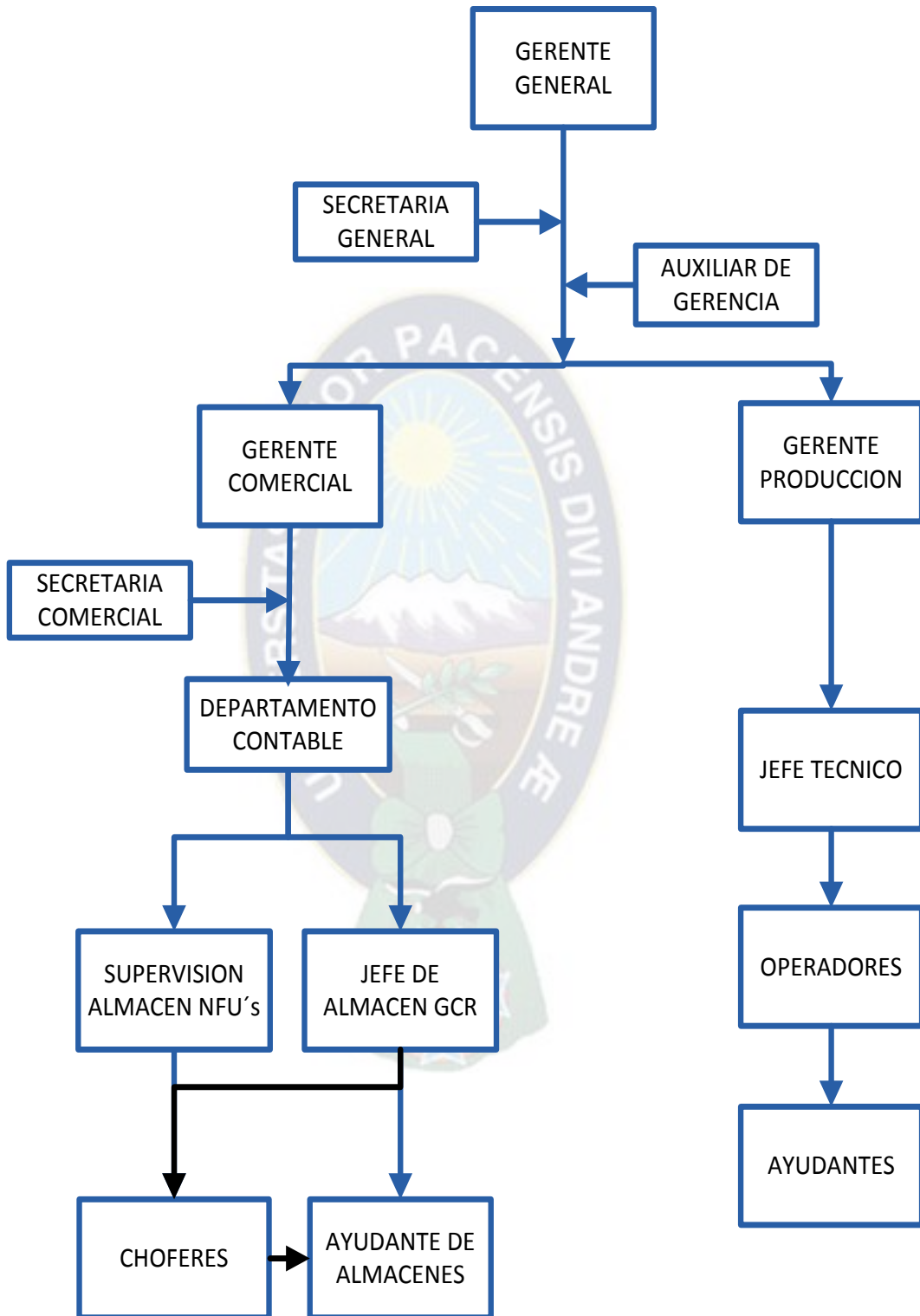
Área de producción

El personal que es parte del área de producción es el responsable directo de desarrollar el proceso productivo de los Neumáticos Fuera de Uso, desde su ingreso hasta su almacenaje en el depósito de productos terminados.

7.2.1 Organigrama

El proceso de producción es intensivo en equipo y maquinaria, con personal técnicamente capacitado en un proceso automatizado, los talentos humanos deben estar avocados en el sistema de acopio y distribución de productos terminados al mercado.

Grafico 7.1. Organigrama



Fuente: Elaboración propia

7.3 MANUAL DE FUNCIONES

El presente manual se constituye en un instrumento fundamental, que permite y permitirá de forma continua delinear los aspectos administrativos generales de la empresa, el mismo que sirve también para consolidar la Estructura Orgánica de todos los niveles que la componen.

La finalidad es lograr una imagen acorde a la realidad en la que nos encontramos y con base a técnicas de administración de recursos humanos.

Así mismo, este instrumento permitirá generar mayores elementos de apoyo y mejora de la calidad, como un manual de funciones proactivo, y flujos ó procedimientos administrativos que permitan fortalecer el desarrollo Institucional.

7.3.1 Estructura administrativa

La Estructura orgánica está integrada por niveles administrativos y operativos, de la siguiente manera:

Personal directivo

Está integrado por la Gerencia General y las gerencias del área comercial y de producción, que deben coordinar y tomar en cuenta datos financieros, de mercado y de recolección que planteen los niveles productivos y comerciales.

Tienen a su cargo la responsabilidad de planificar, dirigir y administrar de manera dinámica la empresa, es decir, que se considere a la fuerza productiva como un medio de información de canal abierto, con un afluente de datos feed back, que permitan mantener un enfoque dinámico hacia el mercado.

Se encargan de coordinar todos los recursos a través del proceso de planeamiento, organización dirección y control de las actividades de cada departamento de la empresa a fin de lograr objetivos establecidos, así como la toma de decisiones sin restringir a los empleados a tener conocimiento de éstas.

Personal Operativo

Está a cargo de la recepción de insumos y materiales para el proceso, además del mantenimiento y cuidado tanto de la maquinaria y como de la materia prima y verificar que estén en buen estado y sea la cantidad requerida.

Para la elaboración y empaqueo de los distintos materiales resultantes del reciclaje se cuenta con personal capacitado y especializado en el proceso para que el producto a distribuirse sea el requerido y se cumpla a tiempo los pedidos.

Personal de Ventas

En este departamento se realiza un seguimiento de ventas periódicamente, además se brinda un servicio al cliente continuo para mantener una buena relación con éste.

Personal de Finanzas

Llevar la contabilidad de la empresa, de tal manera que se registra todos los movimientos que realiza la empresa, para que a través de éstos se tomen decisiones acertadas así como el respectivo pago de las obligaciones tributarias.

7.3.2 Manual de funciones por cargo a desempeñar

Según sea el puesto de trabajo que vaya a desempeñar cada administrativo o trabajador necesitamos que este cumpla ciertos requisitos de la empresa, es así que se debe valorar acorde a las necesidades del puesto, mas no así de la persona características, como ser, que sean bachilleres y tengan cierta experiencia con el uso de maquinaria industrial.

Estos requerimientos se los hace con el principal objetivo de contar con personal que sea totalmente consciente de los riesgos que tiene trabajar en una planta con el tipo de maquinaria que nosotros utilizaremos, con la finalidad de así disminuir en lo posible el riesgo de accidentes por negligencia del trabajador.

El manual de funciones esta detallado respetando los procesos y procedimientos para la producción y administración del sistema.

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR)	
MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: GERENTE GENERAL (GG)	
<p><u>1 . NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>GERENTE GENERAL</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel licenciatura en provisión nacional</p> <p>Profesión:</p> <p><u>Profesión:</u> Ingeniero Industrial, administrador de empresas, ramas afines.</p> <p><u>Experiencia:</u> 4 años de ejercicio en cargos similares.</p> <p><u>Talentos humanos.</u> Proactivo, creativo, tolerante y expresivo. Dispuesto a trabajar en equipo, bajo presión y por objetivos.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Gerencia Comercial Gerencia de producción Secretaria general Auxiliar de oficina Áreas y unidades dependientes</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA SUPERIOR Reunión de directorio</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Asegurar la planificación a largo, mediano y corto plazo, la gestión estratégica así como las acciones y tácticas de posicionamiento de la empresa.

Organizar el funcionamiento y el accionar de los empleados, técnicos y gerentes de cada área buscando la mejora continua y la competitividad productiva.

5. FUNCIÓN GENERAL

Fungir como la máxima autoridad técnica, administrativa y de gestión.

Es responsable de la planificación, organización, dirección, gestión y control de la gerencia de comercialización y producción del personal encomendado a su cargo.

6. DEPENDENCIA

DIRECTORIO (Miembro)

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Difundir y cumplir con la Misión y objetivos de la empresa.

Organizar, dirigir y controlar, las actividades en ejecución del proceso productivo.

Promover, coordinar e impulsar el trabajo de equipo de alto rendimiento entre las diferentes gerencias.

Aprobar las planillas del personal administrativo de la empresa.

Velar y promover el mejor desenvolvimiento y rendimiento de equipos de trabajo en todas sus áreas y niveles.

Velar por el correcto manejo de la documentación institucional su adecuado archivo y resguardo.

Velar por la capacitación permanente y continua del personal.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: SECRETARIA DE GERENCIA (GG)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>SECRETARIA DE GERENCIA</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel técnico superior Técnico en aplicaciones ofimáticas.</p> <p>Profesión: Secretaria Ejecutiva.</p> <p>Experiencia: 3 años de ejercicio en cargos similares. Cursos de ortografía y gramática.</p> <p>Talentos humanos. Proactiva, responsable, tolerante. Dispuesta a trabajar bajo presión y por objetivos.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Auxiliar de oficina Áreas y unidades dependientes</p> <p style="text-align: center;">NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR Gerente general</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Verificar a través de informes el cumplimiento de la planificación a largo, mediano y corto plazo, de la gerencia general.

Comunicar de manera efectiva y asertiva las órdenes que emanen de la gerencia general a los departamentos correspondientes.

5. FUNCIÓN GENERAL

Ser el apoyo efectivo de la gerencia general, ordenando de manera sistemática, la documentación, organizando mediante agenda coordinada las reuniones.

Tratar con respeto a todo el personal de la planta tanto del área administrativa como de producción.

6. DEPENDENCIA

Gerencia General

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Difundir y cumplir las ordenes de Gerencia General dentro y fuera de la empresa.

Organizar y archivar de manera sistemática, toda la documentación referida a la gerencia.

Coordinar y participar de las reuniones de directorio a las que sea convocada.

Atender la antesala de reuniones de la Gerencia General.

Custodiar y precautelar por el correcto manejo de la documentación institucional.

Consultar y comunicar sobre fluctuaciones en el clima institucional a la Gerencia General.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: AUXILIAR DE GERENCIA (AUX)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>AUXILIAR DE GERENCIA</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Bachiller.</p> <p>Profesión: Estudiante universitario.</p> <p>Experiencia: No excluyente. Conducción de movilidades.</p> <p>Talentos humanos. Proactivo, responsable, Diligente. Dispuesto a trabajar bajo presión y por objetivos.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR</p> <p>Gerencia General Gerencia Comercial Gerencia de Producción</p> <p>Secretaria de Gerencia Secretaria Comercial</p>

<u>4. OBJETIVO DEL CARGO</u>	
<p>Obedecer con responsabilidad y reserva, todas las órdenes emanadas de la gerencia general.</p> <p>Apoyar las solicitudes de la gerencia comercial y de producción, además de sus unidades dependientes, respetando en primera instancia las órdenes de la gerencia general.</p>	
<u>5. FUNCIÓN GENERAL</u>	
<p>Ser el apoyo operativo, de comunicación y registro, de la gerencia general.</p> <p>Cumplir con las órdenes de la gerencia comercial y productiva.</p> <p>Respetar a todo el personal de la planta tanto del área administrativa como de producción.</p>	
<u>6. DEPENDENCIA</u>	
<p>Gerencia General</p> <p>Secretaria de gerencia</p>	
<u>7. FUNCIONES ESPECÍFICAS</u>	
<p>Cumplir de manera prioritaria, las órdenes de Gerencia General dentro y fuera de la empresa, por encima de cualquier otra.</p> <p>Apoyar y participar a requerimiento de la gerencia comercial y de producción, en labores de apoyo, afines a su cargo.</p> <p>Actuar con diligencia a solicitud de la secretaria de gerencia y la secretaria comercial.</p> <p>Cumplir labores de mensajería para las diferentes gerencias.</p> <p>Apoyar, de ser necesario, a solicitud de gerencia labores de conducción de movilidades.</p>	
ACTUALIZACIÓN	
FECHA	
FECHA DE ELABORACION	20/01/2015
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR)	
MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: GERENTE COMERCIAL (GC)	
<p><u>1 . NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>GERENTE COMERCIAL</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel licenciatura en provisión nacional</p> <p>Profesión: Ingeniero Comercial, Profesional en administración de empresas, ramas afines.</p> <p>Experiencia: 2 años de ejercicio en dirección comercial.</p> <p>Talentos humanos. Liderazgo, compromiso, Proactivo, creativo. Alta capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Secretaria comercial Departamento contable Supervisión de almacén NFU's Jefe de almacén GCR Áreas y unidades dependientes</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA SUPERIOR Gerente general</p>

<u>4. OBJETIVO DEL CARGO</u>	
<p>Elaborar la planificación comercial relacionada a la gestión estratégica así como las acciones y tácticas de marketing de posicionamiento de la empresa.</p> <p>Organizar el funcionamiento del departamento comercial, en base a manuales y procedimientos, buscando la mejora continua y la competitividad empresarial.</p>	
<u>5. FUNCIÓN GENERAL</u>	
<p>Fungir como el responsable de gestión comercial.</p> <p>Es responsable de la planificación, organización, dirección, gestión y control de la gerencia de comercialización y del personal encomendado a su cargo.</p>	
<u>6. DEPENDENCIA</u>	
Gerencia General (Miembro del directorio)	
<u>7. FUNCIONES ESPECÍFICAS</u>	
<p>Difundir y cumplir con la Misión y objetivos de la empresa.</p> <p>Organizar, dirigir y controlar, las actividades de ejecución del proceso de comercialización y distribución.</p> <p>Promover, coordinar e impulsar el trabajo de equipo de alto rendimiento entre los diferentes responsables de recolección de neumáticos y distribución de productos diferenciados.</p> <p>Velar por el correcto manejo de la documentación relacionada al área comercial, de ventas y distribución.</p> <p>Velar por la capacitación permanente y continua tanto personal como del equipo de trabajo bajo su gerentazgo.</p>	
ACTUALIZACIÓN	
FECHA	
FECHA DE ELABORACION	20/01/2015
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: SECRETARIA COMERCIAL(SC)	
<p><u>1 . NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>SECRETARIA COMERCIAL</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel técnico superior Técnico en aplicaciones ofimáticas.</p> <p>Profesión: Secretaria Ejecutiva. Auxiliar contable</p> <p>Experiencia: 3 años de ejercicio en cargos similares. Cursos de contabilidad.</p> <p>Talentos humanos. Proactiva, responsable, tolerante. Dispuesta a trabajar bajo presión y por objetivos.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Auxiliar de oficina Áreas y unidades dependientes.</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR Gerencia General Gerencia Comercial</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Verificar e informar a la Gerencia comercial, a través de informe, sobre el seguimiento contable de la empresa, relacionado el cumplimiento de las obligaciones impositivas y registros contables.

Apoyar a la gerencia comercial con el seguimiento de las metas y objetivos de venta.

5. FUNCIÓN GENERAL

Ser el apoyo efectivo de la gerencia comercial, ordenando de manera sistemática, la documentación, organizando la agenda de trabajo y las reuniones.

Tratar con respeto a todo el personal de la planta tanto del área administrativa como de producción.

6. DEPENDENCIA

Gerencia Comercial

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Cumplir y velar el cumplimiento de las órdenes de Gerencia comercial.

Organizar y archivar de manera sistemática, toda la documentación referida a la gerencia.

Coordinar y participar de las reuniones a las que sea convocada.

Coordinar con la Secretaria de gerencia, cualquier actividad del área administrativa.

Custodiar y precautelar por el correcto manejo de la documentación del área comercial.

Elaborar de manera responsable los informes del área comercial dirigidos a Gerencia General.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: CONTADOR GENERAL (CG)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>CONTADOR GENERAL</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional a nivel licenciatura en provisión nacional. Cursos de actualización en impuestos internos.</p> <p>Profesión: Licenciado en Auditoría, Contaduría Pública o ramas afines.</p> <p>Experiencia: 3 años de ejercicio de su profesión. 2 años de presentación de formularios a impuestos internos.</p> <p>Talentos humanos. Liderazgo, compromiso, Proactivo, creativo. Alta capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Medio tiempo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Supervisor de almacén NFU Jefe de almacene GCR Áreas y unidades dependientes</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR Gerencia General Gerente Comercial</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Elaborar los informes contables referidos a la actividad de la empresa.

Realizar los inventarios de bienes, materiales, equipos y otros requeridos por las Gerencias, además de supervisar la conservación y mantenimiento del patrimonio y bienes pertenecientes a la empresa.

5. FUNCIÓN GENERAL

Organizar la documentación contable, para ser presentada junto a los formularios de impuestos internos, referidos a las actividades de la empresa, en cumplimiento de la normativa vigente en el estado plurinacional de Bolivia.

6. DEPENDENCIA

Gerencia Comercial

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Archivar de manera sistemática y ordenada la documentación contable e impositiva de la empresa.

Precautelar por el resguardo de la documentación bajo su cargo.

Organizar y coordinar con el supervisor de almacén de NFU sobre el registro de ingreso de neumáticos al depósito.

Organizar y coordinar con el jefe de almacenes de GCR, el registro de entrada y salida de existencias.

Mantener capacitación permanente y continua sobre nuevas normas impositivas.

Presentar y cancelar formularios a impuestos internos.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

4. OBJETIVO DEL CARGO

Elaborar los reportes de ingreso de NFUa la planta.

Coordinar, evaluar y analizar con el jefe de almacenes de GCR, sobre los balances de ingreso y salida del proceso.

Elaborar en coordinación con la Gerencia de Comercialización y Producción, el plan de recojo de Neumáticos fuera de uso NFU's

5. FUNCIÓN GENERAL

Organizar los reportes de salida para verificación de ventas para que puedan ser valoradas y utilizadas por el departamento contable.

Coordinar con el Jefe de almacenes de GCR, un plan de trabajo con relación a los choferes y ayudantes.

6. DEPENDENCIA

Departamento contable, Gerencia Comercial

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Cumplir con el plan de recojo de neumáticos de la empresa.

Archivar de manera sistemática y ordenada la documentación de registro de ingreso de Neumáticos fuera de Uso NFUa la planta.

Precautelar el resguardo de los registros bajo su cargo.

Organizar y coordinar con los choferes y ayudantes sobre el registro de ingreso de neumáticos al depósito.

Organizar y cumplir en coordinación con los choferes el plan de recolección de NFU's.

Mantener capacitación permanente y continua sobre logística y almacenes.

Precautelar el trato respetuoso hacia el personal de la planta.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: JEFE DE ALMACEN GCR (JG)	
<p><u>1 . NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p><u>JEFATURA</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional a nivel técnico medio Cursos de manejo de paquetes contables.</p> <p>Profesión: Técnico superior en contabilidad o ramas afines.</p> <p>Experiencia: 2 años de ejercicio de su profesión.</p> <p>Talentos humanos. Compromiso, Proactivo, creativo. Alta capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo Completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Choferes Ayudantes de carguío Operarios</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR Gerencia General Gerente Comercial Contador</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Elaborar los reportes de salida de productos de la planta.

Coordinar, evaluar y analizar con el supervisor de almacén de NFU's, sobre los balances de ingreso y salida del proceso.

Elaborar en coordinación con la Gerencia de Comercialización y Producción, el plan de ventas.

5. FUNCIÓN GENERAL

Organizar los reportes semanales de salida de productos, de manera contable para ser valoradas y utilizadas para registro y control.

Coordinar con el Supervisor de almacenes un plan de trabajo con relación a los choferes y ayudantes.

6. DEPENDENCIA

Gerencia Comercial

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Cumplir con el plan de entrega de productos terminados.

Archivar de manera sistemática y ordenada la documentación de salida de productos terminados de los almacenes.

Precautelar con responsabilidad el resguardo de los registros bajo su cargo.

Organizar y registrar con los choferes y ayudantes las salidas de productos terminados.

Organizar en coordinación con los choferes el cumplimiento del plan de distribución de productos terminados.

Mantener capacitación permanente y continua sobre logística y almacenes.

Precautelar el trato respetuoso hacia el personal de la planta.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: CHOFER DE PLANTA (CP)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>CHOFER</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Bachiller.</p> <p>Profesión: Chofer profesional.</p> <p>Experiencia: 2 años de manejo de vehículos de alto tonelaje.</p> <p>Talentos humanos. Responsabilidad, lealtad y voluntad. Alta capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo Completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR Jefe de Almacenes de GCR</p> <p>Supervisor de Almacenes</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Cumplir y operar bajo las instrucciones del supervisor de almacenes el proceso de recolección de NFU's.

Cumplir y Operativizar, bajo las instrucciones del jefe de almacenes de GCR, el despacho de GCR, acero y fibra textil.

5. FUNCIÓN GENERAL

Operativizar los programas de recolección y distribución, coordinando con los ayudantes, el carguío y descargo de los camiones.

6. DEPENDENCIA

Jefe de Almacén de GCR y supervisor de almacén de NFU's

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Operativizar el plan de recolección de NFU

Operativizar el plan de entrega de productos terminados.

Coordinar con los ayudantes, horarios de recolección y despacho.

Cumplir con el plan de recojo elaborado por el supervisor de almacenes de NFU's.

Cumplir con el plan de entregas dispuesto por el Jefe de almacenes de GCR.

Reportar y registrar con el Área Comercial las salidas para cumplimiento de los planes de Recolección y despacho.

Mantener el orden y limpieza de las movilidades de la empresa.

Mantener el trato respetuoso hacia todo el personal de la planta.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: AYUDANTE DE ALMACEN (AA)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>AYUDANTE</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Bachiller.</p> <p>Profesión: Estudiante.</p> <p>Experiencia: No necesaria. Licencia de conducir(deseable)</p> <p>Talentos humanos. Compromiso, lealtad y voluntad. Alta capacidad de trabajo en equipo.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo Completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA</p> <p>SUPERIOR Jefe de Almacenes de GCR Supervisor de Almacenes Choferes</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Apoyar y realizar bajo las instrucciones del supervisor de almacenes el proceso de recolección de NFU's.

Apoyar y realizar bajo las instrucciones del jefe de almacenes de GCR, el despacho de GCR, acero y fibra textil.

5. FUNCIÓN GENERAL

Operativizar los programas de recolección y distribución, coordinando con los choferes el carguío y descargo de los camiones.

6. DEPENDENCIA

Jefe de Almacén de GCR y supervisor de almacén de NFU's

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Operativizar el plan de recolección de NFU

Operativizar el plan de entrega de productos terminados.

Coordinar con los choferes, horarios de recolección y despacho.

Cumplir con el plan de recojo elaborado por el supervisor de almacenes de NFU's.

Cumplir con el plan de entregas dispuesto por el Jefe de almacenes de GCR.

Coordinar con los ayudantes de planta, el ordenamiento de la entrada y salida de materiales al proceso productivo.

Mantener el orden y la limpieza en su puesto de trabajo.

Mantener el trato respetuoso hacia todo el personal de la planta.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: GERENTE PRODUCCION (GP)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>GERENTE DE PRODUCCION</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel licenciatura en provisión nacional.</p> <p><u>Profesión:</u> Ingeniero industrial. Cursos de manejo de residuos sólidos.</p> <p><u>Experiencia:</u> 2 años de ejercicio en área de producción.</p> <p><u>Talentos humanos.</u> Liderazgo, compromiso, proactivo, creativo. Alta capacidad de trabajo coordinado.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Jefe Técnico Operadores Ayudantes Jefe de almacenes Áreas y unidades dependientes</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA SUPERIOR Gerente general</p>

<u>4. OBJETIVO DEL CARGO</u>	
<p>Elaborar el plan de trabajo y objetivos de producción mensuales relacionados a la gestión estratégica coordinada con la gerencia general y el área comercial.</p> <p>Organizar el funcionamiento programado del área de producción, en base a manuales y procedimientos, buscando la mejora continua y la competitividad empresarial.</p>	
<u>5. FUNCIÓN GENERAL</u>	
<p>Fungir como el responsable de gestión comercial.</p> <p>Es responsable de la planificación, organización, dirección, gestión y control de la gerencia de comercialización y del personal encomendado a su cargo.</p>	
<u>6. DEPENDENCIA</u>	
Gerencia General (Miembro del directorio)	
<u>7. FUNCIONES ESPECÍFICAS</u>	
<p>Implementar estrategias que garanticen el proceso de recolección y selección de los residuos.</p> <p>Participar en el establecimiento de las condiciones técnicas del producto en el proceso.</p> <p>Hacer seguimiento a las técnicas y procedimientos empleados en la producción.</p> <p>Vigilar que las funciones asignadas al personal de producción y las metas establecidas se cumplan de acuerdo con la capacitación que se les ha impartido.</p> <p>Realizar una ronda de control diario verificando el correcto desempeño del personal de producción.</p>	
ACTUALIZACIÓN	
FECHA	
FECHA DE ELABORACION	20/01/2015
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: JEFE TECNICO (JT)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>JEFE TECNICO</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel técnico superior en provisión nacional.</p> <p><u>Profesión:</u> Técnico Electromecánico. Conocimiento en paneles de control en sistemas automatizados.</p> <p><u>Experiencia:</u> 2 años con maquinaria industrial.</p> <p><u>Talentos humanos.</u> Liderazgo, compromiso, proactivo. Capacidad de trabajo bajo presión y por objetivos.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Operadores Ayudantes Áreas y unidades dependientes</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA SUPERIOR Gerente de producción</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Elaborar en coordinación con el gerente de producción, el plan de mantenimiento.

Organizar y ejecutar, el mantenimiento, preventivo, correctivo y predictivo de las instalaciones mecatronicas.

Verificar el correcto funcionamiento de la maquinaria y el personal a cargo del proceso.

5. FUNCIÓN GENERAL

Es el responsable del mantenimiento de la maquinaria y equipo.

Es responsable de la co-organización y control de la línea de trituración de Neumáticos y producción de Grano de Caucho Reciclado (GCR) .

6. DEPENDENCIA

Gerencia de Producción.

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Implementar planes de mantenimiento para la línea de producción.

Participar en el establecimiento de las condiciones técnicas de la maquinaria y equipo en el proceso.

Hacer seguimiento a la planificación de la línea de producción.

Vigilar que la maquinaria que interviene en el proceso de producción cumpla con la planificación de la gerencia.

Realizar una ronda de control diario verificando el correcto uso de la maquinaria de producción.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR)	
MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: OPERARIO DE MAQUINARIA (OP)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>OPERARIO DE MAQUINARIA</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Profesional nivel técnico medio, o con conocimiento empírico en mecánica.</p> <p>Profesión: Técnico Mecánico, mecatrónico, ayudante de mecánica.</p> <p>.</p> <p>Experiencia: 2 años para técnico, 5 para empírico.</p> <p>Talentos humanos. Responsabilidad y compromiso. Capacidad de trabajo bajo presión y por objetivos.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>Ayudantes</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA SUPERIOR Gerente de producción</p> <p>Jefe técnico</p>

4. OBJETIVO DEL CARGO

Verificar el estado de la maquinaria antes de iniciar el proceso de producción coordinando con el jefe técnico.

Organizar y ejecutar el proceso productivo diario, con responsabilidad e informando cual irregularidad con la maquinaria al jefe técnico y/o gerente de producción.

Coordinar su trabajo con los ayudantes del área de producción.

5. FUNCIÓN GENERAL

Es el responsable del proceso de producción, desde el deposito de NFU's. al funcionamiento y proceso de la línea de trituración de Neumáticos y entrega de Grano de Caucho Reciclado (GCR) bajo registro, al Jefe de almacenes.

6. DEPENDENCIA

Gerencia de Producción, jefe técnico.

7. FUNCIONES ESPECÍFICAS

Revisar la maquinaria antes de iniciar el proceso de producción.

Apoyar la Implementación de los planes de mantenimiento para la maquinaria en coordinación con el jefe técnico.

Informar a solicitud del gerente de producción, el cumplimiento de la planificación de la línea de proceso.

Instruir y apoyar el aprendizaje de los ayudantes de producción

Vigilar que la maquinaria que interviene en el proceso de producción cumpla con la planificación de la gerencia.

ACTUALIZACIÓN

FECHA

FECHA DE ELABORACION

20/01/2015

FECHA DE ACTUALIZACIÓN:

PLANTA DE RECICLAJE DE CAUCHO(GCR) MANUAL DE FUNCIONES, RESPONSABILIDADES Y TALENTOS HUMANOS	
CARGO ORGANIZACIONAL: AYUDANTE DE OPERACIONES (AOP)	
<p><u>1. NIVEL JERÁRQUICO</u></p> <p style="text-align: center;"><u>AYUDANTE DE OPERACIONES</u></p> <p><u>2. PERFIL DEL CARGO</u></p> <p>Requisitos Mínimos</p> <p>Formación: Bachiller.</p> <p>Profesión: Estudiante de bachillerato, o empleado.</p> <p>Experiencia: No necesaria.</p> <p>Talentos humanos. Responsabilidad, compromiso, capacidad de discernimiento. Capacidad de trabajo bajo presión. Voluntad de aprendizaje y superación.</p> <p>TIEMPO DE TRABAJO Tiempo completo</p>	<p><u>3. UNIDADES DEPENDIENTES</u></p> <p>NINGUNA</p> <p>NOMBRE DE LA UNIDAD INMEDIATA SUPERIOR</p> <p>Gerente de producción Jefe técnico Operarios de Maquinaria</p>

<u>4. OBJETIVO DEL CARGO</u>	
Ejecutar el proceso productivo diario, con responsabilidad e informando cual irregularidad a los operarios de maquinaria, al jefe técnico o al gerente de producción. Coordinar trabajo, bajo supervisión de los operarios de maquinaria.	
<u>5. FUNCIÓN GENERAL</u>	
Es el responsable de apoyar a los operarios de maquinaria durante el proceso de producción, desde el deposito de NFU's. al funcionamiento y proceso de la línea de trituración de Neumáticos hasta la entrega de Grano de Caucho Reciclado (GCR) bajo registro, al Jefe de almacenes.	
<u>6. DEPENDENCIA</u>	
Operarios de maquinaria, Gerencia de Producción, jefe técnico.	
<u>7. FUNCIONES ESPECÍFICAS</u>	
Coadyuvar en la revisión de la maquinaria antes de iniciar el proceso de producción. Informar a solicitud del gerente de producción, el cumplimiento de la planificación de la línea de proceso. Informar a solicitud del jefe técnico, cualquier mal funcionamiento de la maquinaria Prestar atención a las instrucciones de los operarios de maquinaria Entregar bajo registro los sacos del sistema BIG BAG a el área de almacenes.	
ACTUALIZACIÓN	
FECHA	
FECHA DE ELABORACION	20/01/2015
FECHA DE ACTUALIZACIÓN:	

7.4 REMUNERACIONES SALARIALES

Según la ley general del trabajo “Remuneración o salario es el que percibe el empleado u obrero en pago de su trabajo”. No podrá convenirse salario inferior al mínimo.

El salario es proporcional a las funciones, no pudiendo hacerse diferencias por sexo o nacionalidad.

Condiciones de cálculo salarial

Se computan 15 sueldos, 12 mensuales, 2 por aguinaldos y 1 por indemnización.

Se establece el aporte patronal (6,71%) y Seguro social (10%) de acuerdo a ley.

7.4.1 Personal de recolección y distribución

Se considera el personal necesario para la recolección, hasta el proceso de lavado de NFU's, con la salvedad que los ayudantes, de acuerdo al manual de funciones, son operativos también del almacén de GCR.

Estos son los trabajadores que realizan funciones especiales, pues son “compartidos” por los responsables tanto del depósito de los NFU como del almacén de Granulo de caucho reciclado GCR.

Se debe elaborar un plan de trabajo para evitar falencias en el proceso productivo debido a errores de coordinación.

Cuadro 7.1 –Remuneración salarial para el personal de recolección y distribución

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO	TOTAL	TOTAL
	AD	Bs./Mes	US\$/MES	US\$/MES	US\$/AÑO
SUP. DE ALMACEN NFUS	1	3500	503	503	7.543
CHOFER	2	3000	431	862	12.931
AYUDANTES DE ALMACEN	4	2500	359	1.437	21.552
LAVADO Y ALMACENAMIENTO	3	2500	359	1.078	16.164
Sub Total	10	27000	1.652	3.879	58.190
APORTE PATRONAL S.S.		4512		648	7.779
TOTAL A PAGAR		31.512		4.527	65.968

Elaboración propia

7.4.2 Personal de producción

Se considera el personal que trabajara en el galpón de producción, desde el ingreso al área de destalonado hasta la salida del sistema BIG BAG, culminando en el almacenaje de GCR.

Tanto el jefe técnico como los operadores tienen la OBLIGACION de brindar capacitación a los ayudantes.

Cuadro 7.2 –Remuneración salarial para el personal de producción

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO	TOTAL	TOTAL
	AD	Bs./Mes	US\$/MES	US\$/MES	US\$/AÑO
GERENTE DE PRODUCCION	1	6.000	862	862	12.931
JEFE TECNICO	1	4.500	646	646	9.698
OPERADORES	5	2.800	402	2.011	30.172
AYUDANTES OPERATIVOS	4	2.500	359	1.437	21.552
JEFE DE ALMACEN GCR	1	3.500	503	503	7.543
AUX. DE ALMACEN	1	2.500	359	359	5.388
Sub Total	10	27.000	1.652	3.879	58.190
APORTE PATRONAL y S.S.		4.511		648	7.779
TOTAL A PAGAR		31.512		4.527	65.968

Elaboración propia

7.4.3 Personal administrativo

Se concentra a todo el personal administrativo en una sola area de trabajo, para una comunicación asertiva.

Los 3 gerentes se encuentran en este grupo, además del personal de apoyo como son, las secretarias y el auxiliar de oficina.

El departamento contable es parte del personal administrativo.

El salario referido al portero (sereno) de las instalaciones, es también parte del cálculo salarial, realizado.

Cuadro 7.3 – Remuneración salarial para el personal administrativo

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO	TOTAL	TOTAL
	AD	Bs./Mes	\$/US/MES	\$/US/MES	\$/US/AÑO
GERENTE GENERAL	1	9.000	1.293	1.293	19.396
GERENTE DE VENTAS	1	6.000	862	862	12.931
SECRETARIA	2	2.800	402	804	12.069
CONTADOR	1	3.500	503	503	7.543
AUXILIAR DE GERENCIA	1	2.500	359	359	5.388
SERENO	1	2.500	359	359	5.388
Sub Total	7	29.100	3.779	4.181	62.715
APORTE PATRONAL y S.S.		4.863		699	8.384
TOTAL A PAGAR		33.963		4.880	71.099

Elaboración propia

El resumen de la remuneración salarial, por área de trabajo, referido a la producción de GCR, se encuentra en el cuadro siguiente:

Cuadro 7.4–Total de la remuneración salarial

DESCRIPCION	CANTIDAD	TOTAL	TOTAL	TOTAL
	D	Bs./MES	\$/US/MES	\$/US/AÑO
RECOLECCION Y ACOPIO	10	31.512	4.527	65.968
PROCESO DE PRODUCCION	13	47.268	6.791	98.953
ADMINISTRACION DE PLANTA	7	33.962	4.880	71.099
TOTAL MANO DE OBRA	30	112.742	16.198	236.020

Elaboración propia

CAPITULO 8**IMPACTO AMBIENTAL**

En este capítulo vamos a ver los efectos que puede tener el proyecto, tanto a nivel social, como ambiental.

Con el fin de saber qué resultados podemos esperar del proyecto en general y para tener claros los diversos escenarios que se puedan presentar.

8.1 ANÁLISIS DE IMPACTO SOCIAL

Este tipo de empresa tiene una repercusión muy importante en el ámbito social ya que en primera instancia, crea fuentes de trabajo, para la gente que se encuentra directamente en planta.

Más importante aun es el factor multiplicador, pues se tiene la oportunidad de crear trabajo para terceras personas que a través de MYPES, destinen la utilización de GCR (Granulo de caucho reciclado) a la elaboración de productos “moldurados” como ser autopartes, losetas, muros anti ruidos, etc.

Con esto además de lograr que se creen plazas de trabajo, estamos contribuyendo con la limpieza de carreteras, ríos, quebradas, laderas, etc.

Esto también es una gran oportunidad para mantener el ornamento de la ciudad y sus alrededores.

Esto resulta muy importante ya que al apoyar la labor de una ciudad más limpia, en ambos municipios, también se apoya el turismo y al bienestar de los habitantes.

Otro aspecto social muy importante de la recolección de llantas es que estas son un lugar perfecto para que se produzca un almacenamiento involuntario de agua.

Este es un problema grave ya que por lo general este es el lugar perfecto para la proliferación de plagas, como ratones, que suelen utilizar a las llantas como hogar.

Con la disminución de estos criaderos de mosquitos y ratones, estaríamos disminuyendo los riesgos de enfermedades que se puedan llegar a dar, eliminando una fuente importante en donde los portadores de estas enfermedades se crían, constituyéndose en un importante aporte a la salud de la sociedad.

8.2 IMPACTO AMBIENTAL

Uno de los problemas más grandes de la humanidad en las últimas épocas, es el deterioro del medio ambiente, ya sea el aire, el suelo o el agua.

Las llantas son uno de los peores contaminantes, ya que son de una degradación muy lenta que puede tardar desde 500 hasta mil años, lo cual significa que pueden contaminar por mucho tiempo hasta volverse inofensivas.

Para una mejor comprensión y desde un enfoque químico, los principales componentes de una llanta son:

Cuadro 8.1–Materiales y sustancias que componen un neumático

MATERIALES	Porcentajes en peso
Caucho y elastómeros	48 %
Negro de humo	22 %
Metal	15 %
Textiles	5 %
Oxido de Zinc	1 %
Azufre	1 %
Aditivos	8 % (1%Cloro)

<http://www.signus.es/tabid/56/composicion.html>

A nivel mundial, una de las soluciones que se encontró hace algún tiempo atrás era incinerar todas estas llantas, con el fin de hacerlas desaparecer, pero lo único que se logró fue limpiar el suelo, para contaminar el aire.

La quema de estas produce grandes cantidades de dióxido-monóxido de azufre, así como también cantidades muy importantes de dióxido y monóxido de carbono, que como es de conocimiento general, causan serias lesiones al medio ambiente.

Los aditivos, azufre y el porcentaje de cloro que constituyen los neumáticos, producen un daño extremo a la atmósfera y a la capa de ozono debido a los gases que son conocidos como gases invernadero.

Debido a que en la composición de un neumático, se tiene el 1% de su peso en cloro se forma otros elementos llamados que se da al quemar llantas, las llamadas dioxinas.

Estas generalmente se producen cuando se quema neumáticos, como combustible, en las cementeras, o en el caso de nuestros municipios como se daba en las ladrilleras de las laderas de la urbe paceña y alteña, como elemento primordial en sus hornos.

Esto es algo muy grave ya que se producen grandes cantidades de dioxinas, mercurio, hidrocarburos, y metales pesados como Plomo, zinc, níquel y vanadio, ya que no solo contamina el medio ambiente sino que también se contamina con los residuos que resultan de la incineración.

Existen 2 tipos de dioxinas:

- Policarbonatos di benceno p dioxinas
- Policarbonatos di benceno forano.

Existen más 220 compuestos en la composición química de las dioxinas, muchos de los cuales producen toxinas en los mamíferos:

Las intoxicaciones pueden ser:

Intoxicaciones agudas y subagudas

Lesiones en la piel igual a quemaduras, anorexias, irritabilidad, diarreas.

Intoxicaciones crónicas

Cefalea, hiper pigmentación, alteraciones en el metabolismo hepático y hasta mutaciones.

Según estudios se encontró que el problema de las dioxinas puede ser eliminado si el horno donde se realiza la incineración se encuentra sobre los 1450°C.

Debido a la quema de neumáticos se pueden dar enfermedades como irritación de los ojos, irritación de las membranas mucosas, y afección al sistema respiratorio.

Con la incineración de neumáticos, el riesgo de enfermedades muta génicas es 16 veces mayor que con la quema de madera.

Como resultado de la incineración, no solo se contamina el aire en grandes cantidades, sino que también se producen desechos líquidos y sólidos, los cuales también contaminan muchísimo el suelo y las aguas superficiales.

Además se encontró que por cada neumático que se incinera se obtiene 1.13 Kg de escoria metálica, 0.49Kg de Yeso, y 0.27Kg de ceniza con alto contenido de Zinc (aproximadamente 45%).

8.2.1 Contaminación por quema de neumáticos al ambiente

La incineración al aire libre de neumáticos es la amenaza más grave para el medio ambiente ya que en esta práctica insalubre, no existen filtros, ni medios de purificación que retengan a los elementos más peligrosos, si no que estos son liberados al aire causando un daño aún más grave y también los residuos resultantes, contaminan directamente al suelo y a las aguas superficiales.

Los contaminantes que se dan por la quema al aire libre de neumáticos:

- Monóxido de Carbono
- Dióxido de Carbono
- Dióxido de azufre
- Óxido de nitrógeno
- Óxido de Zinc
- Óxido de Plomo
- Hollín
- Furanos
- Tolueno
- Xileno
- Fenoles

Por lo expuesto, se puede expresar que este proyecto es altamente atractivo, desde un enfoque ambiental, pues la amenaza que presentan los neumáticos, tanto físicamente, como en su disposición final es muy negativa para el medioambiente, en nuestros municipios que carecen de políticas para este tipo de desechos.

8.2.2 Impacto ambiental del proceso de producción

El método de reciclaje de neumáticos y caucho en general, aplicado para la ingeniería del proyecto es un método totalmente amigable con el medio ambiente.

Al procesar los neumáticos, no se generan residuos tóxicos, ya que es un proceso de trituración y separación de componentes, por lo cual no representa amenaza alguna para el medio ambiente, como el generado por incineración, aun esta sea controlada.

Se presenta una alternativa para la disminución de la contaminación ambiental, ya que el proceso no genera ninguna emisión al aire, sin ningún desperdicio, para desechar el suelo y sin ningún fluido que pueda parar en las aguas superficiales, es un método tecnológicamente difundido a nivel regional y mundial.

Un beneficio indirecto, ambiental y positivo, derivado del proyecto, es la reducción en la tala de árboles, que va más allá del hecho de que se corte un árbol, pues se implica una alteración de los ecosistemas.

Debido a que los árboles de caucho, se encuentran por lo general en la Amazonía y en la costa, estaríamos ayudando a proteger dos de los ambientes considerados como pulmones del mundo ya que las personas que se dedican a buscar y cortar árboles de caucho, afectan de gran manera, en su afán de encontrar caucho natural, cortan una infinidad de árboles de otras especies, con el fin de llegar a los árboles de caucho.

Con esta práctica, no solo afectan el ambiente mundial, sino que también eliminan una gran parte del hábitat de cientos de especies.

En suma, el impacto generado por el presente proyecto es positivo para el medio ambiente y contribuye a su preservación.

El proceso de producción por trituración, por tratarse de un proceso mecanizado, es inocuo para todo el personal de la planta.

CAPITULO 9**ANALISIS FINANCIERO**

Mediante este estudio se determinó la viabilidad financiera, aplicando el enfoque clásico de evaluación de proyectos, referido al cálculo de variables económicas convencionales bajo normas de evaluación financiera.

9.1 DETERMINACION DE INGRESOS

De acuerdo al número de neumáticos estimados para la vida útil del proyecto, y en función del porcentaje constituyente en cada llanta, se puede establecer los volúmenes de producción por kilogramo.

Cuadro 9.1 – Volúmenes de recuperación proyectados (En Toneladas)

Material	2016	2017	2018	2019	2020
Caucho (Ton)	2566	2648	2726	2800	2872
Acero (Ton)	550	567	584	600	615
Fibra textil (Ton)	550	567	584	600	615
TOTAL	3666	3783	3894	4000	4103
Material	2021	2022	2023	2024	2025
Caucho (Ton)	2942	3010	3076	3168	3232
Acero (Ton)	630	645	659	679	692
Fibra textil (Ton)	630	645	659	679	692
TOTAL	4203	4300	4394	4526	4617

Fuente: Elaboración propia

En función de valores de mercado, se plantea precios de venta por Toneladas para los dos principales componentes, es decir para el caucho y el acero.

En el caso de la fibra textil, no se le asigna un precio de venta, por no existir un mercado para este producto.

Más aun, se plantea el despacho de esta para su uso en parques y plazas, como un material de relleno, que por su densidad no se puede levantar con la fuerza normal del viento, pudiendo ser decorativa y funcional.

Cuadro 9.2 – Precio de venta por Tonelada (En dólares americanos)

	\$us/Ton
Caucho	500
Acero	1.000

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los planteamientos referidos a la proyección de volúmenes de producción y precios de venta en el mercado, se establece el siguiente cuadro de ingresos estimados.

Cuadro 9.3 – Ingresos proyectados (En dólares americanos)

Gestión	2016	2017	2018	2019	2020
Caucho	1.283.200	1.323.931	1.362.767	1.400.050	1.436.038
Acero	549.943	567.399	584.043	600.021	615.445
TOTAL	1.833.143	1.891.331	1.946.810	2.000.072	2.051.483
Gestión	2021	2022	2023	2024	2025
Caucho	1.470.932	1.504.893	1.538.052	1.584.154	1.615.820
Acero	630.400	644.954	659.165	678.923	692.494
TOTAL	2.101.332	2.149.848	2.197.218	2.263.077	2.308.314

Fuente: Elaboración propia

Los mayores ingresos son los relacionados al caucho, pues constituye el 70% de cada neumático fuera de uso.

El acero obtenido, posee un valor como material para reciclaje, que es reutilizado para la elaboración de viguetas pretensadas.

Se descarta valor comercial de la fibra textil, pues no cuenta con valor de mercado.

9.2 INVERSION EN ACTIVOS

Las inversiones requeridas para el proyecto, son destinadas en primera instancia para la adquisición de un sistema automatizado de trituración.

En segunda instancia la inversión considera la construcción y obras civiles requeridas para las instalaciones y oficinas planteadas en los capítulos 5 y 6.

9.2.1 Inversión en maquinaria y equipo.

La inversión en maquinaria y equipo se establece de acuerdo al proceso de producción establecido.

Para el cálculo económico se agrupa el equipo y maquinaria por áreas de trabajo, para determinar la inversión y su análisis.

Pre trituración.

Se considera equipo de lavado, destalonado y triturado primario del proceso de producción de GCR.

Cuadro 9.4 – Inversión en Maquinaria y equipo de pre trituración

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO \$us/Unid	TOTAL \$US
Bomba de agua hidráulica(7,5 HP)	PIEZA	2	2.150	4.300
Destalonadora hidráulica	PIEZA	1	150.000	150.000
Triturador Primario B 1350	PIEZA	1	304.425	304.425
Cinta transportadora	PIEZA	1	27.000	27.000
Criba estrellada	PIEZA	1	54.000	54.000
Cinta transportadora	Unid.	1	32.400	32.400
Cinta transportadora	Unid.	1	27.000	27.000
Cinta transportadora	Unid.	1	27.000	27.000
Panel de control SIEMENS	PIEZA	1	43.200	43.200
TOTAL				669,325.00

Fuente: Elaboración propia

La destalonadora es un equipo de tipo hidráulico, de acción rápida y de alta capacidad de respuesta.

El triturador primario es la base del proceso de trituración, pues desempeña el trabajo de devastar al neumático, su buen funcionamiento coadyuva al desempeño de los equipos que continúan en la línea de producción de la planta.

El panel de control presentado en esta sección y las posteriores, tiene un botón de emergencia, para corte de energía, esto como una medida de seguridad industrial en la planta.

Granulado y separación de componentes.

El material alimenta la máquina a través de una tolva que cuenta con una abertura superior. A continuación pasa a ser triturado mediante cuchillas rotativas y dos líneas de cuchillas estáticas.

Tras el proceso de triturado, el material es seleccionado por la criba, ya que si éste cuenta con un tamaño menor que la perforación de la misma cae, pero si por el contrario el tamaño implica mayor grosor estas partículas serán de nuevo remitidas mediante las cuchillas del rotor a las cuchillas estáticas.

A partir de este momento, se iniciaría de nuevo el proceso de triturado, el cual será repetido hasta que el material cuente con el tamaño requerido por los orificios de la criba

Los sistemas de separación están instalados en esta línea, conteniendo el ingreso de metales y fibras textiles al micronizador, es decir que solo pase los elementos de goma que constituyen a los Neumáticos Fuera de Uso

Por la potencia ejercida, el granulador es la pieza más importante y de mayor costo de este proceso.

El separador de componentes metálicos, es un electroimán de alta potencia, esto evitara el paso de residuos al micronizador.

La fibra textil, se extrae a través de un ciclón, que permite separar los mismos sin levantar residuos al ambiente que pudieran afectar la respiración de los operarios.

Cuadro 9.5 – Inversión en Maquinaria y equipo para granulado y separación de componentes

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO \$us/Unid	TOTAL \$US
Depósito aprox. 7m ³	PIEZA	1	54.000	54.000
Cinta transportadora	PIEZA	1	21.600	21.600
Granulador, tipo U 1700, 160kW	PIEZA	1	322.650	322.650
Cinta vibratoria	UNIDAD	1	23.760	23.760
Separador magnético	PIEZA	1	46.440	46.440
Tornillo	PIEZA	1	10.800	10.800
Cinta transportadora	UNIDAD	1	21.600	21.600
Granulador, tipo U 1200, 90kW	PIEZA	1	225.720	225.720
Banda vibratoria	UNIDAD	1	23.760	23.760
Separador magnético	PIEZA	1	46.440	46.440
Tornillo	UNIDAD	1	10.800	10.800
Cinta transportadora	UNIDAD	1	21.600	21.600
Cinta transportadora	UNIDAD	1	57.456	57.456
Ciclón de extracción textil	PIEZA	1	59.400	59.400
Panel de control SIEMENS	PIEZA	1	56.160	56.160
TOTAL				1.002.186

Fuente: Elaboración propia

Micronizado y almacenaje.

El Micronizado es el proceso que define la calidad del producto y acorde al tamaño de malla de salida, las aplicaciones a las que será destinada en el mercado.

El segundo proceso es el sistema BIG BAG de almacenamiento, que permite un manejo industrial de los componentes de salida del proceso.

Cuadro 9.6 – Inversión en Maquinaria y equipo para micronizado y almacenaje

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO \$us/Unid	TOTAL \$US
Tornillo	PIEZA	1	10.800	10.800
Criba de selección	UNIDAD	1	69.120	69.120
Tornillo	PIEZA	1	10.800	10.800
Silo	PIEZA	1	54.000	54.000
Banda de tornillo	UNIDAD	1	32.400	32.400
Molino, 90kW	PIEZA	1	237.600	237.600
Sistema BIG BAG	PIEZA	1	59.400	59.400
Panel de control SIEMENS	PIEZA	1	56.160	56.160
			TOTAL	530.280

Fuente: Elaboración propia

Costes de Importación.

Acorde al arancel de empresas importadoras en nuestro país se estima el 5% del valor total de la maquinaria pues la adición de ambos se registra en el flujo de caja.

Cuadro 9.7 – Inversión total en Maquinaria y equipo

DESCRIPCION	MONTO (\$us)
COSTO TOTAL DE LA MAQUINARIA Y EQUIPO	2.201.791
Costes de importación (5%)	110.090
TOTAL INVERSION EN MAQUINARIA Y EQUIPOS	2.311.881

Fuente: Elaboración propia

Por tanto la inversión requerida para la importación de la maquinaria para la planta asciende a dos millones trescientos once mil ochocientos ochenta y un Dólares

9.2.2 Inversión en vehículos

Con relación a la adquisición de movilidades para el proyecto, se diferenciarán 3 áreas:

1. Recolección de NFU. Para este proceso, se requiere un camión de remolque
2. además de un acople de carga, que permita traer los neumáticos usados de los puntos de recojo.
3. Movilidades para el área administrativa Se destina una vagoneta 4x4 para funciones de gerencia, es decir las referidas a visitas y reuniones de coordinación con la municipalidad, además de una camioneta con las mismas características que realice apoyo en distribución y mantenimiento.
4. Movilidades para distribución de GCR. Consistente en 2 camiones de 20 Ton. para entregas que se dispongan en las alcaldías de La Paz y El Alto.

Los camiones medianos con capacidad de carga de 20 Toneladas, funcionaran como vehículos de apoyo para la recolección de centros de acopio municipal o vecinal.

El vehículo de alto tonelaje debe contar con un plan de recolección estricto, puesto que su utilización tiene un costo elevado referido a combustible y sobretodo a la logística de transito en nuestras ciudades.

Cuadro 9.8 – Inversión total en Movilidades

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO (\$us/Unid)	TOTAL \$us
1	Camión de remolque	Unidad	1	80.000	80.000
1	Acople de carga de 30 ton.	Unidad	1	65.000	65.000
2	Camionetas doble cabina	Unidad	1	45.000	45.000
2	Vagoneta todo terreno	Unidad	1	35.000	35.000
3	Camión mediano (20 ton)	Unidad	2	45.000	90.000
Total inversión en vehículos					315.000

Fuente: Elaboración propia

9.2.3 Inversión intangibles

Se considera la adquisición de acciones telefónicas y Estudios complementarios de acuerdo a normativa vigente en nuestro país.

Cuadro 9.9 – Inversión en intangibles

DESCRIPCION	MONTO (\$us)
2 ACCIONES TELEFONICAS	800
DISEÑO DEL PROYECTO	
Replanteo e ingeniería	10.000
Estudio de Factibilidad	10.000
Estudio de Impacto Ambiental	15.000
Sub total diseño de proyecto	35.000
TOTAL INVERSION INTANGIBLES	35.800

Fuente: Elaboración propia

9.2.4 Inversión en equipos de computación

Son equipos de computación para el área administrativa, a ser destinados a las diferentes gerencias de la empresa, además del departamento contable, el sistema será administrado mediante intranet.

Cuadro 9.10 – Inversión en Equipos de computación

Cant.	DESCRIPCION	MONTO(\$us)
1	Equipo completo i7 4ª Generación	800
6	Equipos completos i7	4.500
1	Impresora laser	350
3	Impresora a chorro	600
TOTAL EQUIPOS DE COMPUTACION		6.250

Fuente: Elaboración propia

9.3 INVERSIÓN EN OBRAS CIVILES.

Se agrupa las mismas de acuerdo a su funcionalidad, es decir

1. Áreas destinadas a producción y su personal desde el lavado hasta el almacén.
2. Depósito de Neumáticos (por ser al aire libre)
3. Áreas administrativas y oficinas
4. Portería

De acuerdo a lo establecido en el capítulo 5, el área del depósito de Neumáticos Fuera de Uso (NFU), tendrá capacidad para que la planta funcione con autonomía de trabajo de 1 mes.

Cuadro 9.11 – Dimensionamiento de áreas para la planta

Nº	AREA DE TRABAJO	Dimensión	Área m2
1	Depósito de Neumáticos fuera de uso	43x17,5	752.5
2	Área de destalonado	10x3	30
3	Área de Lavado y reposo de NFUs	10x10	100
4	Área de maquinas y equipos	30x14,5	435
5	Área de supervisión y mantenimiento	8x4,5	36
6	Deposito de producto terminado	17,5x10	175
7	Área de duchas y baños	7,5x3	22.5
8	Área administrativa	12x7,5	90
9	Portería y serenazgo	6,3x6	37.8
TOTAL			1678.8

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al área estimada para la planta se destina un monto de 50.000 dólares americanos, para la adquisición del terreno.

Para el esquema de la planta se requiere un terreno de 2000 m², que es un área óptima para establecer las instalaciones

El área 7, 8 y 9, correspondiente a los baños y duchas de los operarios, las oficinas de gerencia y administración y la portería se dimensionan en función de medidas y distribuciones ergonómicas.

9.3.1 Inversión Obras civiles para producción y personal

Comprende las áreas de lavado, producción, almacenaje y baños del personal.

a. Área de destalonado y lavado (sector 2 y 3)

Es donde los neumáticos van para ser lavados y se les quita el centro metálico, antes de ingresar al área de pre trituración.

Cuadro 9.12 – Inversión en Obras civiles para el área de destalonado y lavado

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Zapatas	m3	2,98	2676	7976	1146
Cimientos	m3	11,04	673	7434	1068
Excavación	m3	2,98	79	236	34
Sobrecimiento	m3	3,12	1177	3671	527
Piso de cemento con contra piso	m2	130	159	20686	2972
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	112	177	19836	2850
Cubierta de calamina Nº 28	m2	137	267	36554	5252
Puerta metálica de plancha 1/16 (10x3)	m2	30	896	26874	3861
Ventana metálica perfil angular (8*1,5)	m2	12	314	3762	541
impermeabilización de sobre cimientos con poliuretano	m2	3,12	42	131	19
BASE PARA BOMBA DE AGUA Hº Aº (3 x 2)	m2	6	3917	23500	3376
Tanque de agua de 2300 Lt.	Pza.	2	3334	6668	958
Total área de destalonado y lavado					22.605

Fuente: Elaboración propia(TC 6.96 Bs/\$us)

b. Área de Maquinas (sector 4)

Donde se instalan todos los equipos de la planta, con excepción de la destalonadora, es decir desde la pretrituradora, hasta la embolsadora.

Es la denominada nave industrial donde también se albergara el área de supervisión y mantenimiento.

Es el centro neurálgico, pues su funcionamiento inicia con la recepción de neumáticos destalonados y concluye con el despacho al área del depósito de productos terminados.

Cuadro 9.13 – Inversión en Obras civiles para el área de Máquinas

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Zapatatas	m3	23,8	2676	63697	9152
Cimientos	m3	21,36	673	14384	2067
Excavación	m3	45,15	79	3571	513
Sobrecimiento	m3	8,79	1177	10342	1486
Piso de cemento con contrapiso	m2	475	159	75582	10859
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	809	177	143282	20586
Cubierta de calamina N° 28	m2	452	267	120603	17328
Revoque interior de yeso	m2	809	71	57326	8236
Pintura en interiores latex o similar	m2	809	39	31405	4512
Puerta metálica de plancha 1/16 (5x3)	m2	15	896	13437	1931
Ventana metálica perfil angular (3*1,5)	m2	36	314	11287	1622
Total área de maquinas					78.293

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

c. Área de Supervisión y mantenimiento (Sector 5)

Aquí se instala el centro de monitoreo de las operaciones referidas a la producción, además de un ambiente para almacenaje de repuestos para los equipos y maquinas.

Cuadro 9.14 – Inversión en Obras civiles del área de Supervisión

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	34,25	177	6066	872
Revoque cielo falso (incluye maderamen)	m2	32	257	8233	1183
Revoque exterior con CAL - CEMENTO - ARENA+IMPERMEABILIZANTE	m2	36	147	5302	762
Revoque interior de yeso sobre muro de ladrillo	m2	45,5	71	3224	463
Piso parquet tajibo	m2	36	229	8229	1182
zócalo de madera cedro	m	25	47	1168	168
Pintura en interiores latex o similar	m2	45,5	39	1766	254
Cubierta de calamina Nº 28	m2	37,8	267	10086	1449
2 Puertas de madera cedro tablero con marco 2" X 4" (2x1)	m2	4	857	3426	492
2 Ventana metálica perfil angular(1*1,5)	m2	3	314	941	135
Total área de supervisión y mantenimiento					6.960

Fuente: Elaboración propia(TC 6.96 Bs/\$us)

d. Deposito de producto terminado (Sector 6)

En este sector concentramos los 3 elementos resultantes del proceso de producción, es decir la fibra textil, los residuos metálicos de acero y el Grano de Caucho reciclado.

Cuadro 9.15 – Inversión en Obras civiles del Deposito de productos terminados

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Zapatas	m3	2,98	2676	7976	1146
Cimientos	m3	13,2	673	8889	1277
Excavación	m3	2,98	79	236	34
Sobrecimiento	m3	5,4	1177	6354	913
Piso de cemento con contra piso	m2	175	159	27846	4001
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	178	177	31526	4530
Cubierta de calamina Nº 28	m2	184,5	267	49228	7073
Revoque interior de yeso sobre muro de ladrillo	m2	178	71	12613	1812
Pintura en interiores latex o similar (dos manos)	m2	178	39	6910	993
Puerta metálica de plancha 1/16 (5x3)	m2	15	896	13437	1931
Puerta metálica de plancha 1/16 (10x3)	m2	30	896	26874	3861
2 Ventana metálica perfil angular (4*1,5)	m2	12	314	3762	541
Total del deposito de producto terminado					28.111

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

e. Área de duchas y baños (Sector 7)

Se encuentra apegada a la nave industrial y está dividida en dos áreas;

- En la primera se encuentran los servicios higiénicos diferenciados para varones y para mujeres.
- En la segunda, existe una batería de 4 duchas con casilleros, para los empleados del área de producción.

Cuadro 9.16 – Inversión en Obras civiles para el área de duchas y baños

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	41,75	177	7394	1062
Revoque exterior con CAL	m2	32,5	147	4787	688
Pintura exterior	m2	32,5	49	1585	228
Revoque cielo falso (incluye maderamen)	m2	22,5	257	5789	832
Piso de cemento con contrapiso	m2	22,5	159	3580	514
piso cerámica antideslizante	m2	22,5	265	5970	858
Zócalo de cerámica esmaltada	m	20	45	891	128
Inodoro de tanque bajo (Prov. Y colocacion)	Pza	3	830	2489	358
Urinario de porcelana c/grif. (P y C)	Pza	2	794	1589	228
Lavamanos con pedestal y grifería (P y C)	Pza	2	636	1271	183
Duchas	Pza	3	1504	4513	648
Base de ducha 0,80x0,80 m (P y C)	Pza	3	332	995	143
Revoque interior de yeso sobre muro	m2	71,75	71	5084	730
Pintura en interiores látex o similar	m2	28,25	39	1097	158
Revestimiento cerámica esmaltada nal.	m2	43,5	239	10408	1495
2 Puertas de madera cedro tablero con marco 2" X 4" (2x1)	m2	4	857	3426	492
6 puertas de melamínico (2x0,8) especial para baños	m2	9,6	563	5407	777
3 Ventana metálica perfil angular (4*1,5)	m2	3,25	314	1019	146
Cubierta de calamina N° 28	m2	26,25	267	7004	1006
Área de duchas y baños					10.675

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

9.3.2 Obras civiles para el muro perimetral y la recepción de Neumáticos Usados

El área del depósito será de malla olímpica y abierta, además en este se incluye el cálculo del muro perimetral para toda la planta, con una altura de 5 metros.

Cuadro 9.17 – Inversión en Obras civiles para el depósito de NFU

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Muro perimetral de ladrillo 6H E=0,12 M (70x54) de 5 m	m2	1.240	177	219.616	31.554
Piso de cemento con contrapiso	m2	718	159	114.169	16.404
Malla olímpica (Alambre Galvanizado 7x7) c/ tubo F G 2"	m2	555	202	111.905	16.078
2 Puertas metálica c/ malla olímpica	m2	30	601	18.034	2.591
Total obras civiles depósito y muro perimetral					66.627

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

9.3.3 Inversión Obras civiles para el área administrativa y porteria

Para las oficinas de gerencia, además de las áreas de servicio y salas de reuniones.

Cuadro 9.18 – Inversión en Obras civiles para el área administrativa

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Piso de cemento con contrapiso	m2	93,75	159	14.918	2.143
Piso de enlucido fino (1 cm)	m2	93,75	49	4.606	662
Piso parquet tajibo	m2	80	229	18.286	2.627
Alfombrado p/alto trafico	m2	51	138	7.013	1.008
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	143,8	177	25.468	3.659

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

Cuadro 9.18 – Inversión en Obras civiles para el área administrativa

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Revoque exterior con CAL - CEMENTO - ARENA+IMPERMEABILIZANTE	m2	85,8	147	12.637	1.816
Pintura exterior Látex o similar	m2	85,8	49	4.184	601
Revoque interior de yeso sobre muro	m2	58	71	4.110	591
Pintura en interiores látex o similar	m2	58	39	2.252	324
Revoque cielo falso (incluye maderamen)	m2	90	257	23.154	3.327
zócalo de madera cedro	m	70,5	47	3.294	473
piso cerámica antideslizante	m2	10	265	2.653	381
Zócalo de cerámica esmaltada	m	11	45	490	70
Revestimiento cerámica esmaltada	m2	24	239	5.742	825
Inodoro de tanque bajo (P y C)	Pza.	4	830	3.319	477
Lavamanos con pedestal y grifería (P y C)	Pza.	2	636	1.271	183
Cubierta de calamina Nº 28	m2	100	267	26.682	3.834
Puerta de cedro marco 2" X 4" (2x1,5)	m2	3	857	2.570	369
7 Puerta cedro marco 2" X 4" (2x1)	m2	14	857	11.991	1.723
4 puerta p/ baños (1,5x0,8)	m2	4,8	503	2.412	347
Ventana metálica aluminio (2x1,5)	m2	3	702	2.106	303
ventana de aluminio c/vidrio doble/accesorios gerencia (1,5x1)	m2	1,5	702	1.053	151
2 Ventana aluminio oficina(1,5x1,2)	m2	3,6	702	2.527	363
2 Ventana aluminio para baños (0,5x0,3)	m2	0,3	702	211	30
Total infraestructura oficinas					26.286

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

El área de portería es un ambiente independiente, con baño y cocina para el conserje.

Cuadro 9.19 – Inversión en Obras civiles para la portería

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	VALOR (Bs)	TOTAL Bs.	TOTAL \$us
Piso de cemento con contrapiso	m2	159	4.614	663	159
Piso de enlucido fino (1 cm)	m2	49	1.425	205	49
Piso parquet tajibo	m2	229	3.771	542	229
Muro de ladrillo de 6H E=0,12 M	m2	177	16.693	2.398	177
Revoque exterior con CAL	m2	147	8.137	1.169	147
Pintura exterior	m2	49	2.695	387	49
Revoque interior de yeso sobre muro	m2	71	2.764	397	71
Pintura en interiores látex o similar	m2	39	1.514	218	39
Revoque cielo falso (incluye maderamen)	m2	47	1.682	242	47
piso cerámica antideslizante	m2	47	935	134	47
Zócalo de cerámica esmaltada	m	265	995	143	265
Revestimiento cerámica esmaltada	m2	265	2.322	334	265
Cubierta de calamina Nº 28	m2	45	810	116	45
Inodoro de tanque bajo (P y C)	Pza.	239	538	77	239
Lavamanos con pedestal y grifería (P y C)	Pza.	267	7.738	1.112	267
Puerta con marco 2" X 4" (2x1)	m2	830	830	119	830
3 Puerta de madera con marco 2" X 4"	m2	636	636	91	636
Ventana dormitorio (1x1)	m2	857	1.713	246	857
Ventana baño(0,5x0,5) y cocina(1,5x1)	m2	857	4.111	591	857
Total infraestructura portería					9.308

Fuente: Elaboración propia (TC 6.96 Bs/\$us)

Cuadro 9.20 – Inversión total en Obras civiles

SECTOR	DESCRIPCION	TOTAL \$US
1	Deposito de Neumáticos y muro perimetral	66.627
2-3	Área de destalonado y lavado	22.605
4	Área de maquinas	78.293
5	Área de supervisión y mantenimiento	6.960
6	Deposito producto terminado (gcr)	28.111
7	Área de duchas y baños	10.675
8	Infraestructura administrativa	26.286
9	Portería (Con baño y cocina)	9.308
TOTAL INVERSION EN INFRAESTRUCTURA		298.864

Fuente: Elaboración propia

9.3.4 Inversión en muebles y enseres

Cuadro 9.21 – Muebles y enseres para la gerencia general

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO \$us/Unid	TOTAL \$us
AREA DE REUNIONES				4.080
Estantes de madera	Pza.	4	500	2.000
Mesa de reuniones para 12 personas	Pza.	1	1.000	1.000
Sillas	Pza.	12	65	780
Pizarra acrílica	m ²	4	25	100
Gabetero mediano	Pza.	1	200	200
GERENCIA GENERAL				3.050
Estantes de madera	Pza.	2	500	1.000
Escritorio doble	Pza.	1	600	600
silla ejecutiva	Pza.	1	100	100
Sillas	Pza.	3	50	150
juego de living	Pza.	1	1.000	1.000
Gabetero mediano	Pza.	1	200	200

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.22 – Muebles y enseres para las oficinas administrativas

DESCRIPCION	UNIDAD	CANT.	PRECIO \$us/Unid	TOTAL \$us
GERENCIA COMERCIAL				
Estantes de madera	Pza.	1	300	300
Escritorio doble	Pza.	1	450	450
silla ejecutiva	Pza.	1	100	100
Sillas	Pza.	2	50	100
Gabetero mediano	Pza.	1	200	200
Sub Total				1.150
OFICINA ADMINISTRATIVA PLANTA				
Estantes de madera	Pza.	2	300	600
Escritorio doble	Pza.	2	450	900
silla ejecutiva	Pza.	2	100	200
Sillas	Pza.	4	50	200
Gabetero mediano	Pza.	2	200	400
Mesa de trabajo	Pza.	1	300	300
Sub Total				2.600
SECRETARIA GENERAL				
Escritorio doble	Pza.	1	750	750
Silla ejecutiva	Pza.	1	100	100
Sillas para visita	Pza.	2	50	100
Gabetero mediano	Pza.	1	200	200
Sub Total				1.150
RECEPCION				
Escritorio doble	Pza.	1	450	450
silla ejecutiva	Pza.	1	100	100
Banqueta para 6 asientos	Pza.	1	450	450
Sub Total				1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.23 – Muebles y enseres para la portería

MUEBLES DORMITORIO				
	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO (\$us)	TOTAL \$US
Cama de plaza y media	Pza.	1	400	400
velador	Pza.	1	100	100
ropero mediano	Pza.	1	300	300
Colchón de plaza y media	Pza.	1	400	400
Juego de frazadas	Juego	1	100	100
Total Muebles de portería				1.300
ENSERES Y ELECTRODOMESTICOS				
Refrigerador pequeño	Pza.	1	500	500
Cocina de 4 hornallas	Pza.	1	450	450
Mueble de cocina	Pza.	1	100	100
Total electrodomésticos de portería				1.600

Fuente: Elaboración propia

9.4 COSTOS DE INSTALACION Y MONTAJE

Se estima un 5% del valor de la maquinaria por año, destinado a instalación y montaje.

Para los equipos de computación se destina un 15% del valor para montaje.

Cuadro 9.24 – Costos de instalación y montaje de maquinaria y equipo

DESCRIPCION	MONTO \$us
Maquinaria y equipo de Pre trituración	33.466
Maquinaria y equipo de Granulado	50.109
Maquinaria y equipo de Micronización	26.514
Computadoras, impresoras y otros	879
Costos de instalación y montaje	110.969

Fuente: Elaboración propia

9.5 COSTOS DE MANTENIMIENTO

Se estima un 2,5% del valor de la maquinaria por año, como monto destinado a mantenimiento.

Cuadro 9.25 – Costos de mantenimiento de maquinaria y equipo

ITEM	DESCRIPCION	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
1	Maquinaria y equipo de Pre trituración	1.073	12.876
2	Maquinaria y equipo de Granulado	2.088	25.055
3	Maquinaria y equipo de Micronización	1.105	13.257
4	Movilidades (transporte)	1.042	12.500
5	Mantenimiento computadoras y otros ((adm.)	350	4.200
Costo total de mantenimiento		5.307	63.687

Fuente: Elaboración propia

9.6 COSTOS EN ENERGIA ELECTRICA AGUA Y COMBUSTIBLES

De acuerdo a las características de la maquinaria y equipo detallado en la ingeniería del proyecto, se establecen los requerimientos energéticos de corriente trifásica.

Para movilidades se estima el consumo energético, en litros de gasolina, pero para este cálculo se deben establecer las variables de análisis.

Cuadro 9.26 – Variables de cálculo para energía y combustibles

DETALLE	Valor
Tasa de cambio (Bs/\$us)	6,96
Litro gasolina (Bs./lt)	3,72
Litro gasolina (\$us./Lt)	0,534
Días de trabajo/mes	20
Kilowatt (Bs/Kw)	0,6

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.27 – Costo del consumo energético del área de lavado y destalonado

DESCRIPCION	CONSUMO Kw/día	CONSUMO Kw/Mes	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
Bomba de 7,5 HP	2	80	7	83
Destalonadora	50	4.000	345	4.138
Triturador Bomatic B 1350 DD	110	8.800	759	9.103
Cinta transportadora	2,2	176	15	182
Criba estrellada	5	400	34	414
Cinta transportadora	3	240	21	248
Cinta transportadora	3	240	21	248
Cinta transportadora	2,5	200	17	207
Panel de control SIEMENS	2	160	14	166
Lavado y destalonado				14.789

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.28 – Costo del consumo energético del área de granulado

DESCRIPCION	CONSUMO Kw/día	CONSUMO Kw/Mes	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
Cinta transportadora	2	80	7	83
Granulador, tipo U 1700, 160kW	160	6.400	552	6.621
Cinta vibratoria	3	120	10	124
Separador magnético	2	60	5	62
Tornillo	2	60	5	62
Cinta transportadora	3	120	10	124
Granulador, tipo U 1200, 90kW	90	3.600	310	3.724

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.28 – Costo del consumo energético del área de granulado

DESCRIPCION	CONSUMO Kw/día	CONSUMO Kw/Mes	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
Banda vibratoria	3	100	9	103
Separador magnético	2	60	5	62
Tornillo	2	60	5	62
Cinta transportadora	3	100	9	103
Cinta transportadora	3	100	9	103
Ciclón de extracción textil	3	120	10	124
Panel de control SIEMENS	2	80	7	83
Área de trituración y granulado				11.359

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.29 – Costo del consumo energético del área de Micronización

DESCRIPCION	CONSUMO Kw/día	CONSUMO Kw/Mes	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
Tornillo	2	60	5	62
Criba de selección	8	300	26	310
Tornillo	2	60	5	62
Banda de tornillo	3	100	9	103
Molino, 90kW	200	8.000	690	8.276
Sistema BIG BAG	3	120	10	124
Panel de control SIEMENS	2	80	7	83
Micronización y embolsado				9.021

Fuente: Elaboración propia

Para el área administrativa, baños y duchas del personal (Sector 7 y 8), se prevé la instalación de un medidor monofásico.

Cuadro 9.30 – Costo del consumo energético del área administrativa

DESCRIPCION	CONSUMO Kw/día	CONSUMO Kw/Mes	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
Consumo oficina	3	480	41	497
Servicios Aux. (Baños, duchas)	2	160	14	166
Área administrativa				662

Fuente: Elaboración propia

Consumo de agua

Se cuenta con 2 tanques de almacenaje de agua, uno instalado en el área de lavado y otro en el área de las oficinas y baños.

Cuadro 9.31 – Costo del consumo de agua

DESCRIPCION	CONSUMO m ³ /día	CONSUMO m ³ / Mes	COSTO \$us/Mes	COSTO \$us/Año
Consumo de agua	20	400	182	2.189

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.32– Consumo de combustible por las movilidades

MOVILIDADES	CONSUMO Lit. / Día	CONSUMO Lit. / Mes	COSTO \$us./Mes	COSTO \$us/Año
Camión de remolque	50	400	214	2.566
Camionetas doble cabina	30	600	321	3.848
Vagoneta todo terreno	25	500	267	3.207
Camión mediano (20 ton)	35	700	374	4.490
Costo total combustible				14.110

Fuente: Elaboración propia

Por tanto el monto total por consumo de energía y combustibles es de 52.274 \$us/Año

9.7 COSTO DE MATERIALES E INSUMOS

Serán detalladas de acuerdo al área de trabajo

Cuadro 9.33 – Costo de materiales e insumos para el área administrativa

DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO \$us/Mes.	MONTO \$us/Año
Material de escritorio	lote	144	1.724
Material de limpieza	lote	36	431
Material eléctrico	lote	22	259
Equipo de seguridad (Extintores y otros)		29	345
Caja chica (pasajes, otros)		287	3.448
Total área administrativa			6.207

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.34 – Costo de materiales e insumos para el área de producción

DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO \$us/Mes.	MONTO \$us/Año
Material de escritorio	lote	36	431
Material de limpieza	lote	50	603
Material eléctrico	lote	72	862
Equipo de seguridad (Extintores y otros)		287	3.448
Caja chica (pasajes, otros)		72	862
Total área de producción			6.207

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.35 – Costo de materiales e insumos para el área de almacenes

DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO \$us/Mes.	MONTO \$us/Año
Material de escritorio	lote	50	603
Material de limpieza	lote	36	431
Material eléctrico	lote	22	259
Equipo de seguridad (Extintores y otros)		72	862
Caja chica (pasajes, otros)		72	862
Total área de almacenes			3.017

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.36 – Costo de insumos para el área de lavado de neumáticos

DESCRIPCION	UNIDAD	MONTO \$us/Mes.	MONTO \$us/Año
Material de limpieza	lote	359	4.310
Equipo de trabajo (uniformes, botas, guantes)	lote	216	2.586
Equipo de limpieza (mangueras, boquillas, etc)	lote	72	862
Total área de almacenes			7.759

Fuente: Elaboración propia

El costo anual estimado para la compra de materiales e insumos es de **23.190 \$us.**

9.8 COSTOS EN MANO DE OBRA

Como costo de mano de obra directa, se considerara a los obreros, técnicos y personal administrativo que estarán a cargo del proceso de elaboración del material, técnicos y personal administrativo, .

Dentro del cálculo se estiman 15 salarios, es decir 12 por pagos mensuales, además de 1 sueldo para indemnización y 2 para aguinaldos.

Por ley se considera, aporte patronal (6,71%) y seguridad social (10%).

El personal a trabajar esta dividido en dos sectores, producción y administración.

a. Personal de producción

Se incluye en primera instancia a los responsables de ingreso de NFU, responsables del proceso productivo, almacenaje de productos terminados y despacho de granulo de caucho, acero y fibra textil.

Cuadro 9.37 – Sueldos y salarios del personal de producción

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO	TOTAL	TOTAL
		Bs./Mes	\$/us/Mes	\$/us/Mes	\$/us/Año
PERSONAL DE RECOLECCION Y DESPACHO					
Supervisor de almacén NFU	1	3.500	503	503	7.543
Chofer (Rec. y despacho)	2	3.000	431	862	12.931
Ayudantes de almacén	4	2.500	359	1.437	21.552
Lavado y almacenamiento	3	2.500	359	1.078	16.164
Sub total	10	27.000	1.652	3.879	58.190
Aporte Pat. y S.S.					7.779
Total personal de recolección y despacho					65.968
PERSONAL DE PRODUCCION					
Gerente de producción	1	6.000	862	862	12.931
Jefe técnico	1	4.500	647	647	9.698
Operadores	5	2.800	402	2.011	30.172
Ayudantes operativos	4	2.500	359	1.437	21.552
Jefe de almacén GCR	1	3.500	503	503	7.543
Aux. de almacén	1	2.500	359	359	5.388
Sub total	13	40.500	3.132	5.819	87.284
Aporte Pat. y S.S.					11.668
Total personal de producción					98.953

Fuente: Elaboración propia (T.C 6.96 Bs/\$us)

b. Personal de administración

Se agrupa a los diferentes gerentes, secretarías y personal de apoyo, incluyendo al sereno de la planta.

Cuadro 9.38 – Sueldos y salarios del personal de administración

DESCRIPCION	CANTIDAD	SUELDO	SUELDO	TOTAL	TOTAL
		Bs./Mes	\$/us/Mes	\$/us/Mes	\$/us/Año
Gerente general	1	9.000	1.293	1.293	19.397
Gerente de ventas	1	6.000	862	862	12.931
Secretaria	2	2.800	402	805	12.069
Contador	1	3.500	503	503	7.543
Auxiliar de gerencia	1	2.500	359	359	5.388
Sereno	1	2.500	359	359	5.388
Sub total	7	29.100	3.779	4.181	62.716
Aporte Pat. y S.S.					8.384
Total personal de administración					71.099

Fuente: Elaboración propia (T.C 6.96 Bs/\$us)

Cuadro 9.39 – Resumen de sueldos y salarios del personal

DESCRIPCION	Personal	TOTAL \$/us/mes	TOTAL \$/us/año
Recolección y acopio	10	4.528	65.968
Proceso de producción	13	6.791	98.953
Administración	7	4.880	71.099
TOTAL MANO DE OBRA	30	16.199	236.020

Fuente: Elaboración propia

Por tanto, se contará con un total de 30 personas y un costo de 16.199 \$us. mensuales, es decir 236.020 \$us. anuales, en respeto a normas laborales vigentes.

9.9 COSTOS DE COMERCIALIZACION

Los costos de comercialización son relacionados a 2 objetivos.

1. Embalajes. Envases de 50 kg para el GCR con un costo de 0.15 \$us/bolsa y los envases Big Bag de 1 Ton. para el acero con un costo de 10 \$us/Bolsa.
2. Costos en publicidad. Se estima destinar un valor de 0.01 \$us/Kg. de GCR.

Los costos de comercialización en función de caucho y fibra de acero, son establecidos de acuerdo a la proyección de los volúmenes de producción.

Cuadro 9.40 – Proyección de Costos de comercialización

GESTION	2016	2017	2018	2019	2020
Envases GCR (\$us)	7.699	7.944	8.177	8.400	8.616
Envases Acero (\$us)	5.499	5.674	5.840	6.000	6.154
Total en envases	13.199	13.618	14.017	14.401	14.771
Publicidad e internet	25.664	26.479	27.255	28.001	28.721
Total comercialización	38.863	40.096	41.272	42.402	43.491
GESTION	2021	2022	2023	2024	2025
Envases GCR (\$us)	8.826	9.029	9.228	9.505	9.695
Envases Acero (\$us)	6.304	6.450	6.592	6.789	6.925
Total en envases	15.130	15.479	15.820	16.294	16.620
Publicidad e internet	29.419	30.098	30.761	31.683	32.316
Total comercialización	44.548	45.577	46.581	47.977	48.936

Fuente: Elaboración propia

9.10 CALCULO DEL CAPITAL DE TRABAJO

El capital de trabajo se estima para 3 meses de autonomía, a partir del inicio de actividades, para cubrir los sueldos, pagos de servicios, materiales, costos de comercialización y mantenimiento de la planta.

Cuadro 9.41 – Calculo del capital de trabajo

DESCRIPCION	TOTAL \$us.
Mano de obra directa	59.005
Energía y combustibles	13.032
Materiales e insumos	5.797
Costos de comercialización	9.716
Mantenimiento	16.972
TOTAL	104.522

Fuente: Elaboración propia

9.11 RESUMEN DE INVERSIONES

Clasificaremos las inversiones totales en tangibles e intangibles

Cuadro 9.42 – Resumen de inversiones tangibles

DESCRIPCION	TOTAL \$us.
Obras civiles	298.864
Instalación y Montaje	110.969
Maquinaria y Equipo	2.311.881
Vehículos	315.000
Equipo de computación	6.250
Muebles y Enseres	15.930
Total	3.058.893

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 9.43 – Resumen de inversiones intangibles

DESCRIPCION	TOTAL \$us.
Acciones telefónicas	800
Diseño del proyecto	35.000
Total	35.800

Fuente: Elaboración propia

Por tanto resumiendo los montos de inversión obtenemos.

Cuadro 9.44 – Resumen total de inversiones

DESCRIPCION	TOTAL \$us.
Inversiones tangibles	3.058.893
Inversiones intangibles	35.800
Capital de trabajo	104.522
INVERSION TOTAL	3.199.215

Fuente: Elaboración propia

9.12 FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO

El flujo de caja del proyecto presenta las siguientes características:

1. Los ingresos están referidos a la venta de “sacos” de 50 Kg. de Gránulos de Caucho reciclado (GCR) y embalajes BIG BAG de acero de una tonelada, la fibra textil resultante del proceso será despachada
2. Los costos en mano de obra, materiales, mantenimiento, servicios básicos y combustible han sido separadas de acuerdo al área de trabajo.
3. La inversión total a considerar es la suma de la inversión proyectada y el capital de trabajo, con reserva de 3 meses.

Cuadro 9.45 – Estado de ingresos y egresos y origen y aplicación de fondos para 10 años

DESCRIPCION	GESTION/AÑO										
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
INGRESOS-COSTOS											
a.- Ingreso por ventas	1.833.143	1.891.331	1.946.810	2.000.072	2.051.483	2.101.332	2.149.848	2.197.218	2.263.077	2.308.314	
Ingresos por caucho	1.283.200	1.323.931	1.362.767	1.400.050	1.436.038	1.470.932	1.504.893	1.538.052	1.584.154	1.615.820	
ingresos por acero	549.943	567.399	584.043	600.021	615.445	630.400	644.954	659.165	678.923	692.494	
b.- Costos Totales											
Recolección y acopio	83.096	95.596	95.596	95.596	95.596	95.596	95.596	95.596	95.596	95.596	
Costos de producción	150.275	201.463	201.463	201.463	201.463	201.463	201.463	201.463	201.463	201.463	
Costos de administración	77.968	82.168	82.168	82.168	82.168	82.168	82.168	82.168	82.168	82.168	
Costos de comercialización	38.863	40.096	41.272	42.402	43.491	44.548	45.577	46.581	46.581	46.581	
Depreciación	262.688	262.688	262.688	262.688	262.688	262.688	262.688	262.688	262.688	262.688	
UTILIDAD BRUTA	1.220.253	1.278.440	1.333.920	1.387.181	1.438.593	1.488.441	1.536.957	1.584.327	1.650.187	1.695.424	
IMPUESTO A LAS UTILIDADES (25%)											
UTILIDAD NETA	915.190	958.830	1.000.440	1.040.386	1.078.944	1.116.331	1.152.718	1.188.246	1.237.640	1.271.568	
INVERSION	3.094.693										
Cap. De Trabajo	104.522										
FLUJO DE CAJA	-3.199.215	915.190	958.830	1.000.440	1.040.386	1.078.944	1.152.718	1.188.246	1.237.640	1.271.568	

9.13 EVALUACION DEL PROYECTO**9.13.1 Evaluación del VAN para el proyecto**

El criterio del Valor Actual Neto (VAN), refiere que el proyecto es factible si el valor obtenido es superior a cero.

Se calculó la tasa de descuento considerando el mayor rendimiento de depósitos.

El rendimiento máximo por depósito en el país corresponde al 7% por plazo fijo en bonos del BCB.

Cuadro 9.46 – VAN del proyecto

	7%
VAN	4.345.299

Fuente: Elaboración propia

El VAN a un valor de descuento de 7% presenta un valor de 4.345.299 \$us.

9.13.2 Evaluación del TIR para el proyecto

La tasa interna de retorno de una inversión o proyecto es la tasa efectiva anual compuesto de retorno o tasa de descuento que hace que el valor actual neto de todos los flujos de efectivo (tanto positivos como negativos) de una determinada inversión sean igual a cero.

Las tasas internas de retorno se utilizan habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos.

Suponiendo que todos los demás factores iguales entre los diferentes proyectos, el de mayor TIR probablemente sería considerado el primer y mejor realizado.

El criterio de la Tasa Interna de Retorno (TIR), evaluara el proyecto en función de una tasa única de rendimiento constante en el tiempo, por la cual la totalidad de los beneficios actualizados sea exactamente igual a los desembolsos expresados en la moneda de cálculo.

En otras palabras la Tasa Interna de Retorno (TIR) es el valor al cual el Valor Actual Neto (VAN) es igual a cero.

Resultado del cálculo de la TIR

Realizado el cálculo de la TIR con las consideraciones señaladas, se obtuvo un valor de **29,48%**, demostrando rentabilidad de inversión.

9.13.3 Punto de equilibrio (PE)

El punto de equilibrio es una herramienta financiera que permite determinar el momento en el cual las ventas cubrirán exactamente los costos, expresándose en valores, porcentaje y/o unidades.

Además muestra la magnitud de las utilidades o pérdidas de la empresa cuando las ventas excedan o caen por debajo de este punto, de tal forma que este viene a ser un punto de referencia a partir del cual un incremento en los volúmenes de venta generará utilidades, pero también un decremento ocasionará pérdidas.

Por tal razón se deberán analizar algunos aspectos importantes como son los costos fijos, costos variables y las ventas generadas.

Para la determinación del punto de equilibrio debemos en primer lugar conocer los costos fijos y variables de la empresa.

$$\text{PE (\$us)} = \text{Costos Fijos} / [1 - (\text{Costos Variables} / \text{Ventas Totales})]$$

$$\text{PE (\$us)} = 498,708.5 / 0.9376$$

$$\text{PE (\$us)} = 531,880\$us.$$

Para el punto de equilibrio en porcentaje, se manejan los mismos conceptos, pero el desarrollo de la fórmula es diferente:

$$\text{PE \%} = [\text{Costos Fijos} / (\text{Ventas Totales} - \text{Costos Variables})] \times 100$$

$$\text{PE (\$us)} = (498,708.5 / 1,718,817) \times 100$$

$$\text{PE (\%)} = 29\%$$

El porcentaje que resulta con los datos manejados, indica que de las ventas totales, el 29% es empleado para el pago de los costos fijos y variables y el 71% restante, es la utilidad neta que obtiene la empresa.

9.13.4 Relación Beneficio Costo

Para determinar la relación beneficio costo, se recalcula los ingresos y costos para una tasa de actualización del 12%, por tanto se obtiene el siguiente cuadro:

Cuadro 9.47 – Actualización de ingresos y costos a una tasa del 12%

GESTION	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE EFECTIVO	TASA	INGRESOS. ACTUALIZADOS	EGRESOS ACTUAL
0		3.199.215	-3.199.215	1,00	0	3.199.215
1	1.833.143	917.954	915.190	0,89	1.636.735	819.601
2	1.891.331	932.500	958.830	0,80	1.507.757	743.384
3	1.946.810	946.370	1.000.440	0,71	1.385.701	673.608
4	2.000.072	959.686	1.040.386	0,64	1.271.082	609.898
5	2.051.483	972.539	1.078.944	0,57	1.164.067	551.845
6	2.101.332	985.001	1.116.331	0,51	1.064.600	499.032
7	2.149.848	997.130	1.152.718	0,45	972.482	451.051
8	2.197.218	1.008.972	1.188.246	0,40	887.419	407.507
9	2.263.077	1.025.437	1.237.640	0,36	816.088	369.783
10	2.308.314	1.036.746	1.271.568	0,32	743.215	333.805
					11.449.147	8.658.728

Fuente: Elaboración propia

Relación B/C = Ing. Actualizados / Egr. Actualizados

Relación B/C = 11.449.147 / 8.658.728

Relación B/C = 1.32

Por tanto a una tasa de descuento del 12%, la razón de beneficio es de 32 \$us. por cada 100 \$us. de inversión.

9.13.5 Tiempo de recuperación de la inversión

Para determinar el tiempo de recuperación, calculamos el flujo acumulado

Cuadro 9.48 – Flujo de fondos acumulado

GESTION	INGRESOS	COSTOS	FLUJO DE EFECTIVO	ACUMULADO
0		3.199.215	-3.199.215	-3.199.215
1	1.833.143	917.954	915.190	-2.284.026
2	1.891.331	932.500	958.830	-1.325.196
3	1.946.810	946.370	1.000.440	-324.756
4	2.000.072	959.686	1.040.386	715.630
5	2.051.483	972.539	1.078.944	1.794.575
6	2.101.332	985.001	1.116.331	2.910.906
7	2.149.848	997.130	1.152.718	4.063.624
8	2.197.218	1.008.972	1.188.246	5.251.869
9	2.263.077	1.025.437	1.237.640	6.489.509
10	2.308.314	1.036.746	1.271.568	7.761.077

Fuente: Elaboración propia

El flujo acumulado de recuperación de la inversión se encuentra entre el tercer y cuarto periodo, es decir interpolando entre ambas gestiones:

$$TR = 3 + \frac{324.756}{(324.756 + 715.630)} = 3.31 \text{ años}$$

Por tanto el tiempo de recuperación de la inversión es de **3 años y 4 meses**.

9.13.6 Análisis de sensibilidad

El análisis de sensibilidad, será utilizado como herramienta para determinar la variación del Valor Actual Neto (VAN) cuando se reduzcan los ingresos o se incrementen los costos, finalmente se realiza un análisis cruzado de ambas variables independientes y su afectación al VAN.

Para el cálculo, se utiliza los ingresos y egresos actualizados (cuadro 9.47)

a. **Disminución del ingreso.**

Se analiza la reducción del VAN del proyecto de \$us. 2.790.419, con relación a la disminución de los ingresos del proyecto

Cuadro 9.49 – Sensibilidad del VAN a la reducción de ingresos

	PORCENTAJE DE REDUCCION DE INGRESOS				
	10%	15%	20%	24%	25%
INGRESO	10.304.232	9.731.775	9.159.317	8.701.352	8.586.860
VAN Estimado	1.645.504	1.073.047	500.590	42.624	-71.868

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al análisis puede determinarse que el proyecto es financieramente viable hasta una reducción máxima del 24% del ingreso.

b. **Incremento de los costos.**

Se analiza la reducción del VAN del proyecto de \$us. 2.790.419, con relación a un incremento de los costos.

Cuadro 9.50 – Sensibilidad del VAN al incremento de costos

	PORCENTAJE DE INCREMENTO DE COSTOS				
	20%	25%	30%	32%	33%
COSTOS	10.390.473	10.823.410	11.256.346	11.429.521	11.516.108
VAN	1.058.673	625.737	192.801	19.626	-66.961

Fuente: Elaboración propia

Como se puede determinar el proyecto mantiene una capacidad financiera de soporte de un incremento de hasta el 32% de los costos.

c. **Análisis de sensibilidad cruzado**

Para este análisis se considera el incremento de costos y reducción de ingresos, de manera simultánea.

Cuadro 9.51 – Sensibilidad cruzada del VAN a la variación de ingresos y costos

		REDUCCION DEL INGRESO				
		8%	10%	12%	14%	16%
INCREMENTO DE COSTOS		10.533.215	10.304.232	10.075.249	9.846.266	9.617.283
6%	9.178.251	1.354.964	1.125.981	896.998	668.015	439.032
8%	9.351.426	1.181.789	952.806	723.823	494.840	265.857
10%	9.524.600	1.008.615	779.632	550.649	321.666	92.683
12%	9.697.775	835.440	606.457	377.474	148.491	-80.492
14%	9.870.950	662.265	433.282	204.300	-24.683	-253.666

Fuente: Elaboración propia

Como resultado del análisis de sensibilidad se puede establecer 3 puntos de variabilidad cruzada;

- El proyecto mantiene un VAN positivo de **\$us. 92.683**, estimando una reducción del 16% de ingreso y el incremento del 10% de los costos.
- El proyecto mantiene un VAN positivo de **\$us. 148.491**, estimando una reducción del 14% de ingreso y el incremento del 12% de los costos.
- El proyecto mantiene un VAN positivo de **\$us. 204.300**, estimando una reducción del 12% de ingreso y el incremento del 14% de los costos.

CAPITULO 10

CONCLUSIONES

Al culminar los procedimientos establecidos para el presente proyecto, podemos establecer las siguientes conclusiones.

10.1 Conclusiones respecto a los aspectos técnicos de los neumáticos

Los neumáticos cuentan con tres elementos constitutivos, que son el caucho, el acero y la fibra textil, mismos que pueden ser separados a través de diferentes procesos industriales.

Las diferencias en las características constructivas entre los neumáticos para vehículos de pasajeros, vagonetas y transporte pesado, se deben a los distintos usos y condiciones operativas de los mismos.

El recauchutado del neumático usado es un proceso que permite reutilizar la carcasa, al colocar una nueva banda de rodadura al mismo, prolongado el periodo de vida.

En el caso de usos directos de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU), se puede referir barreras anti-ruídos, taludes de carretera, estabilización de zonas anegadas, pistas de carreras, o utilidades agrícolas para retener el agua, controlar la erosión, etc.

10.2 Conclusiones respecto a la cadena de reutilización y reciclaje

Un problema técnico, económico, ambiental y de salud pública para los municipios de La Paz y El Alto, es el referido a los NFU, debido a la dificultad que presentan al momento de la disposición final.

En la actualidad nuestros municipios, no cuentan con ningún tipo de estudio previo ni políticas de recojo de NFU, los botaderos no cuentan con áreas para el manejo apropiado de este tipo de Residuos Sólidos Urbanos (RSU).

La cadena de manejo de neumáticos, se encuentra establecida entre cuatro rubros, que son, la venta de neumáticos nuevos, el comercio de unidades a medio uso, el recauchutaje y la fabricación de subproductos.

No se cuenta con datos estadísticos sobre la cantidad de neumáticos dispuestos para la reutilización y el reuso, pues los puntos destinados a esta labor son de carácter informal y artesanal y no llevan registros.

La utilización de GCR procedente de neumáticos en la construcción de carreteras es una de las aplicaciones de mayor consumo de los materiales obtenidos a partir de este residuo.

10.3 Conclusiones sobre la oferta de Neumáticos fuera de uso

La Paz Cochabamba y Santa Cruz, que conforman el eje troncal concentran el 79% del parque vehicular nacional, con el 21% distribuido en los restantes 6 departamentos.

La ciudad de El Alto, es parada obligada para control y mantenimiento de vehículos de paso que realizan transporte interprovincial e internacional, ya sea de mercadería o personas por vía terrestre.

El total de los vehículos registrados en el sistema nacional a través del RUAT, en nuestro departamento es de 302.698 unidades, de los cuales 102.678 vagonetas representan el 33.9% del total.

Debido a la densidad poblacional en nuestras ciudades y la configuración urbana, la cantidad de vehículos pequeños (taxis y minibuses) en el transporte público ha proliferado y las ciudades con estas características son poco sustentables ambiental y administrativamente.

Los propietarios de los vehículos livianos, tanto del servicio público como particular, desechan sus neumáticos cuando la "huella" está desgastada, es decir, que no consideran como alternativa el proceso de recauchutaje y generalmente recargan la responsabilidad de la disposición final a los centros de cambio, ya sean estos Servitecas o llanterías.

En el caso de los vehículos de transporte pesado, se aplica el procedimiento de recauchutaje por una sola vez.

Al ritmo de acumulación presente, se tendrá una existencia de más de 15 millones y medio de NFU, desechados para el 2025.

10.4 Conclusiones referidas al tamaño y localización

De acuerdo a la proyección, la planta debe tener la capacidad para albergar y procesar 306,504 neumáticos al año, es decir 29,755 neumáticos por mes, que será el tamaño mínimo a destinar al depósito de NFU, que considerando la forma y condicionando una altura máxima de 3 Mts. de apilamiento tendrá un área total de 752,5 m².

De acuerdo a características industriales, ventajas competitivas y normativas vigentes se ve por conveniente instalar la planta en el parque industrial de Kallutaka.

10.5 Conclusiones de la ingeniería del proyecto

La instalación corresponde a un sistema tipo ECO, es decir neumáticos con denominación máxima R22, para el procesamiento nominal de 1 ton/h, con tamaño final del granulado de caucho menor a 4mm.

El proceso de producción esta en cuatro etapas diferenciadas: Recepción y destalonado, triturado, separación de componentes, Micronizado y almacenaje.

Los riesgos laborales para el proceso son analizados por área de trabajo, siendo relevante los riesgos por incendio en el depósito de neumáticos.

El reglamento de seguridad industrial, debe ser basado en el manual de procesos y procedimientos y el mismo debe ser socializado y respetado de manera estricta.

10.6 Conclusiones para la administración de Recursos Humanos

El manual de funciones se constituye en el documento laboral de índole legal, que permitirá establecer el grado de responsabilidad de cada cargo, así la gerencia tendrá bien definido su campo de acción, sin restringir la coordinación entre departamentos.

Se considera para el costo de mano de obra 15 remuneraciones anuales, es decir 12 referidas a pagos mensuales, uno para indemnización, uno para aguinaldo y uno de reserva destinado a cumplir la normativa vigente del doble aguinaldo o de no ser el caso destinado a bono de producción.

Las cargas sociales como ser seguro de salud y riesgo profesional han sido calculadas para la totalidad del personal, sin excepción, puesto que no se tienen empleados a comisión o destajo dentro del esquema planteado.

10.7 Conclusiones referidas al Impacto ambiental

Los neumáticos son uno de los peores contaminantes, ya que su degradación es muy lenta y demora entre 500 y 1000 años, por lo que son difíciles de desechar, por esta razón comúnmente se ha optado por dejarlas en lotes baldíos, patios de casas, etc. determinando un severo impacto al medio ambiente referido a su disposición final.

La incineración al aire libre de neumáticos es la amenaza más grave para el medio ambiente ya que en esta práctica insalubre, no existen filtros, ni medios de purificación que retengan los elementos más peligrosos que son liberados al aire.

El planteamiento del proyecto referido al procesamiento de Neumáticos Fuera de Uso NFU, no genera residuos tóxicos, ya que es un proceso de separación de componentes por trituración mecánica, que no representa amenaza alguna para el medio ambiente, como el generado por incineración, aun esta sea controlada.

Se presenta una alternativa para la disminución de la contaminación ambiental, sin ningún desperdicio, para desechar el suelo ni fluido que pueda parar en las aguas superficiales, es un método tecnológicamente difundido a nivel regional y mundial.

10.8 Conclusiones sobre la Evaluación Financiera del proyecto

Para el cálculo del Valor Actual Neto, se realizó para una tasa de descuento del 7%, obteniendo un valor de 4.345.299 \$us.

Realizado el cálculo de la TIR con las consideraciones señaladas, se obtuvo un valor de 29,48%, que demuestra la rentabilidad económica de la inversión.

El punto de equilibrio económico anual establecido es de 531,880 \$us. con el cual se cubren todos los gastos referidos al funcionamiento.

La relación beneficio costo da como resultado 1.32 por tanto a una tasa de descuento del 12%, la razón de beneficio es de 32 \$us. por cada 100 \$us. de inversión

El tiempo de recuperación de la inversión para el proyecto es de 3 años y 4 meses.

El proyecto es financieramente viable hasta una reducción máxima del 24% del ingreso o un incremento de hasta el 32% de los costos.

10.9 Recomendaciones

La problemática de los Neumáticos Fuera de Uso (NFU), requiere de manera urgente ser considerada dentro la planificación municipal y departamental, debido a los grandes volúmenes de importación, sobre todo de origen asiático y seminuevo que llegan al mercado y que no cuentan con una logística de recojo operativa.

Se recomienda la trituración mecánica, como método de separación de componentes debido a que se trata del proceso industrial mas difundido a nivel regional y mundial, por ser inocuo al medio ambiente y no requerir otros elementos contaminantes.

Es necesario y altamente recomendable el trabajo coordinado en recolección a través de la interacción social y productiva entre los municipios de la ciudad de La Paz y El Alto.

A través del Granulo de Caucho Reciclado (GCR) resultante del proceso, se recomienda generar nuevos emprendimientos micro-empresariales, ya sea para productos por moldura, como autopartes, baldosas o singles (techos), o para brindar el servicio de sellantes hidrófugos y acústicos y también para aquellos que trabajan en jardinería o mantenimiento de canchas sintéticas.

Debemos resaltar que el ámbito ecológico de los proyectos de índole ambiental, pueden resultar viables económicamente con índices de rentabilidad saludables, convirtiéndose en una potencialidad de desarrollo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. <http://www.Guia mantenimiento llantas.htm> Continental llantas, General Tire.
2. <http://www.Firestone.ar/documentos/cecaf.htm> Firestone. Memoria del Programa de calidad ambiental de la CECAF.
3. Quezada V., Dennis Andres, "Utilización de neumáticos desechados", Universidad de Talca, Chile, 2011
4. Grupo Barter / Woosung Tire. Memoria de la conferencia técnica de llantas y sus aplicaciones. Junio 2013.
5. <http://www.goodyear.com.mx> Goodyear todo sobre llantas
6. PROARCA/SIGMA Universidad de Don Bosco. neumáticos: Estudio para la Evaluación Mercadológica de los Desechos Industriales en Centroamerica 2014.
7. PROARCA/SIGMA. Informe del Taller "Uso y Mercados Potenciales de Residuos Industriales y Municipales. Centroamérica Agosto 2010"
8. Dossier del parque automotor en La Paz (Gestión 2013), INE 2014
9. Plan Nacional de Desarrollo "Bolivia digna, soberana, productiva y democrática" (PND)2015-2025 (Ministerio de Planificación).
10. http://lapazcomovamos.org/olcv/medio_habitat_detalle/2/ Observatorio municipal "Como Vamos La Paz"
11. <http://www.signus.es> Revista Ecovalor, **EcoValor** es una publicación periódica de SIGNUS Ecovalor S.L.

Edita y coordina:

SIGNUS Ecovalor, S.L. C/Caleruega 102 - 5ª 28033 Madrid

Tel (+34) 91 768 14 35

12. <http://www.floplastics.com> (Miami Florida)

Floplastics Equipos para reciclaje pulverizado y transformación de NFU

13. http://es.made-in-china.com/co_qdjunma/ (Shandong, China)

Qingdao Shun Cheong Machinery Co., Ltd.

14. Apuntes sobre Preparación y evaluación de proyectos, C. Castro UMSA Facultad de Ingeniería 2004

ANEXOS





ANEXO A-1

DEFINICIONES

Caucho: Es una sustancia natural o sintética que se caracteriza por su elasticidad, repelencia al agua y resistencia eléctrica.

Caucho natural: Es un líquido lechoso que fluye de ciertos árboles. Su nombre proviene de la palabra cautchuc con la que los indios habitantes de Perú designaban al árbol hevea, y que significa "árbol que llora". Con él se confecciona el conocido hule o goma.

Caucho sintético: Caucho que se obtiene por reacciones químicas, conocidas como condensación o polimerización, a partir de determinados hidrocarburos insaturados.

Neumático fuera de uso(NFU): Es el neumático que se ha convertido en residuo. En general corresponde al neumático retirado de manera permanente de un vehículo, sin la posibilidad de volver a ser montado para circular en carretera, por no cumplir las normas de seguridad vigentes.

Reciclaje: Es el proceso de transformación mediante el cual se recupera una cantidad apreciable de material convertido en residuos o desechos, para ser aprovechado como materia prima no virgen en el proceso de producción para generar un nuevo producto.

Sistema ECO: Sistema de reciclaje para separación de componentes por trituración mecánica para neumáticos con un diámetro máximo de 120 cm, es decir para un valor nominal máximo R22,5 (Camiones y buses).

Grano de Caucho Reciclado(GCR): material constituido por partículas finas de caucho natural y sintético vulcanizado de tamaños inferiores a 2 mm, obtenido triturando los neumáticos fuera de uso y separando los metales, tejidos y otras impurezas que puedan incorporar.

Negro de humo: material constituido por finísimas partículas de carbono de forma esférica con diámetros inferiores a 100nm, generalmente aglomeradas en otras de mayor tamaño.



Betún modificado con polvo de caucho (BMC): ligante hidrocarbonado resultante de la interacción físico-química de betún asfáltico, polvo de caucho procedente de neumáticos fuera de uso. El contenido de polvo de caucho suele ser superior al 12% e inferior al 15% en peso de la mezcla total.

Densidad Bulk: (Tn/m³) Peso unitario de los agregados pétreos sueltos o apisonados para ser utilizados en la dosificación de mezclas para asfaltos.

Red vial fundamental: Se considera al eje de vías vinculadas y vinculantes del territorio nacional de Bolivia, según relevamiento de la Administradora Boliviana de Carreteras (ABC).

Recauchutado: conjunto de operaciones, destinadas a dotar al neumático usado de una segunda vida, consistentes fundamentalmente en la sustitución de la banda de rodadura usada del neumático por una nueva.

Reutilización: empleo de neumáticos usados para el mismo fin para el que fueron diseñados originariamente.

Valorización: procedimiento que permita el aprovechamiento de los recursos contenidos en los neumáticos fuera de uso sin poner en peligro la salud humana y sin utilizar medios que puedan causar perjuicios al medio ambiente. En él se incluye el reciclado.

Serviteca: Servicio Técnico Automotriz, estación de servicio de vehículos especializada en neumáticos, frenos y mantenimiento, que puede pertenecer a una marca determinada (Ej: Goodyear) o brindar un servicio multimarca.



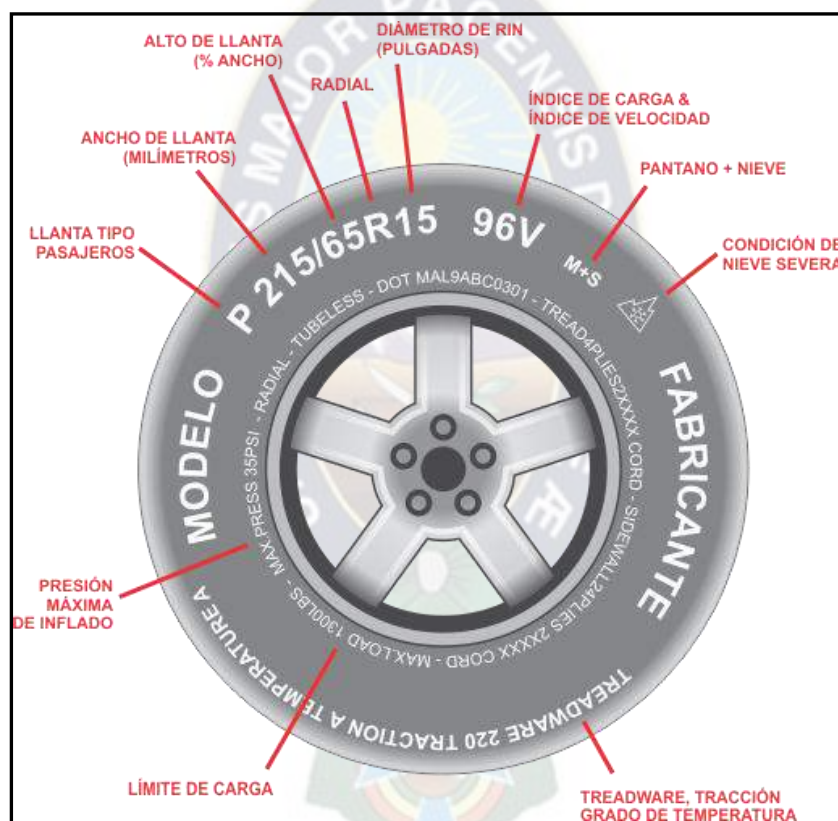
ANEXO A-2

NOMENCLATURA DE UN NEUMÁTICO

Hay una gran cantidad de información grabada en la pared lateral de un neumático.

Muestra el nombre del diseño del neumático, su tamaño, tipo de construcción radial o no, índice de velocidad, carga máxima, presión máxima De inflado, una advertencia de seguridad importante, y más.

CUADRO A1- Nomenclatura de un neumático



Fuente: www.firststop.eu/neumaticos.html

P-metric es la versión de un sistema métrico de medidas de neumático. "P" es la inicial de pasajero.

"215" representa el ancho de la sección del neumático en milímetros.

"65" es la relación de aspecto, proporción de altura y ancho; la altura del costado de este neumático es 65% de su ancho.

La **"R"** significa construcción tipo radial.



"15" es el diámetro del rin en pulgadas.

La descripción del servicio relaciona la carga y velocidad que puede soportar el neumático.

El número "89" corresponde al índice de carga (580 Kg máximo por neumático).

La "H" corresponde al símbolo de velocidad del neumático (130 Km/hr).

Las letras "DOT" certifican que el neumático cumple con todos los estándares de seguridad aplicables y establecidos por los Estados Unidos (DOT).

La carga máxima que soporta el neumático se muestra en lb. (libras) y en Kg. (kilogramos), y la presión máxima en PSI (libras por pulgada cuadrada) y en kPa (kilopascales).

Los kilogramos y los kilopascales son unidades de medida métrica.

La tracción

AA – Superior

A – Alto

B – Intermedio

C - Aceptable

Las clasificaciones de tracción representan la capacidad del neumático para detenerse sobre pavimento mojado al medirse bajo condiciones controladas sobre superficies especificadas por DOT de prueba de asfalto y concreto. La clasificación de la tracción se basa en la prueba de frenado "derecho", no indica capacidad de frenado en giros.

Resistencia a la temperatura

A – Alta

B – Intermedio

C - Aceptable

Las clasificaciones de temperatura representan la resistencia del neumático a la generación de calor cuando se prueba bajo condiciones controladas sobre una rueda de prueba de laboratorio hecha bajo techo.

Las temperaturas altas constantes pueden causar que los materiales del neumático se descompongan y por tanto reduzcan la vida útil del neumático.

**ANEXO A-3****INDICES DE VELOCIDAD Y CARGA DE LOS NEUMATICOS****Índice de Velocidad**

Símbolo de velocidad	Velocidad km/h	Símbolo de velocidad	Velocidad km/h
A1	5	K	110
A2	10	L	120
A3	15	M	130
A4	20	N	140
A5	25	P	150
A6	30	Q	160
A7	35	R	170
A8	40	S	180
B	50	T	190
C	60	H	210
E	70	V	240
F	80	W	270
G	90	Y	300
J	100	Z	por encima de 300 km/h

Índice de carga	Peso en kgs
79	437
80	450
81	462
82	475
83	487
84	500
85	515
86	530
87	545
88	560
89	580
90	600
91	615
92	630
93	650
94	670
95	690
96	710
97	730
98	750

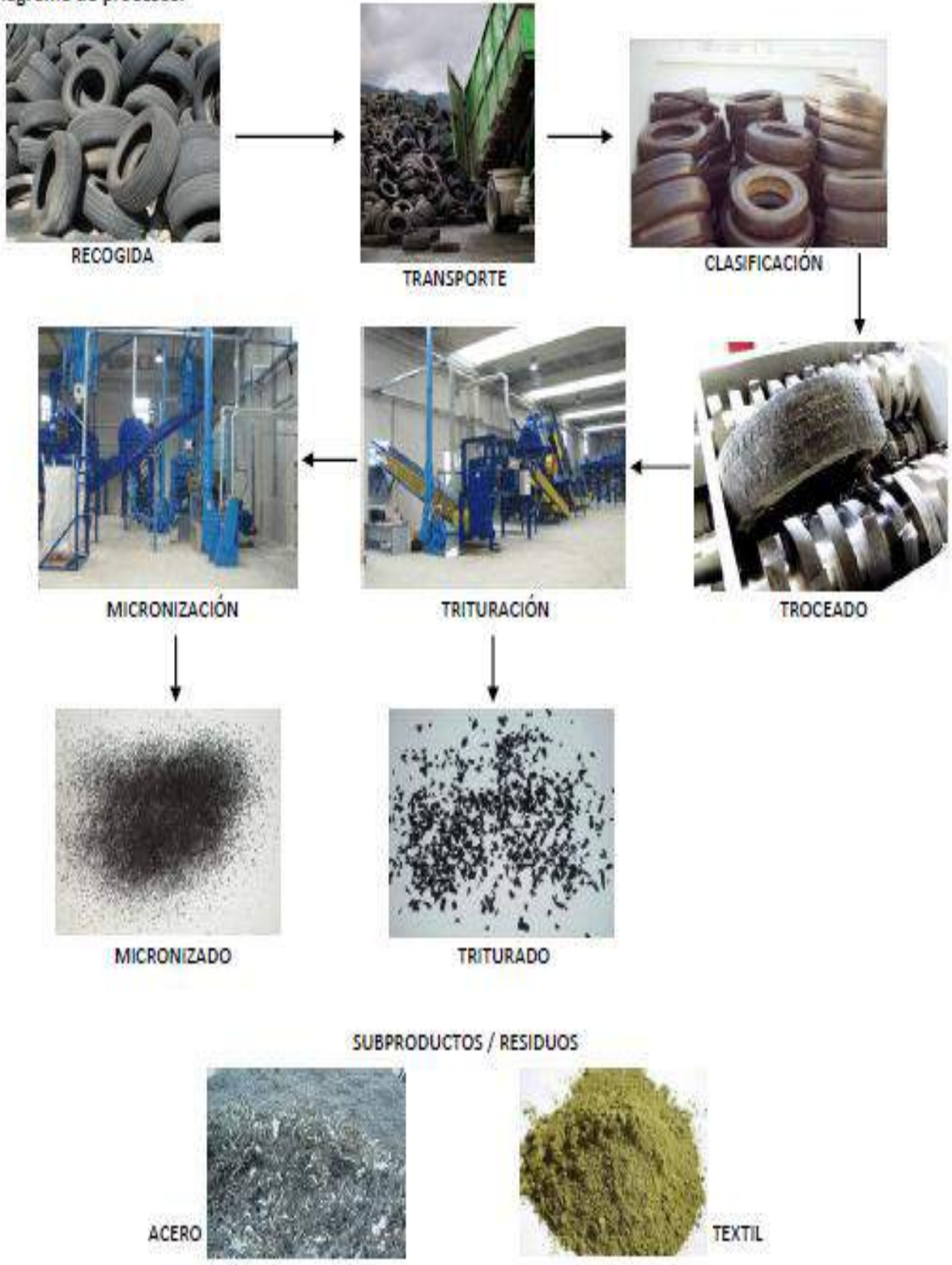
Índice de carga	Peso en kgs
101	825
102	850
103	875
104	900
105	925
106	950
107	975
108	1000
109	1030
110	1060
111	1090
112	1120
113	1150
114	1180
115	1215
116	1250
117	1285
118	1320
119	1360
120	1400



ANEXO A-4

DIAGRAMA DE PROCESO DE TRITURACIÓN

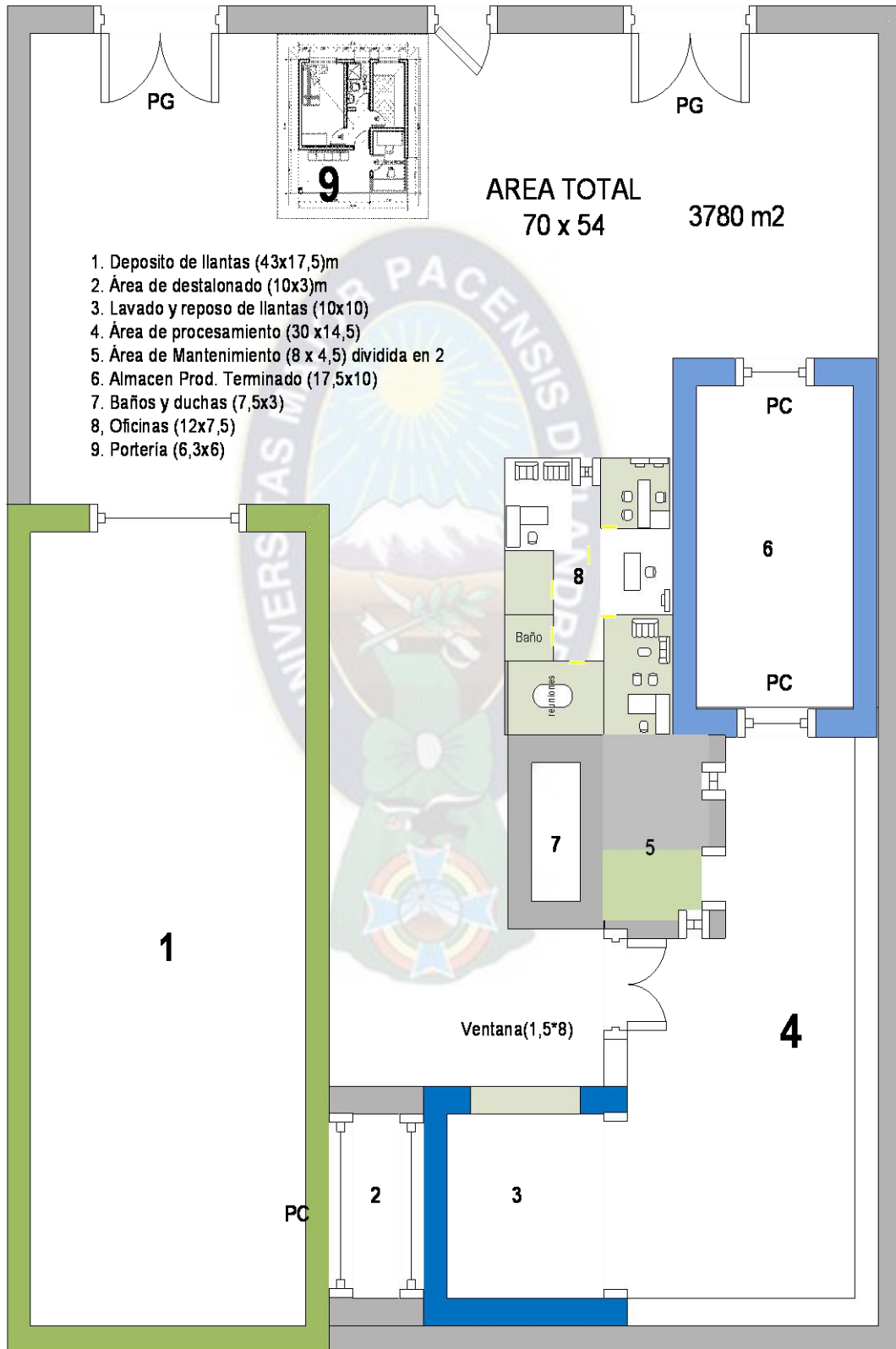
Diagrama de procesos:





ANEXO A-5

DISTRIBUCION DE AREAS EN LA PLANTA





ANEXO A-6

USOS ARTESANALES DE NEUMATICOS FUERA DE USO (NFU)



“Apertura” de una llanta



Extracción de partes



Sogas de llanta



Repuestos para autos



Plantas para “franciscanos”



Abarcas de goma de llanta



Bañadores de llantas de goma

Macetas de goma de llanta



Pisos de llanta de goma

Plantas de zapato de goma de llanta



Anuncios de Llanterías

Señalización de precaución



ANEXO A-7

PRODUCTOS MOLDURADOS DE GRANULO DE CAUCHO RECICLADO (GCR)



Juntas para vehículos



Bandas de rodadura



Empaquetaduras



Alfombrillas (pisos)



Losetas



Otras molduras



Reductores de velocidad



Pastillas de freno



Sellador hidrófugo



Aislante termo acústico



Alfombras de seguridad



Pisos antideslizantes