

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN
CIENCIAS ADMINISTRATIVAS
IICCA-UMSA

**¿LA INDUSTRIALIZACIÓN
DE LOS NEUMÁTICOS
FUERA DE USO ES POSIBLE
EN LOS MUNICIPIOS DE
LA PAZ Y EL ALTO?**



La Paz - Bolivia
Julio de 2022



**MSC. ELOINA
CALLEJAS DE
BURGOA**

**LIC. JOSÉ
ANTONIO
VARGAS NAVIA**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y FINANCIERAS
CARRERA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS
INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS**

**¿La industrialización de los neumáticos fuera de uso
es posible en los municipios de La Paz y El Alto?**



**La Paz - Bolivia
2022**

¿La industrialización de los neumáticos fuera de uso es posible en los municipios de La Paz y El Alto?

Directora del IICCA

MSc. Guadalupe V. Riera Claire

Autores

MSc. Eloina Callejas de Burgoa

Lic. José Antonio Vargas Navia

Equipo de Investigación

MSc. Eloina Callejas de Burgoa

Lic. José Antonio Vargas Navia

Univ. Juan José Sarmiento Calle

Univ. Fabiola Gicel Mamani Churata

Univ. Yessica Marna Limachi Nina

Univ. Juan Javier Rios Padilla

Univ. Blanca Apaza Apaza

Univ. Juan Oliver Chávez Luna

**¿La industrialización de los neumáticos fuera de uso es posible en los
municipios de La Paz y El Alto?**

Primera Edición

Directora del IICCA
MSc. Guadalupe V. Riera Claire

I.I.C.C.A.

Calle Jacinto Benavente No. 2190
Casi esquina Fernando Guachalla (Sopocachi)
Telf. (591-2) 2415255 - 2420521
Página web: <http://iicca.edu.bo>
Email: iicca@umsa.bo

Depósito legal: 4-1-164-2023 P.O.

ISBN: : 978-99974-984-8-9

Derechos NO reservados.

Está permitida la reproducción de cualquier parte de este libro, siempre que se
mencione a la autora.

Esta obra se terminó de Imprimir en junio de 2023.

Impreso en La Paz - Bolivia.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.....	13
--------------------------	-----------

PARTE I

MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO

1. RESIDUOS SÓLIDOS.....	15
1.1. Definición.....	15
1.2. Clasificación de Residuos Sólidos.....	18
1.2.1. Según la Peligrosidad de los Residuos.....	18
1.2.2. Según el Origen de los Residuos.....	18
1.2.3 Según su Composición.....	19
1.3. Residuos Sólidos Especiales.....	20
1.3.1 Neumáticos fuera de uso (NFU).....	22
1.3.2. Composición de un Neumático.....	24
1.3.3. Tratamiento de Neumáticos Fuera de Uso.....	25
1.4. Gestión Integral de los Residuos Sólidos.....	28
1.5. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS).....	30
1.5.1. Principios Rectores del PGIRS	30
1.5.2. Objetivos de un PGIRS.....	33
1.5.3. Desarrollo de un PGIRS.....	34
1.6. Reciclaje.....	35
1.6.1. Razones para Reciclar.....	35
1.6.2. Reciclaje de Llantas Usadas.....	37
1.7. Economía circular.....	40

PARTE II

2. RESIDUOS SÓLIDOS EN BOLIVIA	43
2.1. La Basura a nivel Bolivia.....	43
2.2. Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia.....	46
2.2.1. Niveles de Gobierno y la GIRS.....	46
2.2.2. Programas Municipales en GIRS.....	47
2.2.3. Normativa Nacional y local.....	48
2.3. Residuos Sólidos Especiales.....	54
2.3.1. Experiencias de aprovechamiento de llantas usadas en Bolivia.....	54
2.3.2. Residuos Sólidos Especiales en la ciudad de La Paz.....	66
2.4. Parque Automotor Actual de Bolivia.....	68

PARTE III

3. ESTIMACIÓN DE NFU EN LAS CIUDADES DE LA PAZ Y EL ALTO.....	75
3.1. Procedimiento metodológico.....	76
3.2. Cálculo del IGLL (Índice de Generación de NFU) en la ciudad de La Paz	77
3.2.1. Determinación del universo.....	77
3.2.2. Cálculo del tamaño de la muestra.....	78
3.2.3. Diseño de la muestra Municipio de La Paz.....	79
3.2.4. Resultados de la encuesta para calcular el IGLL en la ciudad de La Paz.....	82
3.3. Información para calcular el IGLL en la ciudad de El Alto.....	84
3.3.1. Determinación del Universo Municipio de El Alto.....	84
3.3.2. Tamaño de la muestra.....	86
3.3.3. Diseño de la muestra Municipio del El Alto.....	87
3.3.4. Resultados de la encuesta para calcular el IGLL en la ciudad de El Alto.....	89
3.4. Estimación de llantas en desuso en la ciudad de La Paz.....	93
3.4.1. La Paz: Proyección de Llantas en Desuso al 2025.....	93
3.5. Estimación de NFU en la ciudad de El Alto.....	95
3.5.1. El Alto, proyección de llantas en desuso al 2025.....	98
3.6. Acumulado de NFU en las Ciudades de La Paz y El Alto.....	99

PARTE IV

4. LA RECOLECCIÓN Y EL ACOPIO DE NFU, UNA PROPUESTA PARA LAS CIUDADES DE LA PAZ Y EL ALTO.....	101
4.1. Posibilidades de Industrialización de NFU en Bolivia.....	101
4.2. Propuesta: Sistema de acopio de NFU en la ciudad de La Paz.....	102
4.2.1. Antecedentes y objetivo.....	102
4.2.2. Desarrollo de la propuesta.....	103
4.3. Sistema de acopio de NFU en la ciudad de El alto.....	116
4.3.1. Objetivo.....	116
4.3.2. Desarrollo de la propuesta.....	116

BIBLIOGRAFÍA.....	143
--------------------------	------------

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tiempo de degradación de Residuos Sólidos.....	21
Tabla 2: Clasificación de los residuos en base al Reglamento de GIRS de la Ley 1333 del medio ambiente.....	22
Tabla 3: Subproductos del reciclaje de NFU.....	25
Tabla 4: Llantas recuperadas en Europa-año 2013.....	39
Tabla 5: Recolección de residuos sólidos 2015-2021 (p).....	44
Tabla 6: Recolección de residuos sólidos por ciudades Bolivia 2010-2020.....	45
Tabla 7: Bolivia: Parque automotor 2020.....	69
Tabla 8: Bolivia: Parque automotor según Departamentos 2020.....	70
Tabla 9: Bolivia: Parque automotor según tipo de servicio 2020.....	72
Tabla 10: Bolivia: Parque automotor según clase de vehículo 2020.....	73
Tabla 11: La Paz: Parque automotor por tipo de vehículo 2020.....	78
Tabla 12: Diseño de la muestra para la ciudad de La Paz.....	80
Tabla 13: Llanterías en la ciudad de La Paz.....	81
Tabla 14: Promedio de tiempo de cambio de neumáticos.....	82
Tabla 15: El Alto: Parque automotor por Tipo de vehículo 2020.....	85
Tabla 16: El Alto: Llanterías por distrito.....	86
Tabla 17: El Alto: Diseño de la muestra por distrito.....	87
Tabla 18: El Alto: Diseño de la muestra de llanterías.....	89
Tabla 19: Cantidad de neumáticos por tiempo de cambio.....	91
Tabla 20: La Paz: Parque automotor 2020.....	93
Tabla 21: La Paz: Estimación de NFU 2020.....	94
Tabla 22: La Paz: Proyección del parque automotor al 2025.....	95
Tabla 23: La Paz: Proyección de NFU al 2025.....	95
Tabla 24: El Alto: Parque automotor por tipo de vehículo.....	96
Tabla 25: El Alto: Estimación de NFU 2020.....	97
Tabla 26: El Alto: Proyección del parque automotor al 2025.....	98
Tabla 27: El Alto: Proyección de NFU al 2025.....	99
Tabla 28: Cantidad acumulada de NFU en las ciudades de La Paz y El A.....	100
Tabla 29: El Alto: Recolección por Punto de recolección.....	123
Tabla 30: El Alto: Puntos de Almacenamiento de NFU.....	124
Tabla 31: El Alto: Costo de implementación por Punto de recolección.....	125
Tabla 32: El Alto: Recolección de NFU por Ruta.....	132
Tabla 33: El Alto: Resumen de los métodos de recolección al 2023.....	133
Tabla 34: El Alto: Proyección de recolección de NFU al 2025.....	134

Tabla 35: El Alto: Combustible por Ruta de recolección.....	135
Tabla 36: Capacidad de carga por Punto de recolección.....	137

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Los desechos 2.0.....	17
Figura 2: Productos de trituración mecánica.....	25
Figura 3: Generación de llantas usadas en Europa-2013.....	26
Figura 4: Jerarquía en el manejo de Residuos Sólidos.....	31
Figura 5: Etapas de la GIRS.....	34
Figura 6: Normativa sobre Residuos Sólidos en Bolivia.....	36
Figura 7: Principio de las 3 Rs.....	48
Figura 8: Tipos de grano. TERRACYCLE.....	58
Figura 9: Tendencia de crecimiento del parque automotor.....	71
Figura 10: Parque automotor por tipo de servicio – 2020.....	72
Figura 11: Parque automotor por año de modelo-2020.....	74
Figura 12: Sistema de acopio de NFU para la ciudad de La Paz.....	104
Figura 13: Micro localización de la planta de acopio de NFU. La Paz.....	107
Figura 14: Ruta 1 de la recolección de NFU.....	109
Figura 15: Ruta 2 de la recolección de NFU.....	109
Figura 16: Propuesta: Sistema de Recolección de NFU en la ciudad de El Alto.....	117
Figura 17: Métodos de Recolección de NFU.....	119
Figura 18: Malla Perimetral.....	124
Figura 19: El Alto: Ruta A.....	126
Figura 20: El Alto: Ruta B.....	127
Figura 21: El Alto: Ruta C.....	128
Figura 22: El Alto: Ruta D.....	129
Figura 23: El Alto: Ruta E.....	130
Figura 24: El Alto: Ruta F.....	131
Figura 25: Localización del Almacén de NFU ciudad de El Alto.....	138
Figura 26: Planta de trituración de NFU – EMACRUZ.....	140



INTRODUCCIÓN

El mundo entero está viviendo una época de desarrollo social, de avance tecnológico, de modernización y urbanización acelerada, sin embargo, esto tiene un gran impacto en el medio ambiente de forma negativa, puesto que la contaminación ambiental por residuos humanos está colocando en peligro la fauna, flora y atmósfera del planeta. Según los autores Harir A., Kasdim R. e Ichiyaku B. (2015) los desechos mundiales humanos no solo afectan al planeta, sino directamente al mismo ser humano.

En el caso de residuos sólidos especiales, se menciona en la presente investigación a los neumáticos fuera de uso (NFU), los cuales son una problemática a nivel mundial desde la última década. Su incremento ha sido progresivo, en Europa se descartan aproximadamente 150 millones de neumáticos cada año de los cuales una gran parte forman montañas de NFU. A nivel mundial, según informes de la Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (U.I.C.N.) se dice que 2.000 millones de neumáticos son desechados en el mundo. Según Root Tik, investigador de la National Geographic (2019), estos datos se corroboran con otros estudios realizados en Países Bajos en el 2017 a cargo de Pieter Jan Kole, donde se afirma la presencia de neumáticos fuera de uso en un 28% que están presentes en el ecosistema y sobre todo en los mares del mundo.

A la fecha, en Bolivia la planificación de la Gestión Integral de Residuos Sólidos ha sido uno de los aspectos menos desarrollados, aspecto que se manifiesta en la falta de políticas locales y deficiencias administrativas y operativas de la gestión.

Respectos a los residuos voluminosos como las llantas ningún operador y ningún relleno sanitario puede recoger dicho residuo ya que los rellenos están diseñados para residuos urbanos, domiciliarios.

En Bolivia, aún se desconoce la cantidad de llantas en desuso y también el porcentaje de llantas recicladas. Según un estudio sobre la gestión de residuos del sector transporte en Bolivia realizado por Swisscontact el 2018 para el proyecto Mercados para el Reciclaje, solo en el eje troncal, se calcula que tan solo un 4,3% del total generado de llantas es reciclado; estos son aspectos que se tratan en la parte III del presente estudio.



Los NFU son residuos sólidos especiales que provienen de distintos tipos de vehículos que las personas usan cotidianamente, por ello se incluye en este estudio el parque automotor de las ciudades de La Paz y El Alto y se realiza una proyección al año 2025.

La metodología utilizada para la estimación de la cantidad de NFU generados en las ciudades de La Paz y El Alto corresponde a la experiencia colombiana. El cálculo realizado establece una cantidad reducida de NFU situación que no permite realizar inversiones en plantas trituradoras de NFU en ninguna de las ciudades de estudio. Por ello, se incluye en la última parte propuestas para realizar la primera fase del proceso de reciclaje: el acopio que incluye la recolección, transporte y almacenamiento de llantas usadas.



PARTE I MARCO CONCEPTUAL TEÓRICO

1. RESIDUOS SÓLIDOS

Actualmente se albergan, en el planeta, millones de toneladas diarias de basura, los ecologistas hablan de desastre y desde luego éste se hace evidente si se mira hacia países del Tercer mundo, por ejemplo, cuando se habla de basura tecnológica, se conoce, que se generan 53 millones de toneladas de residuos de este tipo al año (ONU).

1.1. Definición

Los primeros términos frecuentemente mal empleados son “basura” y “residuo sólido”, pues, aunque tradicionalmente a los residuos sólidos se les ha llamado basura, estos dos términos son diferentes; basura es todo material que ya no sirve y por lo tanto no hay más remedio que disponerlo en un relleno sanitario.



Residuo sólido es todo material que ya no utilizamos pero que aún puede ser usado en otras cosas. Ejemplo: el papel, las botellas de vidrio, las latas de bebidas, las cajas de cartón, etc. (Chamán, 2019).

“Los Residuos Sólidos, constituyen aquellos materiales desechados tras su vida útil, y que por lo general por sí solos carecen de valor económico, se componen



principalmente de desechos procedentes de materiales utilizados en la fabricación, transformación o utilización de bienes de consumo. Todos estos residuos sólidos, en su mayoría son susceptibles de reaprovecharse o transformarse con un correcto reciclado, los principales “productores” de residuos sólidos somos los ciudadanos de las grandes ciudades, con un porcentaje muy elevado, en especial por la poca conciencia del reciclaje que existe en la actualidad” (Rivas Arias, 2018).

Los residuos pueden ser líquidos, gaseosos o sólidos. Bajo la denominación de residuos sólidos se agrupan solo los residuos que están en estado sólido, dejando de lado los que se encuentran en estado líquido y gaseoso.

Los Residuos Sólidos, en el mundo, se han incrementado en cantidades desmesuradas, aspecto que aún no ha sido y no está siendo controlado de una manera adecuada y eficiente en muchos países debido principalmente a la ausencia de políticas gubernamentales.

La investigación realizada por el Banco Mundial y la Organización de las Naciones Unidas (ONU) identifica que se generan 2.010 millones de toneladas de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) anualmente en el mundo cifra que aumentará de los 2.010 millones generados el año 2016 hasta en un 70% para el año 2050, si no se llegasen a realizar cambios en los estándares de consumo actuales (miResiduo, 2020).

Sobre como desechan los productos, (Peter & Olson, 2006) mencionan que

los ciclos de vida de los productos son más breves que en otros tiempos, por lo que muchas compañías han tenido que innovar de manera constante con el fin de generar valor superior para los clientes y mantener su rentabilidad. Lo que ocasiona que en algún momento todos debemos deshacernos de nuestras “cosas” que ya cumplieron con su propósito (Solomon, 2017).

Figura 1: Los Desechos 2.0



Fuente: Banco Mundial (2 018).

Entre los países que generan la mayor cantidad de residuos se encuentran: Estados Unidos, Canadá, Groenlandia, Australia y Mongolia. En América latina, según la proyección realizada por el Banco Mundial, para el año 2050 los países que más residuos generen serán: México con 1,15 kg/día, Chile con 1.15 kg/día, Argentina



con 1,14 kg/día, República Dominicana con 1,08 kg/día y Brasil con 1,04 kg/día; los países que menor cantidad de residuos generen serán: Guatemala con 0,47 kg/día, Bolivia con 0,57 Kg/día, Honduras con 0,65 kg/día, Cuba con 0,67 kg/día y Perú con 0,75 kg/día (Silpa Kasa, 2018).

En algunos países de Europa se ha tomado conciencia de la problemática y han desarrollado e implementado políticas relacionadas al manejo y control de Residuos Sólidos, que van en beneficio del medio ambiente y su población.

1.2. Clasificación de Residuos Sólidos

Rivas Arias (2018) considera que los 3 criterios más utilizados para hacer la clasificación de los residuos sólidos son: La peligrosidad de los residuos, el origen de los residuos y la composición de los mismos.

1.2.1. Según la Peligrosidad de los Residuos

Como su nombre indica son aquellos residuos que pueden suponer un peligro para el ciudadano o para el medio ambiente, debido a sus propiedades corrosivas, explosivas o tóxicas, entre ellos tenemos:

- Residuos inertes: Son aquellos que no experimentan transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas. No son solubles, ni combustibles, ni reaccionan física ni químicamente de ninguna otra manera, ni son biodegradables. Ejemplo los residuos de la construcción.
- Residuos peligrosos: Son aquellos que por sus características suponen un riesgo para los seres vivos y el medio ambiente. Ejemplos: los envases que han contenido sustancias peligrosas, los celulares, etc.
- Residuos no peligrosos: Son residuos como el plástico, el papel/cartón, o el metal, siempre que no estén contaminados por alguna sustancia peligrosa. Estos a su vez se pueden subdividir en: Ordinarios, biodegradables, inertes y reciclables.

1.2.2. Según el Origen de los Residuos

- Residuos domésticos: Son aquellos generados en los hogares como consecuencia de las actividades domésticas y también residuos generados en servicios e industrias.



- Residuos industriales: Son resultantes de los procesos de fabricación, de transformación, de utilización, de consumo, de limpieza o de mantenimiento generados por la actividad industrial.
- Residuos de construcción y demolición: Son aquellos que se generan en una obra de construcción o demolición.
- Residuos agrícolas: Proceden de la agricultura, la ganadería, la pesca, las explotaciones forestales o la industria alimenticia.
- Residuos hospitalarios: Son aquellas sustancias, materiales, subproductos sólidos, líquidos, gaseosos, que son el resultado de una actividad hospitalaria.
- Residuo electrónico o RAEE: Es un aparato o artículo electrónico que ha sido desechado, después de su vida útil.

1.2.3 Según su Composición

- Residuo orgánico: Es todo desecho de origen biológico, que alguna vez estuvo vivo o fue parte de un ser vivo, por ejemplo: Carnes, lácteos, frutas, verduras incluye las preparaciones de comida que se hacen en el hogar.
- Residuo inorgánico: Son residuos que por sus características químicas sufren una desintegración natural muy lenta, es todo desecho sin origen biológico, de índole industrial o de algún otro proceso artificial, muchos de estos residuos son reciclables por métodos complejos, por ejemplo: plásticos, telas sintéticas, recipientes de aluminio, gomas etc.
- Mezcla de residuo: Son los desechos de residuos mezclados resultado de una combinación de materiales orgánicos e inorgánicos.
- Residuo peligroso: Se refiere a todo residuo, orgánico e inorgánico, que tiene potencial peligroso, por ejemplo: los residuos patógenos de los hospitales, agujas, reactivos, recipientes contaminados con sangre, tintas de impresoras, pilas, etc. (Rivas Arias, 2018).

1.3. Residuos Sólidos Especiales



Fuente: Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Avi –Aseo Pereyra 2011

Los residuos sólidos especiales son considerados así por su difícil degradación, composición y volumen que presentan, son depositados en rellenos a cielo abierto ocupando innecesariamente un lugar; a largo plazo estos pueden causar problemas a la salud humana, pueden generar vectores transmisores de enfermedades representando un peligro a vidas humanas y ecosistemas (Cañedo, Barragán Branly y Juárez, 2015), citado por (Montesdeoca Cruz & Ulloa Ramirez, 2020) Bajo el denominativo de residuos sólidos especiales se encuentran los siguientes residuos:

1. Residuos de construcción y demolición (RCD): Estos se caracterizan porque tienen la ventaja de que son inertes, por lo que no producen lixiviados.
2. Residuos clínicos o sanitarios: son aquellos desechos generados en un centro sanitario (instalación donde se desarrollan actividades de atención a la salud), se presentan en cualquier estado y con variada composición.
3. Vehículos y neumáticos fuera de uso: la eliminación de la contaminación derivada del uso del automóvil es una tarea difícil y costosa. En cuanto a los neumáticos fuera de uso cabe decir que el aumento del transporte rodado por carretera en todo el mundo, ha llevado aparejado un incremento en la demanda de neumáticos de todos los calibres.
4. Lodos de depuradoras: son la materia sólida contenida en las aguas residuales que se separa de la fracción líquida en los sistemas de depuración, y que debe gestionarse de manera independiente.



5. Residuos agrarios: son aquellos desechos resultantes de la actividad agrícola y ganadera.
6. Residuos forestales, son los procedentes de las siguientes actividades: Limpieza de zonas verdes y actividades de jardinería, muebles usados y otros enseres de madera, actividades silvícolas (clareos, podas, limpieza de matorrales...) y fabricación de productos de madera.
7. Residuos mineros: Los de poco valor económico que se encuentran unidos al mineral. Además, los que surgen del proceso de tratamiento del mineral como escorias, cenizas, lodos, etc.
8. Otros residuos industriales no peligrosos.

La peligrosidad para el ser humano y para el medio ambiente es provocada por el tiempo de biodegradación o descomposición de estos residuos sólidos especiales. Instituciones y personas dedicadas al estudio del medio ambiente plantean tiempos de descomposición de los residuos sólidos, con algunas variaciones.

Tabla 1: Tiempo de Degradación de Residuos Sólidos

MATERIAL	TIEMPO
Papel	2 - 5 meses
Cáscaras de naranja	6 meses
Calcetines de lana	1 – 5 años
Colillas de cigarro	1 – 12 años
Plástico de envases de leche de cartón	5 años
Zapatos de piel	25 – 40 años
Tela nylon	30 – 40 años
Latas de aluminio	80 – 100 años
Botellas de vidrio	1.000 – 4.000 años
Llantas de auto	500 años
Chicles	5 años
Botellas de plástico	100 – 1.000 años

Fuente: RESITER. Descomposición de residuos. Bogota.2018.

El Reglamento para la Gestión de Residuos Sólidos de Bolivia de 8 /12/1995 define a los residuos especiales de la siguiente manera: “Son residuos de características muy diversas que se generan en el medio urbano y cuyas formas de recolección y tratamiento varían sustancialmente. Son los siguientes: Vehículos



y electrodomésticos desechados; **Llantas y neumáticos desechados**; Residuos sólidos sanitarios no peligrosos; Animales muertos y Escombros de construcción”.

EMACRUZ-Bolivia los define de la siguiente manera:

“Residuos Especiales: Residuos sólidos que, por su calidad, cantidad, magnitud, volumen o peso puede presentar peligros y, por lo tanto, requiere un manejo especial. Incluye a los residuos con plazos de consumo expirados, desechos de establecimientos que utilizan sustancias peligrosas, lodos, residuos voluminosos o pesados que, con autorización o ilícitamente, son manejados conjuntamente con los residuos sólidos municipales. Ejemplo: **Llantas usadas**, escombros, restos de poda, etc.” (EMACRUZ, 2018).

Tabla 2: Clasificación de los Residuos en base al Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos de la Ley 1333 de Medio Ambiente

A	RESIDUOS DOMICILIARIOS
B	RESIDUOS VOLUMINOSOS
C	RESIDUOS COMERCIALES DE SERVICIOS E INSTITUCIONES
D	RESIDUOS PROCEDENTES DE LA LIMPIEZA DE ÁREAS PÚBLICAS
E	RESIDUOS ESPECIALES <ul style="list-style-type: none"> • Vehículos y electrodomésticos desechados. • Neumáticos desechados • Residuos sólidos sanitarios no peligrosos. • Animales muertos • Escombros • Jardinería
F	RESIDUOS INDUSTRIALES ASIMILABLES A DOMICILIARIOS
G	RESTOS DE MATADEROS
H	LODOS
I	RESIDUOS AGRÍCOLAS, GANADEROS Y FORESTALES
J	RESIDUOS MINEROS Y METALÚRGICOS
K	RESIDUOS PELIGROSOS

Fuente: (EMACRUZ, 2018)

1.3.1 Neumáticos fuera de uso (NFU)

Las llantas que han cumplido su vida útil son un problema ambiental porque con frecuencia se las deposita en la basura o algún lugar clandestino. El tenerlas a cielo abierto puede provocar eventos graves para el medio ambiente debido al riesgo de



generar incendios incontrolables poniendo en peligro a las personas, infraestructura y ecosistemas (Carrillo Flor & Córdova Tafur, 2012).

Como consecuencia del desgaste por rozamiento que sufren los materiales que los componen, los neumáticos son residuos importantes (en cuanto a volumen) especialmente en los países desarrollados donde, hasta hace poco terminaban frecuentemente en vertederos, muchas veces incontrolados.

Hoy en día la legislación de muchos países obliga a gestionarlos de manera separada y se han creado plantas de reciclaje específicas para ellos, donde se aprovecha el caucho para mezclas bituminosas que luego se van a emplear en asfaltos de carreteras, pistas de deporte, céspedes artificiales, suelas de goma.

¿Cuánto tarda un neumático fuera de uso en degradarse?

“Un neumático fuera de uso puede tardar 1.000 años en desaparecer si lo arrojamos a la naturaleza. Eso significa que si Erik el Rojo (el vikingo) hubiera encontrado un neumático en alguno de sus saqueos y lo hubiera abandonado en Noruega, hoy podríamos encontrarlo. Cabe destacar que hoy en día **abandonar un neumático en la vía pública conlleva una sanción**. Es por ello que es importante concienciar a la ciudadanía acerca del reciclaje de materiales fuera de uso”. (desguaceslacabaña.com/blog/cuanto-tarda-un-neumático-en-desaparecer).





1.3.2. Composición de un Neumático

Los neumáticos son estructuras complejas que están compuestas por los siguientes elementos: caucho natural y sintético, negro de humo, agentes químicos (azufre, óxido de zinc, aditivos), aceites minerales y fibras reforzantes (hilos de acero y textiles). La estructura del Neumático está formada en la parte interior por láminas de caucho, una malla de acero y/o textil y una capa exterior de caucho macizo moldeado, que constituye la banda de rodadura. Esta banda es la que va en contacto con la superficie del camino, tiene una alta resistencia al desgaste y a través de su diseño proporciona las características de tracción, frenado y adherencia.



La estructura básica del neumático, que le proporciona la capacidad necesaria para soportar la carga y transmitir o absorber los esfuerzos de aceleración, frenado y guiado, está compuesta por aros metálicos y textiles de acero, rayón o polímeros sintéticos.

Durante el uso se produce un desgaste de la banda de rodadura, volviendo insegura la conducción, por lo que el Neumático debe ser cambiado. Generalmente los fabricantes de Neumáticos recomiendan como mínimo 3 mm de profundidad de dibujo o huella para garantizar la seguridad del vehículo. Con ese mismo objetivo, en algunos países existen normas de seguridad de tránsito que establecen la profundidad mínima de dibujo o huella en 1.6 mm. (Martínez et al., 2005, p. 21).

Actualmente hay muchas formas de deshacerse de los NFU, una de ellas es la Trituración.

- **Trituración:** La trituración es un proceso mecánico de reducción de tamaño del neumático, luego de esta etapa se obtiene materia prima para la utilización de nuevos procesos y productos. Este proceso incluye dos tipos de trituración:

- Trituración Criogénica: consiste en procesar los NFU a una temperatura por debajo de los cero grados con nitrógeno líquido, lo que permite una fácil trituración y separación de los materiales. Por otra parte, el sistema de tratamiento necesita unas instalaciones complejas y de alto costo de implantación y mantenimiento, esto hace que no sean rentables económicamente por la baja calidad de los productos obtenidos y la dificultad de separar el caucho, el metal y los materiales textiles provoca que este sistema sea poco recomendable.
- Trituración Mecánica: es un proceso mecánico de bajo costo que consiste en triturar los NFU en pedazos pequeños a través de una trituradora, lo que permite separar el caucho y la fibra textil y facilita el uso de nuevos productos. Este es el proceso más común para la eliminación de los NFU lo que lo dificulta es el consumo de energía.

Figura 2: Productos de trituración mecánica.

CAUCHO	ACERO	FIBRA
70%	25%	5%

Los posibles productos y subproductos obtenidos de la trituración son:

Tabla 3: Subproductos de reciclaje de NFU.

PRODUCTO	UTILIZACIÓN
Polvo Neumático	Parques Infantiles
	Pistas deportivas
	Césped artificial
	Carreteras
Acero	Acero para altos hornos
Otros componentes textiles	Valorización energética

1.3.3. Tratamiento de Neumáticos Fuera de Uso

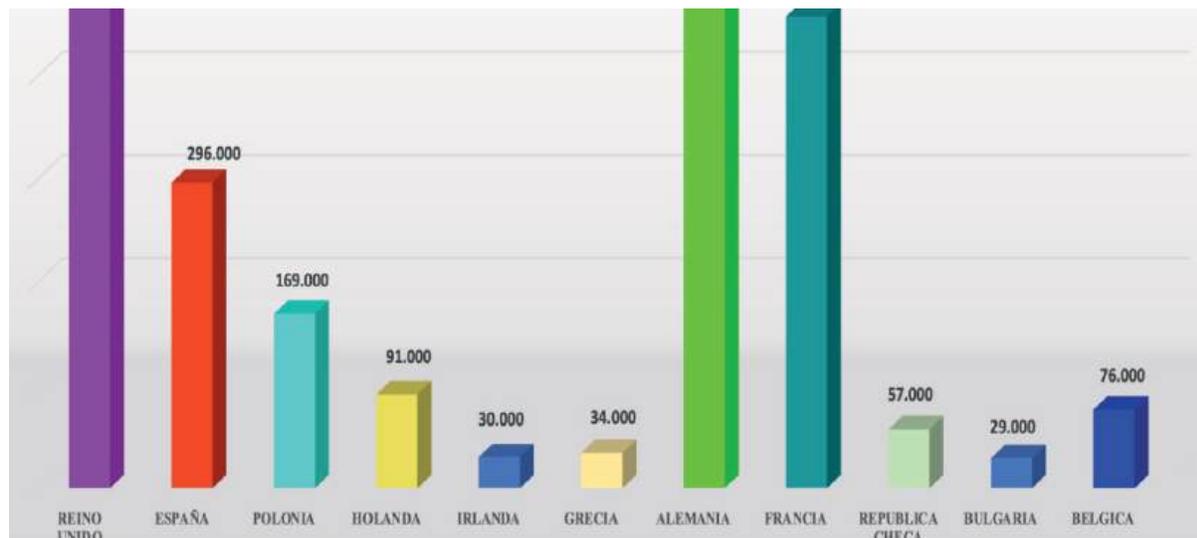
El tratamiento de los NFU en los países de Europa es controlado ya que se reutilizan en reciclaje, recuperación de energía, ingeniería civil, entre otros. Para



el manejo de los NFU existen organizaciones dedicadas a controlar los intereses de los fabricantes de Neumáticos como: La Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho “ETRMA”, por sus siglas en inglés, que está compuesta por empresas fabricantes y asociaciones nacionales, es la vocera de la industria de neumáticos, realiza publicaciones de reportes relacionados con el comercio y recuperación de llantas usadas (La Asociación Europa de. Tyreaware.Org. Retrieved, 2020)¹.

El reporte del año 2015 de los neumáticos, incluyen datos de 31 países sobre la cantidad de llantas usadas (Scott, 2015).

Figura 3: Generación de Llantas Usadas en Europa- 2013.



Fuente: Scott 2015

Los principales países de Europa con mayor generación de neumáticos usados y con una mejor implementación de las GIRS2 para el control y manejo de los neumáticos, son: ALEMANIA, REINO UNIDO, FRANCIA y ESPAÑA. Así también podemos encontrar a los países que no tienen una adecuada GIRS, como se ve reflejada en la figura 3 ocupando los últimos lugares, siendo estos países BULGARIA, IRLANDA, GRECIA Y REPÚBLICA CHECA.

España es uno de los países con amplia experiencia en el manejo de llantas a medio uso, cuentan con lineamientos para el correcto tratamiento de las llantas usadas.

1. ETRMA: La Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho.

2 GIRS: Gestión Integral de Residuos Sólidos.



En América del Norte y Latinoamérica existen países con mayor conciencia ambiental que otros y con mayores políticas dedicadas al manejo y control de los Neumáticos, los más relevantes son:

En Estados Unidos existen leyes dirigidas a controlar y manejar de manera más eficiente la generación de “Neumáticos”, en el Estado de Minnesota se promulgó la “Ley para el reciclaje de Llantas Usadas” en el año 1988, la misma fue creada debido al aumento de la epidemia de encefalitis “La Crosse”, la misma que se transmite por los mosquitos que se reproducen en las aguas estancadas en el interior de las llantas que se encuentran al aire libre (EPA 2010). El principal problema ambiental internacional se encuentra ubicado en la frontera entre Estados Unidos y México donde existe una gran cantidad de neumáticos en los depósitos clandestinos de la región, debido a una correcta gestión se logró reducir aproximadamente 12 millones de Neumáticos usados que se encontraban en la zona fronteriza.

En México según datos estadísticos se desechan anualmente cerca de 33.700.000 llantas, de las cuales el 4% son recicladas y el resto (96%) no tienen ningún tipo de gestión. Debido a esta información y tomando conciencia del daño que se estaba generando, la Cámara de Diputados aprobó la iniciativa de usar el caucho (principal componente de los neumáticos) en la construcción y conservación de caminos y puentes federales, de esta manera se podría tener un manejo integral del residuo (Juan Gonzalez, 2017)

En Brasil el año 2001 se creó la empresa Midas Elastómeros del Grupo Vibrapar en Sao Paulo, en la misma se implementó una tecnología que permite separar el nylon, acero y caucho. La planta procesa 70% de caucho recuperado (en polvo), 20% de filamentos de acero y 10% de fibras de nylon, teniendo una capacidad instalada de 20.000 ton/año.

Otro de los países es Colombia, en el cual se elaboró en Bogotá el año 2006 una guía para el manejo de llantas usadas, en esta se plantea el cómo se deben gestionar adecuadamente los neumáticos usados, así mismo establece una serie de técnicas para el reciclaje, el ciclo de vida que experimentan y la problemática ambiental asociada a este residuo (Bogotá, 2006).



1.4. Gestión Integral de los Residuos Sólidos

En la actualidad el problema que más aqueja a nivel mundial es la Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS), los mismos que se han incrementado en cantidades desmesuradas.

La gestión de residuos sólidos puede ser definida como “la disciplina asociada al control de la generación, almacenamiento, recogida, transferencia y transporte, procesamiento y evacuación de residuos sólidos de una forma que armoniza con los mejores principios de la salud pública, de la economía, de la ingeniería, de la conservación, de la estética y de otras consideraciones ambientales, y que también responde a las expectativas públicas” (Tchobanaglou, Theisen, & Vigil, 1994).

El manejo tradicional de los residuos sólidos urbanos, señala Barradas (2009) en la mayoría de las ciudades en desarrollo, incluye las siguientes etapas:

“a) Generación de los residuos y acumulación de los mismos en contenedores improvisados. b) Recolección domiciliaria de residuos en camiones. En algunos casos se han empleado vehículos con compresión de residuos y niveles accesibles de carga y descarga. c) Transporte de los residuos a los basureros. d) Disposición final de los residuos en basureros a cielo abierto. e) Recuperación de materiales aprovechables, por parte de personas de muy bajos recursos económicos y en condiciones antihigiénicas. f) Combustión de los residuos restantes” (Barradas Rebolledo, 2009).

Otras etapas no generalizadas, ya sea por el nivel socioeconómico de la población o por las características del lugar, pueden ser: a) Selección, almacenamiento y venta de los materiales aprovechables b) Combustión de los residuos para calentamiento de agua o para preparación de alimentos. c) Combustión de los residuos de jardinería. d) Acumulación de los residuos orgánicos comestibles para la alimentación de animales de granja, comúnmente cerdos y aves de corral.

Una característica común del manejo tradicional es la disposición final, en basureros o rellenos sanitarios. La valorización de los residuos se vuelve una alternativa catalogada como costosa y altamente tecnificada (Barradas Rebolledo, 2009).

La gestión de los residuos sólidos en la actualidad se realiza en las siguientes etapas:



- Etapa previa a la recogida (incluye la separación y el almacenamiento).
- La propia recogida.
- El transporte desde el punto de recogida.
- Su eliminación o transformación.

Una vez recogidos, el destino para desechar los residuos sólidos puede ser:

- Disposición en el relleno sanitario: El relleno sanitario es un método de eliminación de los residuos sólidos que consiste en depositarlos en el suelo, de forma esparcida y compactada. Esto se hace sobre todo con los residuos peligrosos.
- Incineración: Una incineradora de residuos es un sistema para tratar la basura consistente en quemar estos desechos a elevadas temperaturas, lo que consigue reducir su volumen hasta en un 90% y su peso en un 75%. La desventaja de este sistema es que se generan cenizas, residuos inertes y gases que pueden resultar tóxicos para las personas.



- Separación y aprovechamiento: Este sistema clasifica a los residuos sólidos en el lugar donde se producen para, posteriormente, recuperarlos. Para recuperarlos se aplican procesos, técnicas y operaciones que consiguen devolver a estos materiales la posibilidad de reutilizarlos en su función original o alguna similar (Sanchez, 2020).

Respecto de la GIRS municipales, en un seminario internacional sobre Gestión integral de residuos sólidos y peligrosos (Antioquia-Colombia) se realizaron los



siguientes comentarios sobre prioridades de la gestión municipal. “El generador de los residuos sólidos pasa a ser un usuario del servicio de aseo urbano, y tiene como responsabilidades la separación de sus residuos, el almacenamiento y la presentación de los mismos en el lugar, frecuencia y horario indicado por el operador del servicio de aseo” (Jaramillo, 1999).

La administración municipal debe recoger, transportar y disponer los residuos sólidos municipales en un relleno sanitario, y podrá asumir el tratamiento de los residuos sólidos para recuperar recursos.

En consecuencia las prioridades para la GIRS municipal serían las siguientes:

- Reducción en origen.
- Recuperación (re-uso y reciclaje).
- Tratamiento.
- Relleno sanitario.

Respecto del tratamiento o transformación que implica la alteración física, química o biológica de los residuos es una opción favorable y no así la incineración de residuos practicada en países desarrollados (Seminario Antioquia, 1999).

1.5. Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS)

Un plan de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) abarca todas las etapas del manejo de residuos sólidos, así como los aspectos técnicos, ambientales, económicos, institucionales y legales que le son afines. El PGIRS surge ante la necesidad de solucionar los problemas ambientales y el impacto negativo de los residuos sólidos urbanos en los cuerpos de agua y en los sistemas de saneamiento (Fichtner, 2005).

1.5.1. Principios Rectores del PGIRS

Fichtner Asociados (2005), señalan los siguientes principios rectores internacionalmente utilizados para desarrollar un PGIRS: el principio de jerarquía en la gestión de residuos; principio de gestión integrada; responsabilidad extendida del productor; los instrumentos económicos y, reducción de los residuos peligrosos. Estos principios serán expuestos brevemente a continuación.



Principio de jerarquía en la gestión de residuos: el primer propósito de la gestión integral es evitar la generación; si no es posible evitarla se debe procurar la minimización utilizando el concepto de las 3R's³ (reducir, reutilizar, reciclar), por tanto, si esta minimización no es posible, entonces se debe plantear el tratamiento, y sólo cuando el tratamiento no sea factible, se debe recién pensar en la disposición final.

De manera resumida, es posible visualizar lo siguiente (adaptado del Programa CYMA, 2008):

- Evitar la generación de residuos desde el origen.
- Reducir al máximo la generación de residuos desde el origen.
- Reutilizar los residuos generados ya sea en la misma cadena de producción o en otra paralela.
- Valorizar los residuos por medio de la recuperación energética, el reciclaje o el co - procesamiento, entre otros.
- Tratar los residuos generados antes de enviarlos a disposición final.
- Disponer la menor cantidad de residuos.

Figura 4: Jerarquía en el Manejo de Residuos Sólidos.



Fuente: En base a Peterson, 2009.

3. Rescatando el concepto de las 4R's introducido por la Dra. Maathai, premio Nobel de la Paz en 2004, se añadiría "reparar", el cual revela que, si se pueden reparar los materiales dañados, entonces no sería necesario reciclarlos.



Principio de gestión integrada: Indica que para un manejo adecuado de los residuos se requiere el conjunto de tareas e infraestructura tomando en cuenta que una única infraestructura no es capaz de lograr gestionar la complejidad del manejo de los diferentes residuos.

Una gestión avanzada consiste en actividades coordinadas dentro de todos los niveles y áreas responsables del manejo de residuos para lograr una gestión que funcione adecuadamente y posibilitar la mejora continua del sistema (Fichtner, 2005)

Responsabilidad extendida del productor: Los fabricantes, importadores y distribuidores de productos tienen la responsabilidad sobre los impactos ambientales de su producto a través de todo el ciclo de vida del mismo, incluyendo los impactos inherentes a la selección de los materiales, impactos del proceso de producción de los mismos, así como los impactos relativos al uso y la disposición de éstos (Programa CYMA, 2008). Este principio elemental no es sino la concreción práctica del viejo y evidente dicho “quien contamina paga”.

Los instrumentos económicos: Los instrumentos económicos que se puedan aplicar para conseguir mejorar la gestión de los residuos deben permitir generar incentivos que apoyen y promuevan la producción limpia y sostenible, la minimización de los residuos y proyectos innovadores de gestión integral (Fichtner, 2005)

La utilización de instrumentos económicos se destaca cada vez más como una herramienta para disminuir la envergadura del problema de la gestión de los residuos sólidos y mejorar los servicios de recolección y disposición de ellos. Los instrumentos económicos, señala el BID (2003), pueden compararse con las acciones de “comando y control” que más directamente actúan mediante las normas, reglamentos y sanciones para prescribir tanto las normas que deben seguir los agentes económicos como las decisiones respecto de qué, cómo, cuándo, dónde y cuánto producir, emitir y tratar (BID, 2003).

Reducción de los residuos peligrosos: Es un principio que surge de la Agenda 21. Este principio busca impedir, en lo posible, y reducir hasta donde sea factible la producción de residuos peligrosos, sometiéndolos a una gestión que impida daños al medio ambiente y a la salud pública.



Se trata de un complemento del principio de jerarquía que busca que se prioricen las acciones de reducción en los residuos que puedan considerarse peligrosos. Aunque la cantidad de residuos peligrosos dentro de los Residuos sólidos generales es pequeña, se considera importante seguir este principio, teniendo en cuenta los altos impactos que puede tener su inadecuado manejo.

1.5.2. Objetivos de un PGIRS

Un PGIRS busca principalmente lograr una adecuada gestión de los residuos, esto es trabajar con el mínimo riesgo para la salud de la población y para el medio ambiente. A continuación, se exponen algunos objetivos para lograr la gestión integral de residuos sólidos:

A. Minimizar los impactos ambientales y a la salud. Aunque todavía no se ha establecido por estudios epidemiológicos la relación directa entre el manejo inadecuado de los residuos sólidos y su impacto en la salud, es claro que el primero representa un factor de riesgo elevado para la salud humana y el medio ambiente. La basura no recolectada o que no recibe disposición final sanitariamente segura puede ocasionar un aumento en la prevalencia de enfermedades como el dengue, la leptospirosis y las dolencias gastrointestinales.

Los impactos negativos potenciales por el mal manejo de los residuos en el medio ambiente son evidentes y bien conocidos: Calidad del aire, alteración de las propiedades físicas, químicas y de fertilidad de los suelos, afectación a la calidad del agua y también del tipo de vegetación y fauna (Terraza, 2009).

B. Establecer una gestión eficaz, eficiente y ambientalmente sustentable. Es posible lograrlo priorizando las actividades de acuerdo con los principios de jerarquía (desde la generación de los residuos hasta su disposición final) y los principios de gestión establecidos.

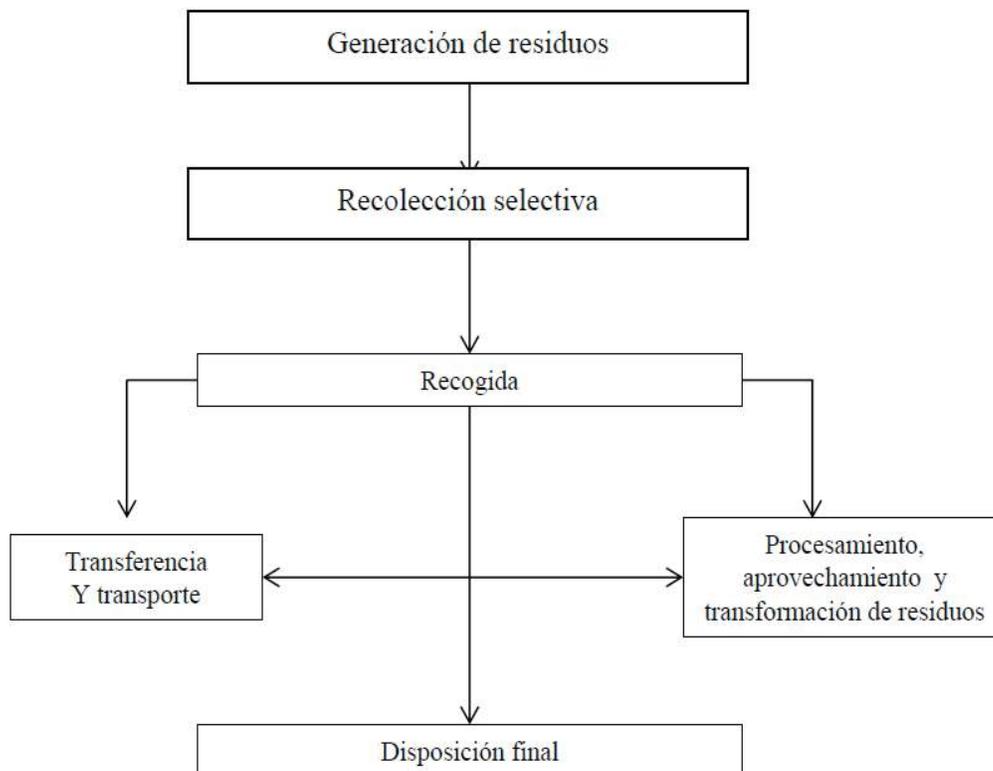
C. Lograr la instrumentación y mejora de los sistemas propuestos en el Plan de Gestión Integral de residuos Sólidos. Se realiza a través de la aceptación de la gestión por parte de la comunidad, del sustento económico y de la readecuación periódica del PGIRS.

D. Integrar en forma armónica la gestión de los residuos sólidos con las demás actividades de desarrollo. Como por ejemplo las actividades productivas, de salud

y de educación, promoción de valores individuales y colectivos de respeto por el medio ambiente (Terraza, 2009).

1.5.3. Desarrollo de un PGIRS

Figura 5: Etapas de la Gestión de Residuos Sólidos.



Fuente: En base a Tchovanoglous et al, 1994.

Para el desarrollo e implantación del PGIRS, es importante realizar una correcta combinación de alternativas y tecnologías las cuales permitirán afrontar las cambiantes necesidades de la gestión de residuos. Asimismo, es una necesidad el realizar una periódica supervisión y evaluación continua, que permita determinar si los objetivos y metas del programa están siendo realizados.

Considerando los principios y buscando el logro de los objetivos planteados se elabora el Plan de Gestión, este contempla diferentes alternativas para cada una de las etapas de la gestión de residuos, como lo son el almacenamiento, la recolección, el transporte, los tratamientos intermedios y la disposición final.



1.6. Reciclaje

Ante los datos sobre basura, se impone la visión de la industria del reciclaje como un negocio global (Minter 2011). Según Minter “Esta actividad mueve 500.000 millones de dólares anualmente en el mundo y emplea a más gente que cualquier otra industria del planeta, exceptuando la agricultura”.

Reciclar consiste en usar los materiales varias veces para elaborar otros productos reduciendo en forma significativa la utilización materias primas. Reincorporar recursos ya usados en los procesos para la producción de nuevos materiales ayuda a conservar los recursos naturales ahorrando energía, tiempo y agua que serían empleados en su fabricación a partir de materias primas (Berenguer Húngaro, Deas Yero, & Trista Moncada, 2006).

Son muchas las ciudades y países que están procesando e importando restos de residuos sólidos, demostrando que nada es tan eficiente y barato como reciclar. “...Reconocer que lo que nosotros tiramos se puede usar de alguna manera, es el primer paso para comenzar a desterrar una frase común en el sector: de la basura, lo que menos huele son los residuos” (Minter, 2011).

1.6.1. Razones para Reciclar

Son varias las razones que muestran la importancia del reciclaje, a continuación, se citan algunas:

Ahorro de Espacio. Los rellenos sanitarios son la forma más común y rápida para deshacernos de la basura. Sin embargo, estos suelen llenarse rápidamente debido a la alta generación de la misma; encontrar nuevos lugares para rellenos sanitarios resulta cada vez más difícil. Una alternativa popular para reducir la cantidad de basura y lograr espacio en el relleno sanitario es la incineración, ésta produce residuos altamente tóxicos que necesitan especial manejo.

Ahorro de Recursos Naturales como agua, energía, petróleo. En el proceso de reciclado, por lo general se utilizan menos de estos recursos, para la fabricación de materiales que cuando se parte de materia prima virgen.

Reducción de la Contaminación. Al crear nuevos productos (papel, aluminio, plástico, vidrio) a partir de materiales reciclados se reduce la contaminación del aire y agua.



Reciclar **reduce también emisiones a la atmósfera de bióxido de carbono**, el cual contribuye de una manera determinante en el efecto invernadero, el peligro global, la lluvia ácida, la ruptura de la capa de ozono, la extinción de especies y la deforestación (Chamán, 2019).

La necesidad de cuidar el planeta de la serie de cambios que se han ido produciendo sobre todo en los últimos años y que han provocado, como el caso de los residuos sólidos, severos daños en el medio ambiente motivan a pensar en:

¿Qué podemos hacer para disminuir la generación de desechos sólidos?

La respuesta general es la aplicación del Principio de las tres R. Este Principio hace referencia a aquellas acciones tendientes a evitar la acumulación de la basura: reducir, reutilizar, reciclar.

La reutilización o recuperación, consiste en el aprovechamiento de un producto de desecho, para usarlo con ese u otros fines. Por ejemplo, una goma de auto puede utilizarse como hamaca, y una lata, como portalápices.

El reciclado se basa en el aprovechamiento de determinados productos como materia prima para la fabricación de nuevos productos, del mismo tipo o no, es decir, implica volver a introducir un material en las cadenas de producción de bienes de consumo.

Figura 6: El principio de las “3Rs”.





La **reducción** de la basura consiste en cambiar algunos hábitos de consumo, como emplear menor cantidad de envases descartables. Hasta hace poco tiempo podían conseguirse envases de gaseosas retornables, pero ahora solo contamos con botellas o latas que deben necesariamente desecharse, a no ser que se les de otro uso. Ninguna de las tres R mencionadas podría instrumentarse sin una recolección selectiva de la basura, para luego incorporarla al ciclo productivo.

La reducción del volumen de residuos significa automáticamente la reducción del número de camiones de basura en las carreteras, la reducción de residuos en vertederos o incinerados. La gran cantidad de basura que se tira anualmente está creando serios problemas, sobre todo cuando llega el momento de deshacernos de ella. Reducir: Evitar todo aquello que de una u otra forma genera un desperdicio innecesario Reutilizar: Volver a usar un producto o material varias veces sin tratamiento. Darles la máxima utilidad a los objetos sin la necesidad de destruirlos o deshacerse de ellos. Reciclar: Utilizar los mismos materiales una y otra vez, reintegrarlos a otro proceso natural o industrial para hacer el mismo o nuevos productos, utilizando menos recursos naturales. (Chamán, 2019).

1.6.2. Reciclaje de Llantas Usadas

El parque automotor ha tenido un desarrollo incontrolado a nivel mundial que ha incrementado la problemática de generación y manejo de llantas usadas con la consecuente inadecuada disposición final de este residuo. La preocupación por este problema ha crecido como consecuencia de las afectaciones provocadas al medio ambiente y a la salud humana, generándose la necesidad de crear proyectos, programas y políticas en pro de la disminución y aprovechamiento de estos residuos.

Uno de los problemas ambientales más relevantes a nivel internacional en relación a la generación y acumulación de llantas usadas está situado justamente a lo largo de la región fronteriza de Estados Unidos y México donde existe un gran tiradero de llantas. La acumulación de este residuo se deriva del gran comercio de neumáticos usados que concurre en esta zona, porque al ser más baratos que las llantas nuevas, se compran en mayores cantidades, pero por ser ya usados, van a tener una vida útil muy corta y como consecuencia se desecha un mayor número (EPA 2007). En el 2007 se logró fomentar el cumplimiento de las normas ambientales que permitieron la reducción de la contaminación terrestre, mediante la limpieza, disposición y gestión correcta de aproximadamente 12 millones



de llantas usadas que se encontraban en depósitos clandestinos en esta región fronteriza (SEMARNAT y EPA 2012).

En Europa, la temática de neumáticos está liderado por la Asociación Europea de Fabricantes de Neumáticos y Caucho, ETRMA, la que muestra datos (ver Tabla 4) de 31 países sobre la cantidad de llantas usadas generadas y el porcentaje de llantas tratadas para el año 2013 (Scott, 2015).



Un ejemplo de aprovechamiento de llantas usadas en este continente es convertirla en granulado de goma para relleno de superficies deportivas y se estima que se construyeron entre 4.000 y 6.000 campos de futbol, donde se emplearon en cada uno entre 50 y 80 toneladas de este material triturado, es decir, entre 200.000 y 480.000 toneladas totales (Sanchez, 2020).

España es uno de los países pioneros en cuanto a la gestión adecuada de los neumáticos usados, introduciendo un término conocido como TNU (Tratamiento Neumáticos Usados), que es un sistema integrado de gestión (SIG) de llantas fuera de uso, donde se plantean lineamientos para garantizar el correcto tratamiento de las llantas usadas, resaltando que un neumático es 100% reciclable, proceso que no es contaminante y radica en la extracción selectiva de sus componentes, para luego ser utilizados en otros productos como sillas y zapatos.



Tabla 4: Llantas recuperadas en Europa en el año 2013.

Cifras Nacionales (Toneladas)	GLLU ²	Reutilización de neumáticos parcialmente gastados			Neumáticos al final de su vida Generados	Recuperación ETL ⁶		Relleno Sanitario	Tratamiento total de llantas Usadas	Llantas Usadas tratadas
		Reut ³	Export ⁴	Reenc ⁵		Total del material recuperado ⁷	Energía			
	(A)	(B)	(C)	(D)	(E) = A - (B+C+D)	(H) = (F+G)	Recuperación de Energía (I)	(J)	(k)=(B+C+D +H+I)	(L)=K/A
Bélgica	76.000	3.000	7.000	11.000	55.000	45.000	10.000	0	76.000	100%
Bulgaria (est.) ¹	29.000	0	0	4.000	25.000	15.000	4.000	6.000	23.000	79%
República Checa	57.000	0	0	2.000	55.000	17.000	28.000	10.000	47.000	82%
Francia	457.000	20.000	50.000	35.000	352.000	125.000	227.000	0	457.000	100%
Alemania	582.000	10.000	84.000	75.000	413.000	201.000	212.000	0	582.000	100%
Grecia	34.000	0	1.000	1.000	32.000	16.000	14.000	2.000	32.000	94%
Irlanda	30.000	3.000	1.000	1.000	25.000	12.000	9.000	4.000	26.000	87%
Holanda	91.000	0	27.000	2.000	62.000	51.000	11.000	0	91.000	100%
Polonia (est.) ¹	169.000	8.000	0	3.000	158.000	35.000	123.000	0	169.000	100%
España	296.000	6.000	22.000	40.000	228.000	104.000	124.000	0	296.000	100%
Reino Unido(est.) ¹	527.000	40.000	29.000	39.000	419.000	208.000	187.000	24.000	503.000	95%

¹Estimado

²Generación de Llantas Usadas.

³Reutilización

⁴Exportación

⁵Reencauchado

⁶Recuperación de neumáticos al final de su vida.

⁷Material para: Reciclaje e Ingeniería civil, obras públicas y rellenos.

Fuente: Scott 2015.

Brasil ha sido uno de los países precursores en Suramérica en pro del aprovechamiento de las llantas usadas. Una de las fábricas empezó con un trabajo a gran escala, reciclando de cinco a seis millones de llantas anuales y otros residuos de caucho. La capacidad instalada de la planta es para 20.000 ton/año, procesa 70% de caucho recuperado (en polvo), 20% de filamentos de acero y 10% de fibras de nylon; otra compañía que se desarrolla en este sector es la Unidad de Negocios de Industrialización de la planta de Petrobras en Sao Mateus do Sul, realiza una extracción del mineral Pizarra Pirobituminosa, que genera Gas y combustibles de Petróleo. El proceso que se lleva a cabo se conoce con el nombre de Petrosix y se ha implantado desde el año 2001, permitiendo reciclar cerca de 1.502.000 llantas usadas ya trituradas. Esta trituración, está a cargo de la empresa BS Colway Pneus situada en la ciudad de Coritiba (Andrietta, A. 2002; Citado en (Carrillo y Córdova 2012).

Colombia cuenta con un sistema de recolección selectiva y de gestión ambiental de las llantas usadas desarrollado por la Asociación Nacional de Empresarios de



Colombia (ANDI) y consiste en exigirle a productores y distribuidores que permitan a los consumidores devolver estas llantas a través de unos sitios específicos de recolección, que no generen costos adicionales para el consumidor y tampoco obliguen a estos a comprar llantas nuevas (Muñoz 2015).

Colombia ha establecido algunos elementos para la gestión adecuada de las llantas usadas, como la Mesa Nacional de Llantas Usadas, que junto al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y otras instituciones del Estado buscan una solución a esta problemática ambiental, planteando lo siguiente para el aprovechamiento de las llantas usadas (MADS 2015a):

- Fomentar el índice de reencauche como primera alternativa en la vida útil de una llanta.
- Promover la utilización de mezcla asfáltica con grano de caucho reciclado en las vías nacionales, 4G y urbanas.
- Sensibilizar a los transportadores y consumidores en general sobre el uso adecuado de las llantas.

Otros países de sud américa también implementan procesos de reciclaje de los NFU.

1.7. Economía circular

La idea de economía circular aparece en el libro de Pearce y Turner en 1989 “economía de los recursos naturales y del medio ambiente”, y cada vez adquiere mayor importancia. Una economía circular es reconstituyente y regenerativa por diseño, y se propone mantener siempre los productos, componentes y materiales en sus niveles de uso más altos. El concepto distingue entre ciclos técnicos y biológicos (Cerdá & Khalilova, 2016)

Este nuevo modelo económico trata en definitiva de desvincular el desarrollo económico global del consumo de recursos finitos. Una economía circular aborda los crecientes desafíos relacionados con los recursos a los que se enfrentan las empresas y las economías, y podría generar crecimiento, crear empleo y reducir los efectos medioambientales, incluidos emisiones de carbono. Dado que cada vez son más las voces que abogan por un nuevo modelo económico basado en el pensamiento de sistemas, una conjunción favorable sin precedentes de actores



tecnológicos y sociales puede hacer posible ahora la transición a una economía circular (Cerdá & Khalilova, 2016).

Los principios en los que se apoya una economía circular son 3:

A.- Preservar y aumentar el capital natural, controlando los stocks finitos y equilibrando los flujos de recursos renovables.

B.- Optimizar el rendimiento de los recursos, circulando siempre productos, componentes y materiales en su nivel más alto de utilidad, en los ciclos técnico y biológico.

C.- Promover la efectividad del sistema, haciendo patentes y proyectando eliminar las externalidades negativas” (Cerdá & Khalilova, 2016).

Las características clave de una economía circular planteadas por EEA (2016) son las siguientes:

- Reducción de insumos y menor utilización de recursos naturales.
- Compartir en mayor medida la energía y los recursos renovables y reciclables.
- Reducción de emisiones, menor contaminación.
- Disminuir las pérdidas de materiales y de residuos.
- Mantener el valor de productos, componentes y materiales en la economía.

El concepto de **economía circular** se apoya en los fundamentos de la escuela ecologista, y propone un cambio al paradigma “reducir, reutilizar y reciclar” por una transformación más profunda y duradera, que permita disminuir el impacto causado por las actividades humanas sobre el medio ambiente. Este modelo otorga al residuo un papel dominante y se sustenta en la reutilización inteligente del desperdicio, sea este de naturaleza orgánica o de origen tecnológico, en un modelo cíclico que imita a la naturaleza y se conecta con ella. Bajo este enfoque, el residuo pierde su condición de tal y se convierte en la materia prima “alimentaria” de los ciclos naturales o se transforma para formar parte de nuevos productos tecnológicos, con un mínimo gasto energético (Cerdá & Khalilova, 2016).

El modelo de economía circular se dirige hacia un nuevo paradigma, implica una nueva modalidad de hacer productos desde su mismo origen, desde su diseño, y permite hacer negocios atendiendo al crecimiento económico de la sociedad, a



la sustentabilidad ambiental y a la disminución de los riesgos por la volatilidad e incertidumbre de precios de las materias primas y recursos energéticos (Lett, 2014).

A modo de ejemplo, se puede citar el caso de la compañía automotriz Renault con su planta industrial en Choisy-le Roi, Francia, donde se practican los principios de la economía circular en la reingeniería de autopartes usadas, con un costo de 50 % al 70 % del valor original. En la planta procesadora se emplean 325 personas, mucho más que las requeridas para la manufactura en línea de autopartes de las otras plantas, sin embargo, la ecuación económica aún se mantiene favorable, debido al menor impacto de la materia prima en el costo final. Con esta modalidad, Renault ha logrado una reducción del 80 % en el consumo de energía, del 88 % en el consumo de agua y del 77 % en la generación de residuos con relación al modelo tradicional de producción (Lett, 2014).



PARTE II RESIDUOS SÓLIDOS EN BOLIVIA

2.1. La Basura a nivel Bolivia

Bolivia genera al año 1.7 millones de toneladas de basura y recicla solamente el 2.8 % de este total.



Beni. Un grupo de personas recolecta residuos reciclables en el botadero de Riberalta. Fotos: Ministerio de Medio Ambiente y Aguas.

“Pañales desechables, botellas de plástico, cáscaras de frutas o verduras, papeles, bolsas y otros son parte de las más de 1.7 millones de toneladas de residuos sólidos que los bolivianos producimos cada año. De esa cifra apenas se reciclan 49.640 toneladas anuales (2.8%)” (Tapia, 2011).

El dato se desprende del primer Diagnóstico sobre Residuos Sólidos en Bolivia, elaborado por la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DGGIRS) – dependiente del Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAYA), que fue creado en 2009.

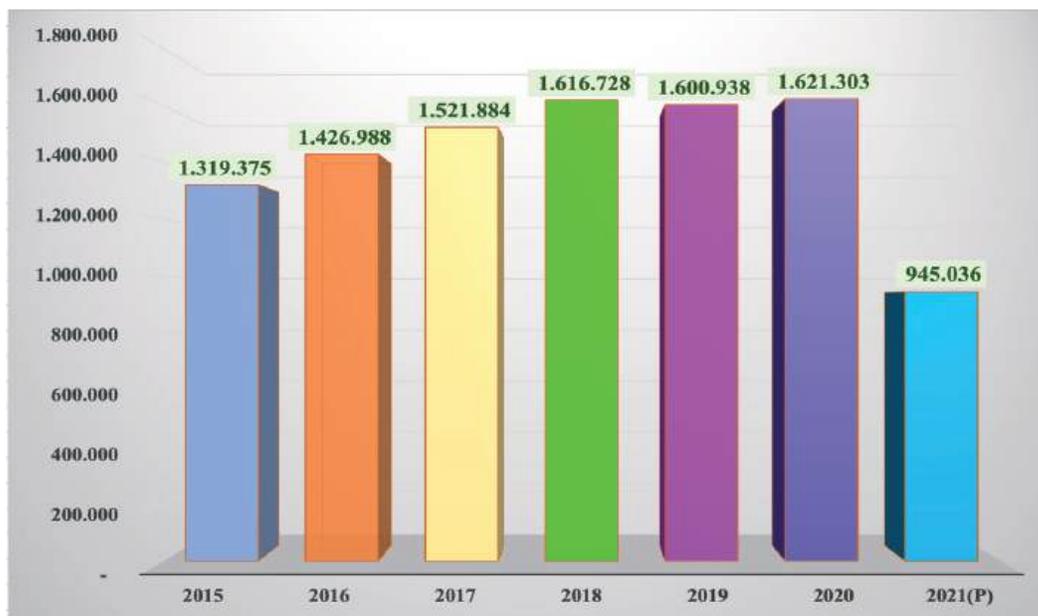
Según el diagnóstico, en Bolivia 10.4 millones de personas producen 4.782 toneladas de residuos sólidos por día. Es decir, que la producción de basura per cápita promedio es de 4.5 kilos diarios. Del total nacional diario 87% (4160 toneladas) se genera en el área urbana y el restante 13% (622 toneladas) en el área rural (Tapia, 2011).



El diagnóstico señala que, de los 337 municipios, apenas 29 cuentan con entidades municipales de aseo y/o unidades técnicas específicas que se encargan de los residuos sólidos, solo nueve tienen reglamentos de aseo urbano y únicamente seis cuentan con un programa de manejo de desechos.

Datos del INE reflejados en el siguiente gráfico muestran el incremento de los residuos sólidos hasta el año 2020.

Tabla 5: Recolección de Residuos Sólidos 2015-2021(p).



Fuente: INE 2020.

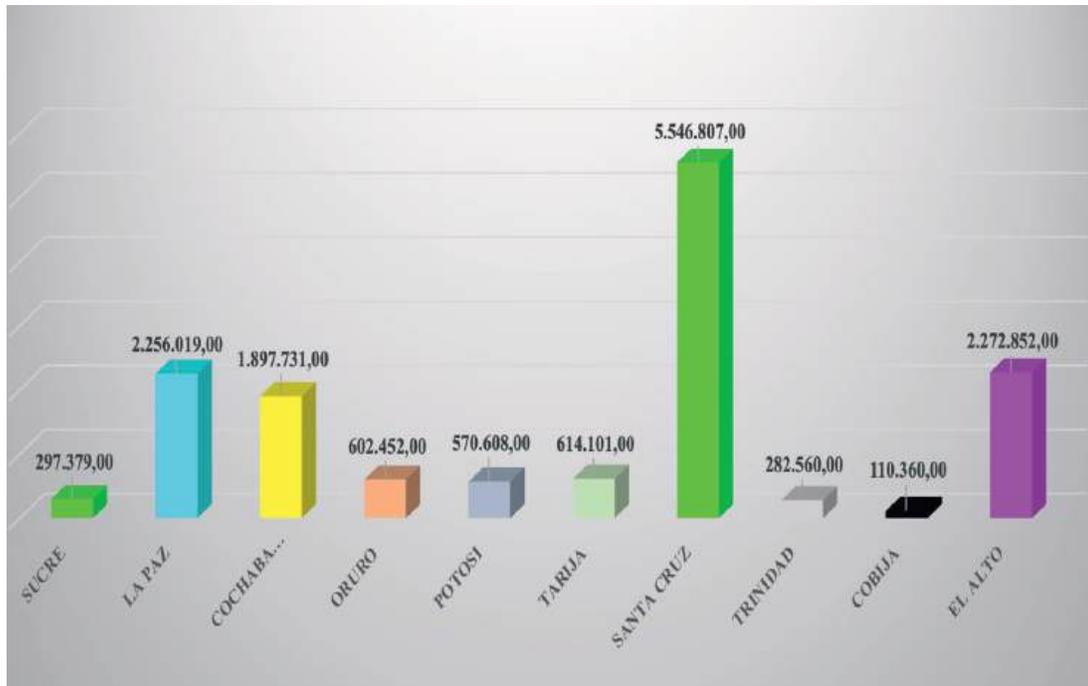
Del total de residuos sólidos generados en Bolivia, 55.2% son residuos orgánicos, 22,1% son desechos reciclables (papel, plástico, vidrios, metales) y el restante 22,7% es basura no reciclable (Dirección General de Gestión Integral de residuos sólidos, 2011). No existe mayor información sobre composición de residuos sólidos; es el caso de los neumáticos.

De los 337 municipios que existen en el país, 298 (90.8%) disponen sus residuos a cielo abierto, sin control ni manejo adecuado. Apenas 29 de 337 municipios tienen unidades para manejar residuos (Tapia, 2011).

Las cifras de recolección de Residuos Sólidos por ciudades se muestran en la siguiente Tabla.



Tabla 6: Recolección de Residuos Sólidos por Ciudades en Bolivia 2010 – 2020.



Fuente: INE 2020.

El Municipio de Santa Cruz de la Sierra ocupa el primer lugar en la recolección de residuos sólidos, esto se debe a la migración de pobladores de municipios rurales, al desarrollo industrial, al crecimiento poblacional y a un constante crecimiento del parque automotor, este municipio tiene desarrollada e implementada una Gestión Integral de Residuos Sólidos.

El Gobierno Municipal de Santa Cruz gestiona sus Residuos a través de la Empresa Municipal “EMACRUZ”; en el Botadero Municipal (Normandía) se implementó el “Parque Municipal de Recuperación de Residuos Sólidos”, el componente principal de este parque municipal es la Planta Trituradora de NFU. La planta está compuesta por una moderna maquinaria automatizada cuya capacidad de triturar y granular es de aproximadamente 2 toneladas por hora. El triturado se aprovecha para la conversión en materia prima (Granulado y polvo de Caucho) para la elaboración de otros productos. Los NFU son recolectados diariamente en una cantidad mayor a las 2.500 unidades por EMACRUZ con transporte pesado perteneciente al municipio,



El Municipio de la Ciudad de El Alto se encuentra en el segundo lugar en la recolección de Residuos Sólidos a nivel nacional, el servicio de aseo urbano está a cargo de la empresa “Trébol” que recolecta los residuos domiciliarios, hospitalarios, comerciales e industriales.

El Municipio de Cochabamba promulgó normativa en base a la Ley 755 (GIRS 2015), sobre el control y manejo de los Residuos Sólidos Especiales “Neumáticos” que son desechados por las grandes, medianas y pequeñas empresas (Transporte Interdepartamental, Cervecería Boliviana Nacional, Alcaldía del Cercado, Taquiña, etc.), así como por la ciudadanía en general incentivando al cuidado del medio ambiente a través de campañas de concientización.

2.2. Gestión de Residuos Sólidos en Bolivia

El manejo de los Residuos Sólidos en Bolivia está regulado mediante la Ley No. 755 “Gestión Integral de Residuos Sólidos” y la Ley No. 1333 “Ley del Medio Ambiente”, mismas que son gestionadas por las direcciones, secretarías o dependencias del Ministerio de Medio Ambiente y Agua, encargadas de fortalecer el control y manejo de los residuos sólidos.

A su vez, los Gobiernos Municipales por medio de la Ley No. 2028 “Ley de Municipalidades”, en concordancia con las direcciones o secretarías destinadas al manejo y control de la Gestión Integral de Residuos Sólidos, determinarán la mejor manera de realizar el manejo de los residuos sólidos haciendo la recolección y traslado a los rellenos sanitarios, sean los mismos realizados por el Gobierno Municipal o por empresas subcontratadas.

2.2.1. Niveles de Gobierno y la GIRS

La Estructura Política del Estado, presenta tres niveles de gobierno: el gobierno central, los gobiernos autónomos departamentales y los gobiernos autónomos municipales, cada uno con competencias y funciones propias en el sector. La DGGIRS en el diagnóstico realizado anota:

a) Gobierno Central. A nivel nacional, la gestión integral de residuos sólidos, está a cargo del Viceministerio de Agua Potable y Saneamiento Básico (VAPSB), a través de la Dirección General de Gestión Integral de Residuos Sólidos (DGGIRS), responsable de la formulación de políticas y planes para el desarrollo de la misma.



La DGGIRS se constituye en la primera instancia creada a nivel nacional en el marco de la Estructura del Órgano Ejecutivo del Estado.

b) Gobiernos Autónomos Departamentales. A nivel general, los gobiernos autónomos departamentales han asumido poca participación en la gestión integral de residuos sólidos. Si bien, la Ley de Medio Ambiente N° 1333 define sus atribuciones y competencias relacionadas con la prevención y control del medio ambiente en coordinación con los gobiernos municipales, en su mayoría estas no se cumplen, hecho que se refleja, por ejemplo, en las estructuras de organización, pues ninguno de los gobiernos autónomos departamentales cuenta con una unidad o área específica que se haga responsable de la gestión de los residuos sólidos en su jurisdicción.

c) Gobiernos Autónomos Municipales. A nivel municipal, el Reglamento de Gestión de Residuos Sólidos y la Ley de Municipalidades No 2028, determinan las competencias de los gobiernos autónomos municipales las cuales se orientan a planificar, reglamentar, coordinar y especialmente ejecutar los servicios de aseo urbano. En general, los gobiernos autónomos municipales han asumido su función de acuerdo a sus posibilidades técnicas, económicas y sociales. En algunos municipios, se han registrado más avances y en otros contrariamente se han registrado retrocesos en la gestión de sus operaciones, debido a la falta de planificación y políticas de gestión.

El modelo de gestión adoptado por los gobiernos autónomos municipales de las ciudades capitales y algunos municipios mayores e intermedios de Bolivia, ha sido la creación de Empresas Municipales de Aseo (EMA) descentralizadas, que prestan el servicio de aseo urbano y/o supervisan a las empresas operadoras privadas. En el resto de municipios la gestión se realiza de manera directa a través de unidades municipales que sólo en algunos casos se han constituido como unidades de aseo específicas (DGGIRS., 2011, págs. 59-61)

2.2.2. Programas Municipales en GIRS

La calidad, eficiencia y sostenibilidad de la gestión integral de residuos sólidos, requiere de planificación, planteamiento de objetivos, metas y acciones, así como de recursos necesarios que orienten el accionar de la administración municipal, y del compromiso de sus autoridades en corresponsabilidad conjunta con la sociedad. A nivel general, existe una falencia tanto en los gobiernos departamentales como



municipales, debido a que no cuentan con planes, programas y proyectos para el sector; en aquellos donde existen, su impacto en la implementación es mínimo debido a la falta de recursos económicos, humanos y técnicos y al débil apoyo por parte de las autoridades tanto nacionales como locales.

Los recurrentes problemas que los municipios van confrontado, ha motivado a algunos de ellos, a iniciar la búsqueda de medidas correctivas y a planificar para desarrollar una mejor gestión, tales son los casos de Santa Cruz de la Sierra, La Paz, Tarija, El Alto, Ribalta, Sacaba, Tiquipaya y Villamontes que cuentan con estos instrumentos de planificación que están implementado de acuerdo a sus posibilidades o en la medida que exista cooperación de algunas organizaciones y que sólo en algunos casos han sido aprobados por su consejo municipal. Se estima que sólo el 2% de los municipios del país cuentan con estos instrumentos (DGGIRS., 2011).

2.2.3. Normativa Nacional y local

La Normativa sobre residuos Sólidos en Bolivia se encuentra básicamente en la Ley de gestión integral de Residuos No.755 y su reglamento correspondiente descrito en el D.S. 2954.

A continuación, se presenta un resumen de los aspectos más importantes inherentes al manejo de los neumáticos fuera de uso.

Figura 7: Normativa sobre residuos Sólidos en Bolivia.

LEY DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS N. 755 Y SU REGLAMENTO DS.2954	
	<p>BUSCA</p> <p>Establecer la política general y el régimen jurídico de la gestión integral de residuos en Bolivia.</p> <p>PREVIENE La generación de residuos La disposición final.</p> <p>PROMUEVE El aprovechamiento de residuos.</p>
<p>La Ley 755 establece la política general y el régimen jurídico de la Gestión Integral de Residuos en Bolivia, prioriza la prevención para la reducir la generación de residuos, su aprovechamiento y disposición final sanitaria y ambientalmente.</p>	



DERECHOS GENERADORES DE RESIDUOS

ARTÍCULO 11. DERECHOS

Toda persona individual o colectiva tiene los siguientes derechos:

- a) A gozar de un medio ambiente saludable, protegido y equilibrado, libre de contaminación o riesgos de deterioro derivados de la gestión inadecuada de residuos.
- b) Al acceso a los servicios de Gestión Integral de Residuos en forma universal, continua, equitativa, con calidad y eficiencia.
- c) A la atención efectiva y oportuna de las reclamaciones y solicitudes que se planteen en calidad de usuario de los servicios relativos a la Gestión Integral de Residuos, en el marco de la normativa vigente.
- d) Al acceso a la información de la Gestión Integral de Residuos, en el marco de la presente Ley.
- e) A recibir educación y capacitación para el ejercicio de su rol como sector de la gestión Integral de Residuos.
- e) A recibir educación y capacitación para el ejercicio de su rol como actor de la Gestión Integral de Residuos.

ARTÍCULO 11. OBLIGACIONES

Toda persona natural o jurídica tiene las siguientes obligaciones:

- a) Reducir la generación de residuos en cantidad y peligrosidad.
- b) Separar en origen los residuos.
- c) Depositar los residuos en sitios autorizados.
- d) Realizar el manejo adecuado de los residuos que genere, a través de operadores autorizados o por cuenta propia.
- e) Cubrir los costos que implique la gestión operativa de residuos, de acuerdo a sus características y fuente de generación.
- f) Denunciar las conductas que amenacen o afecten a la salud, a los recursos naturales y al medio ambiente, a consecuencia de la gestión inadecuada de los residuos.

ARTÍCULO 21.

Educación en gestión integral de residuos

El Sistema Educativo Plurinacional deberá incorporar a través de sus diferentes estructuras curriculares y programáticas, en el eje articulador de educación la Gestión Integral de los Residuos.

ARTÍCULO 25.

Recursos del impuesto directo a los hidrocarburos

En cumplimiento a las políticas de protección al medio ambiente, la salud y saneamiento básico, los gobiernos autónomos departamentales y municipales, en el marco de sus competencias, podrán asignar recursos provenientes del Impuesto Directo a los Hidrocarburos, para la implementación de la Gestión Integral de Residuos.



RESPONSABILIDAD EXTENDIDA DEL PRODUCTOR

ARTÍCULO 38. Responsabilidad extendida del productor

Corresponde a un régimen especial de gestión integral de residuos, conforme al cual los productores y distribuidores son responsables de la gestión integral de sus productos, hasta la fase de posconsumo, cuando éstos se conviertan en residuos.

- a) Desarrollar mecanismos de depósito, devolución y retorno u otros mecanismos para la recuperación y aprovechamiento de los residuos.
- b) Realizar o participar activamente en la organización de campañas de comunicación y educación para la gestión operativa de estos residuos.
- c) Establecer acuerdos o convenios con los gobiernos autónomos municipales, para mejorar los sistemas de recolección y gestión integral de residuos.

La presente disposición se aplica inicialmente a botellas PET, bolsas de polietileno, llantas o neumáticos, pilas o baterías y envases de plaguicidas.

RESPONSABILIDAD DEL ESTADO

ARTÍCULO 39.

Responsabilidad del nivel central del Estado

- a) Regular la implementación de la Gestión Integral de Residuos (GIR).
- b) Desarrollar e implementar la planificación de la GIR, en coordinación con las entidades territoriales autónomas.
- c) Promover la ejecución de proyectos de GIR Industriales, Peligrosos y Especiales, de forma coordinada con las entidades territoriales autónomas y el sector productivo.
- d) Prestar asistencia técnica.
- e) Promover y desarrollar programas referentes a educación, comunicación, ciencia, tecnología e investigación relacionados con la GIR.
- f) Elaborar normativa técnica.
- g) Regular la aplicación de la Responsabilidad Extendida del Productor y operadores autorizados.
- h) Administrar el Sistema de Información de la GIR.



RESPONSABILIDAD DE LOS GOBIERNOS AUTÓNOMOS MUNICIPALES

ARTICULO 40

(Responsabilidad de los gobiernos autónomos departamentales).

- e) Promover la ejecución de proyectos de GIR Industriales, Peligrosos y Especiales.
- f) Promover o desarrollar programas referentes a educación, comunicación, ciencia, tecnología e investigación relacionados con la GIR.
- g) Coadyuvar con los gobiernos autónomos municipales de su departamento, en las acciones que realicen para la consolidación de los sitios identificados para la implementación de infraestructuras de tratamiento y disposición final de residuos.
- h) Monitorear y hacer seguimiento a los problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos, exigir las acciones correctivas y de mitigación, e imponer las sanciones cuando correspondan.
- i) Emitir las autorizaciones correspondientes para el funcionamiento de las instalaciones de tratamiento o disposición final de residuos, en el marco de la normativa ambiental vigente.
- o) Prestar asistencia técnica en la GIR.

ARTÍCULO 41.

- c) Establecer y aplicar la planificación municipal para la GIR, en concordancia con los principios y las políticas de la presente Ley.
- d) Incluir la GIR en la Planificación de Desarrollo Municipal.
- e) Elaborar, Implementar y ejecutar proyectos para la implementación de la GIR.
- h) Implementar proyectos de cierre o saneamiento de las instalaciones o sitios de responsabilidad municipal, que presentan problemas de contaminación originados por la gestión inadecuada de los residuos.
- j) Elaborar, actualizar y difundir la información relativa a la implementación de la GIR en su jurisdicción, para alimentar al Sistema de Información de GIR.
- k) Emitir las autorizaciones y los registros correspondientes de los operadores autorizados, que realicen servicios en gestión operativa de residuos municipales dentro su jurisdicción e imponer las sanciones cuando corresponda, en el ámbito de sus competencias.



ARTÍCULO 45.	(INFRACCIONES GRAVES).	<ul style="list-style-type: none">a) Depositar o abandonar residuos especiales en lugares no autorizados.b) Establecer botaderos.c) Quemar a cielo abierto residuos no peligrosos o especiales.d) Prestar servicios de gestión operativa de residuos no peligrosos o especiales, sin la autorización correspondiente emitida por la autoridad competente.e) Omitir las acciones de prevención en la generación y aprovechamiento de residuos por parte de las actividades productivas.f) Permitir el ingreso a rellenos sanitarios, de animales domésticos y de consumo, con fines de alimentación.g) Permitir el ingreso a rellenos sanitarios, de personas con fines de recolección informal.h) No cumplir con las obligaciones de la Responsabilidad Extendida del Productor.i) Alimentar a animales para consumo humano, con residuos peligrosos para la salud humana, en sitios de disposición final.
---------------------	------------------------	--

ARTÍCULO 46.	(INFRACCIONES GRAVÍSIMAS)	<ul style="list-style-type: none">a) Enterrar, depositar o abandonar residuos peligrosos en lugares no autorizados.b) Quemar a cielo abierto o en instalaciones no autorizadas residuos peligrosos.c) Prestar servicios de gestión operativa de residuos peligrosos, sin la autorización correspondiente.d) La disposición de residuos peligrosos mediante sistemas de gestión de residuos no peligrosos.
---------------------	---------------------------	--

REGLAMENTACIÓN DE LA LEY N. 1333 DEL MEDIO AMBIENTE REGLAMENTO DE GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

ARTICULO 1°	<p>La presente disposición legal reglamenta la Ley del Medio Ambiente No. 1333 del 27 de abril de 1992, respecto a los residuos sólidos, considerados como factor susceptible de degradar el medio ambiente y afectar la salud humana.</p> <p>Tiene por objeto establecer el régimen jurídico para la ordenación y vigilancia de la gestión de los residuos sólidos, fomentando el aprovechamiento de los mismos mediante la adecuada recuperación de los recursos en ellos contenidos.</p>
--------------------	---



ARTICULO 2°

El cumplimiento del presente Reglamento es de carácter obligatorio para toda persona natural o colectiva, pública o privada, que como producto de sus actividades genere residuos sólidos.

ARTICULO 3°

El presente Reglamento adopta la clasificación de los residuos sólidos, denominado Clasificación Básica de Residuos Sólidos, según su Procedencia y Naturaleza.

GOBIERNOS

ARTICULO 13°

Los gobiernos municipales, para el ejercicio de sus atribuciones y competencias en materia de gestión de residuos sólidos y su relación con el medio ambiente, deberán:

- a) coordinar acciones con la autoridad política y ambiental de su jurisdicción territorial;
- b) Planificar la organización y ejecución de las diferentes fases de la gestión de residuos sólidos;
- c) fijar las tasas de aseo con ajuste a la legislación vigente para garantizar la sostenibilidad del servicio;
- d) asumir responsabilidad ante el público usuario por la eficiencia del servicio de aseo urbano;
- e) destinar por lo menos un 2% de la recaudación por el servicio de aseo urbano a programas de educación en el tema de residuos sólidos.
- f) elaborar reglamentos municipales para la prestación del servicio de aseo urbano y para el manejo de los residuos especiales, en el marco de la LEY;

OBLIGACIONES CIUDADANOS

ARTICULO 16°

Son obligaciones de los ciudadanos:

- a) el manejo adecuado de los residuos sólidos de acuerdo con normas técnicas establecidas
- b) el pago oportuno de las tasas correspondientes al servicio recibido en la gestión de residuos sólidos;
- c) denunciar los hechos que constituyan delito o contravengan las disposiciones establecidas en la LEY y el presente Reglamento.

ARTICULO 91°

Son prohibiciones, las siguientes:

- a) arrojar o abandonar residuos sólidos de cualquier especie en áreas públicas, quebradas, cuerpos y cursos de agua, y en general en sitios no autorizados

Fuente: Cartilla que explica y divulga aspectos básicos de la ley 755- SWISSCONTACT



2.3. Residuos Sólidos Especiales

En Bolivia, aún no se ha iniciado la implementación de la Gestión de Residuos Especiales, la información respecto a estos residuos es parcial y no existen datos acerca de su generación. En el caso de las llantas, SGAB a través del proyecto Ciudades Focales, realizó el “Diagnóstico de la cadena de manejo y re uso de llantas en el Municipio de Cochabamba” en el año 2010. Según datos del estudio, se calcula que el 70% de la población desecha las llantas junto a los residuos domiciliarios, el 10% abandonan las llantas en desuso en lugares públicos, el 10% deja en las gomeras y el restante 10% los entrega a los recolectores ambulantes.

En La Paz, Cochabamba y Santa Cruz de la Sierra, se ha implementado un sistema de recolección diferenciado de llantas, ubicado en varios puntos de acopio en la ciudad. Parte de las llantas son aprovechadas para el reforzamiento de taludes y sostén de las chimeneas para gases de los rellenos sanitarios, otra parte son almacenados en depósitos ubicados dentro el sitio de disposición final y otro porcentaje es aprovechado para la producción de macetas de gomas, artículos de vestir, artículos para la construcción entre otros.

En Santa Cruz de la Sierra, diariamente se recogen aproximadamente 600 llantas de distintos puntos de la ciudad, los cuales son transportados hasta un centro de almacenamiento.

2.3.1. Experiencias de aprovechamiento de llantas usadas en Bolivia

El reciclaje de llantas usadas en Bolivia no llega al 5% y el mercado solo aprovecha el 50% de los productos generados, son pocas las empresas que reciclan y transforman en productos con valor agregado.

En el mundo se producen más de ocho millones de unidades diarias de neumáticos, en Bolivia se usan casi 3 millones por año; Santa Cruz ocupa el 40%. Es un hecho que a medida que crece el parque automotor, crecerá una demanda de neumáticos que se multiplica cada día.

La carga medioambiental que conlleva la producción de una llanta incluye una fuerte presión sobre la biodiversidad. Un neumático se hace con caucho natural y sintético. La materia prima de este último es el petróleo, mientras que el caucho natural procede del líquido lechoso (látex) de diversos árboles tropicales, sumado a esto el neumático tiene aros de acero y tela de nylon, el proceso de fabricación utiliza



bastante agua. La vida útil de una llanta oscila entre los 10 a 40 mil kilómetros recorridos, dependiendo de la calidad del neumático (Berenguer Húngaro, Deas Yero, & Trista Moncada, 2006).

En Bolivia, aún se desconoce el porcentaje exacto de llantas recicladas. Según un estudio sobre la gestión de residuos del sector transporte en Bolivia realizado por Swiss Contact el 2018 para el proyecto Mercados para el reciclaje, solo en el eje central se calcula que un 4,3% del total generado de llantas es reciclado. En



Cochabamba hay empresas que reciclan, mientras que, en Santa Cruz de la Sierra, el municipio tiene una planta trituradora que convierte las llantas en desuso en caucho granulado.

Si bien, de acuerdo a la Ley 755 de gestión Integral de residuos, Responsabilidad Extendida del productor, debe ser responsabilidad del fabricante o distribuidor de neumáticos el contrarrestar el impacto medio ambiental que produce una llanta después de su uso, en la práctica ninguna empresa cumple lo determinado por la Ley 755. De aplicarse la normativa podría ser una oportunidad para que las importadoras de neumáticos sean pioneras en la inclusión de este tipo de residuo que aún no está priorizado.

Por fortuna existen emprendimientos que usan como materia prima los componentes de las llantas y otras que van más allá, cubriendo el ciclo completo del reciclaje, desde el recojo la extracción de la materia prima hasta la producción de nuevos productos que vuelven transformados al mercado.

A continuación se presenta la actividad de empresas exitosas en el reciclaje:



INGOQUI en Cochabamba recoge llantas de empresas públicas y privadas, y las recicla, produciendo grano y polvo de caucho, alambre y viruta de acero, y fibra sintética de nylon materias primas que son

vendidas pero que también son utilizadas por la misma empresa para fabricación de trapeadores de caucho y destapa caños, cerrando así todo el ciclo del reciclaje.



“Hacemos economía circular, hace 4 años reciclamos llantas en Cochabamba, empero, hace 12 años que estamos en el mercado fabricando y comercializando nuestros otros productos. Solíamos comprar materia prima (caucho) hasta que vimos la oportunidad en los NFU pues hubo un tiempo en el que no teníamos suficiente materia prima. Tenemos maquinaria para triturar y pulverizar el caucho y extraer todos los componentes de un neumático. Vendemos la materia prima para que otras empresas también fabriquen. Reciclamos 110 toneladas al mes”, comenta Ivan Quiroz Gerente General de la empresa INGOQUI.



TERRACYCLE: también en Cochabamba en el 2017 “en un contexto donde la contaminación y proliferación de residuos sólidos ya era un tema de preocupación para la calidad de vida, decidimos instalar una pequeña planta recicladora de neumáticos que permitiera a mecánicos, transportistas, autoridades locales y gente de a pie desechar estos residuos sin generar daño ambiental, dar tratamiento correcto y contribuir a la revalorización del caucho” afirma el Gerente de la empresa.



“Nuestra materia prima de caucho”

Henry Aquino es el gerente de TERRACYCLE una empresa joven instalada en Cochabamba. Ellos recogen y acopian llantas extrayendo toda la materia prima



para venderla a otras empresas que le dan un valor agregado al caucho; planean empezar a fabricar sus propios productos este año.

“Vimos en la problemática de las llantas usadas, que las desechan como basura una oportunidad para reciclar y hacer un negocio. Por día reciclamos de 50 a 60 llantas contamos con rutas de acopio, los municipios también nos dan sus llantas en desuso. Por ahora no fabricamos, pero queremos producir baldosas de caucho y otros productos” comenta Aquino.

“Nuestra materia prima de caucho, explica, atraviesa un proceso de triturado, estandarización y control exhaustivos que le otorgan una calidad Premium con múltiples aplicaciones a nivel industrial, urbano, construcción y obra civil. Hoy, gracias a la aceptación de varias comunidades tenemos 20 trabajadores, logramos reunir a más de 200 recicladores de caucho y reciclamos más de 45.000 neumáticos en desuso para convertirlos en gránulo y baldosas de caucho de alto valor, a través de un tratamiento 100% amigable con el medio ambiente”.

Figura 8: Tipos de grano.

Materia prima de caucho premium 100% adaptable a las necesidades de tu proyecto.



Pisos amortiguantes son los que fabricamos a partir de caucho seleccionado de alta calidad.



Resistente

Nuestra tecnología de procesamiento nos permite brindar calidad 100% garantizada en interiores y exteriores.



Flexible

Elaborados con caucho seleccionado que permite una alta absorción de impacto para todo tipo de actividad física.



Estético

Acabado fino y diseño limpio que hará que resalte del resto.

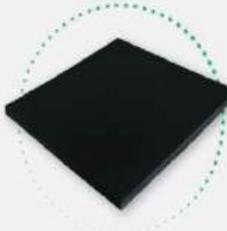


Ecológico

Cada baldosa contribuye al reciclaje de llantas y una economía más sustentable.



Descubre el piso ideal para ti

 <p>CLÁSICA</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 2 cm de espesor✓ 50 x 50 cm ±2mm✓ Máxima versatilidad✓ Acabado sobrio✓ Color homogéneo negro <p>VER PRODUCTO</p>	 <p>CLÁSICA alto impacto</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 2.5 cm de espesor✓ 50 x 50 cm✓ Mayor amortiguación✓ Especial para uso deportivo✓ Color homogéneo negro <p>VER PRODUCTO</p>
 <p>GALAXY</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 2 cm de espesor✓ 50 x 50 cm ±2mm✓ Máxima versatilidad✓ Diseño diferenciado✓ 5 colores a elección <p>VER PRODUCTO</p>	 <p>GALAXY alto impacto</p> <ul style="list-style-type: none">✓ 2.5 cm de espesor✓ 50 x 50 cm✓ Mayor amortiguación✓ Especial para uso deportivo✓ 5 colores a elección <p>VER PRODUCTO</p>

JC INDUSTRIA RECICLADORA: Somos una industria recicladora de Caucho dedicada al cuidado de medio ambiente para darle más vida a nuestro planeta, señala la misión empresarial de la recicladora.

La empresa Cochabambina fabrica productos con el polvo de caucho suelas de zapatos, pisos para autos, guardabarros y baldosas.



André Agreda es el gerente y comenta que la calidad del caucho reciclado es superior a la del caucho virgen una cualidad más para seguir reciclando “fabricamos al día 200 pares de suelas de zapatos y 200 piezas de baldosas, 10 toneladas al mes”.



También está la empresa PROSIL la única en Bolivia que fabrican botas con la materia prima de llantas recicladas, MAMUT y A3P Imperllanta Bolivia que aprovechan el polvo de caucho, si bien no realizan todo el ciclo completo desde el recojo de llantas en desuso hasta la extracción de materia prima, si compran a quienes lo hacen para fabricar sus productos. En el caso de MAMUT compra para fabricar baldosas para parques, pisos para pistas atléticas y pisos de pavimento continuo y A3P que se dedica a producir pintura impermeabilizante también compra para ello.

MAMUT: Fabrica y comercializa Materiales de Construcción Sostenibles para impulsar Ciudades Sostenibles, enfocados en la revalorización de reciclado de caucho, desarrollo de la economía circular y con un enfoque de sostenibilidad, impacto e innovación urbana. Produce una amplia variedad de productos dentro de una diversidad de líneas de productos, algunas de las líneas se presentan a continuación:



LÍNEAS DE PRODUCTOS



USOS

- Parques infantiles
- Guarderías
- Aulas
- Centros Comerciales
- Salones de eventos

LÍNEA DE PRODUCTO RECREACIÓN

BALDOSA AMORTIGUANTE

CAUCHO RECICLADO SBR

Espesor: 20 mm
 Granulometría 1-4 mm
 Resistente a la intemperie
 Durabilidad +10 años
 Producto NO TÓXICO
 Piso prensado pre fabricado
 Dimensiones 49,5 x 49,5 cm y 100 x 100 cm

COLORES



USOS

- Parques infantiles
- Guarderías
- Aulas
- Centros Comerciales
- Salones de eventos

LÍNEA DE PRODUCTO RECREACIÓN

PAVIMENTO CONTINUO

CAUCHO RECICLADO SBR

Espesor: 10 - 50 mm
 Granulometría 1-4 mm
 Resistente a la intemperie
 Durabilidad +10 años
 Producto NO TÓXICO
 Vaciado en Sitio

COLORES





GIMNASIO
SEGURO



USOS

- Gimnasio
- CrossFit
- TRX
- Calistenia
- Parkour



LÍNEA DE PRODUCTO
DEPORTE

BALDOSA AMORTIGUANTE

CAUCHO RECICLADO SBR

Espesor: 20 mm
Granulometría 1-4 mm
Resistente a la intemperie
Durabilidad +10 años
Producto NO TÓXICO
Piso prensado pre fabricado
Dimensiones 49,5 x 49,5 cm y 100 x 100 cm

COLORES



a3p imperllanta: Empresa conformada por un Grupo de Empresarios Mexicanos, preocupados por los cambios climáticos que vivimos en la actualidad, elaboran productos con materiales reciclables, es una Empresa Sustentable, Social y Ecológicamente Responsable.

Tras 15 años de desarrollo y trabajo, en la actualidad, recicla alrededor de 300 toneladas de NFU por mes, cooperando en la mejora del medio ambiente.





a3p Imperllanta Secado Rápido, es un producto ecológico que está elaborado con materiales reciclados e indestructibles de hule de llanta, con gran capacidad impermeable y resistencia al medio ambiente; así como resinas y acrílicos siendo un producto totalmente Hecho en México y con Tecnología 100% mexicana.



“Recolectamos llantas en desuso y las volvemos polvo, eso nos permite reutilizarlas para hacer una pintura impermeabilizante porque la unimos con otros elementos que hacen que se vuelva líquido. Luego, al ser aplicado en cualquier superficie crea una película de 2,5 milímetros que es una goma nueva y evita goteras y humedades”, detalló el gerente de A3P Imperllanta Bolivia, Francisco Xavier Iturralde. Dijo que la empresa es parte de una franquicia de México.

Señaló que varias empresas de La Paz, Santa Cruz, Tarija, Cochabamba, Oruro y



Potosí solicitaron el producto por ser innovador. Desde junio reciclaron 4.000 llantas que ya las usaron en obras; pero, hay otras 3.000 listas para impermeabilizar los suelos y techos de las edificaciones en el país.

La planta está ubicada en Viacha, kilómetro 9, urbanización San Juanito, avenida Hacha Tupu, #5050. El innovador producto ayudará a reducir la contaminación ambiental y dará al sector de la construcción un insumo más duradero.

Esta franquicia mexicana adquirida por un grupo inversionista paceño instaló la primera fase de su planta en la zona San Martín (El Alto), donde desde mayo produce mensualmente 2.000 baldes de 18 litros (l) del impermeabilizante



con resinas acrílicas y partículas de caucho reciclado vulcanizado, por ahora todo importado desde México.

La franquicia instalará una pulverizadora de neumáticos en diciembre, con la cual el reciclado se iniciará en La Paz y El Alto. Con esta máquina se proyecta reusar, en principio, un 10% de las llantas que se descartan cada año en el país y, en lo posterior, hasta un 50%. En esa segunda fase, la oferta aumentará hasta al menos 25.000 baldes de 18 litros al mes.

El a3p puede ser utilizado en todo tipo de material, en techos y construcción, su principal componente, el caucho, le permite alcanzar un 400% de estiramiento con 2,5 milímetros de espesor una vez utilizado.

Pagaza, Director de Imperllanta México, calculó que en Bolivia existen 15 millones de llantas en desuso y alertó que éstas son una amenaza para el medio ambiente y la salud de la población, ya que permiten la proliferación de mosquitos. Iturralde agregó que en Bolivia se desechan cada año unas 6.000 toneladas de neumáticos, de las cuales se reusa el 1% (año 2021).

EMACRUZ: La Municipalidad de Santa Cruz de la Sierra en el marco de las atribuciones conferidas por el Art.111 de la Ley de Municipalidades y Ordenanzas Municipales No. 160-A/2000 de fecha 21 de noviembre



de 2000, crea la Empresa Municipal de Aseo de Santa Cruz “EMACRUZ” como entidad descentralizada con Personalidad Jurídica propia, autonomía de gestión técnica, administrativa y financiera, patrimonio propio y objetivos orientados a normar, supervisar y planificar las operaciones de la Gestión de Residuos Urbanos Municipales. El Ejecutivo Municipal mediante Resolución administrativa No. 066/2002 de fecha 20 de febrero de 2002 autoriza a la Empresa Municipal de Aseo de Santa Cruz “EMACRUZ” iniciar sus actividades a partir del 1ro. de marzo de 2002.

El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través de la Empresa de Aseo (EMACRUZ), construyó en el relleno sanitario de Normandía el

Parque Municipal de Recuperación de Residuos Sólidos, uno de sus componentes principales es la planta trituradora de neumáticos fuera de uso.



Esta moderna maquinaria permite el aprovechamiento de más de 3 millones de neumáticos fuera de uso que se tienen acopiados en Normandía, producto de la recolección diaria que realiza EMACRUZ con unidades propias desde la gestión 2009.



Foto: Parte de la maquinaria.



La trituración de las llantas se hace por medio de cuchillas industriales que reducen el volumen de manera progresiva, separando el caucho, acero y nylon. En la segunda fase, el granulado ingresa a una máquina para hacer el material que se puede utilizar como materia prima para el pavimento de calles, pistas sintéticas, pisos, adoquines, entre otros productos.

“El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través de EMACRUZ, realiza todos los esfuerzos para realizar la recolección y transporte de los neumáticos fuera de uso que son mal dispuestos en diferentes puntos de la ciudad, de esta manera se estaría garantizando la gestión adecuada de éste residuo especial, disminuyendo los riesgos de proliferación de mosquitos y otros afines, además de aminorar significativamente el impacto negativo que genera visual y ambientalmente, producto de la mala disposición de estos residuos”, dijo el gerente de EMACRUZ.

2.3.2. Residuos Sólidos Especiales en la ciudad de La Paz

Respecto a los NFU ningún operador y ningún relleno sanitario puede recoger dicho residuo ya que los rellenos están diseñados para residuos urbanos, domiciliarios. Sin embargo, existen llantas en los rellenos sanitarios de Alpacoma y Mallasa, en algunos casos estos se han utilizado para realizar muros de contención y también para señalar vías, otros las venden a los que reciclan o los mismos recolectores del aseo se los llevan.

El Ingeniero José María Deheza Supervisor de contratos de SIREMU indica que la única acción respecto a las llantas en desuso que realizan es el de apoyar con las campañas del “Reciclaton” que organiza kiosco verde y la cámara de comercio, así también como GAMLP tienen la campaña del “Llantaton”

CAMPAÑA LLANTATON DEL GAMLP

En el municipio de La Paz se acumulan alrededor de 20.000 llantas, según datos del Sistema de Regulación Municipal (SIREMU), por lo que la finalidad de la Campaña Llantatón es recolectar la mayor cantidad de los neumáticos y buscar reutilizarlos como señalizadores viales o estabilizadores de terrenos e incluso defensivos en cuencas (<https://www.inforse.com.bo>).

“Hemos iniciado con esta campaña la semana pasada y hemos tenido resultados positivos. Por ejemplo, un llantero en la Avenida Buenos Aires nos ha entregado



101 llantas. En total, con otros donativos, hemos recogido 796 neumáticos; este fin de semana continuamos con la campaña de reciclaje”, afirmó Ledezma.

Se acopió en la primera semana de la campaña 796 llantas, 471 en la segunda y en la tercera, 1.286, haciendo un total de 2.553. Los puntos de acopio están en las plazas del Maestro, Villarroel y Uyuni, en Miraflores; en Cota Cota (calle 35) y Obrajes (calle 17); en el Cementerio La Llamita en Periférica; en Max Paredes (avenida Entre Ríos); entre la avenida Landaeta y la calle José Saravia.

CAMPAÑA RECICLATON (LA PAZ Y EL ALTO)

Según infoRSE Kiosco Verde impulsa la campaña RECICLATON desde 2017. Es una iniciativa de la Cámara Nacional de Industrias (CNI) que tiene por objetivo la reducción del impacto ambiental que ocasionan los residuos provenientes de la producción industrial manufacturera.

El Kiosco Verde (KV), plataforma de intermediación en gestión de residuos de la Cámara Nacional de Industrias (CNI), cada año lanza la campaña “RECICLATÓN: Ciclo de recolección de residuos del parque automotor”, en coordinación con Reciclaje de Equipos Electrónicos (RAEE RECICLA), Metales Bolivianos (IRONBOL), Distribuidor Autorizado de A3P Imperllantas en Bolivia (ECOINDS SRL.) y Logística de Carácter Integral de Vehículos (LIVE S.R.L.).

La campaña cuenta con el apoyo de la Fundación Suiza para la Cooperación Técnica (Swisscontact), el Gobierno Autónomo Departamental de La Paz (GADLP), el Gobierno Autónomo Municipal de La Paz (GAMLP) y el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto (GAMEA).

El objetivo de la campaña es gestionar de forma adecuada y responsable los residuos especiales y peligrosos provenientes del parque automotor, tales como neumáticos en desuso, chatarra ferrosa y no ferrosa, baterías plomo ácido de acuerdo a normativa ambiental definida en la Ley 755 de Gestión Integral de Residuos y su Reglamento.

Los residuos recolectados en los puntos de acopio y los entregados por las empresas e instituciones públicas y/o privadas, serán entregados a operadores legalmente establecidos de acuerdo a las características fisicoquímicas de cada residuo. Los operadores de estos residuos realizarán el reciclaje, aprovechamiento y/o tratamiento según corresponda (infoRSE, 2020).



Según Betzi Choque Zenteno, responsable de gestión de residuos Cámara Departamental de La Paz -Cámara Nacional de Industrias, el registro de las intermediaciones que realizan, se encuentran en su base de datos, pero no pueden publicarlo como información documentada por la reserva de información que piden algunos de sus generadores de residuos.

En lo que a neumáticos fuera de uso corresponde, en los RECICLATON de los años 2020 y 2021 se recolectaron:

- RECICLATON 2020 – Se recolectaron 22 Toneladas de Residuos del parque Automotor y 3000 NFU (Neumáticos Fuera de Uso).
- RECICLATON 2021 – Se recolectaron 45 Toneladas de Residuos del parque Automotor y 240 NFU (Neumáticos Fuera de Uso).

Algunas de las empresas a quienes proveen todo lo recolectado en las campañas son:

- NEUMÁTICOS FUERA DE USO a ECOINDS S.R.L.
- BATERÍAS PLOMO – ÁCIDO A RAEE RECICLA.
- CHATARRA FERROSA Y NO FERROSA A IRON BOL.
- CHATARRA FERROSA Y NO FERROSA Y OTROS A LIVE S.R.L.

2.4. Parque Automotor Actual de Bolivia

El automóvil en Bolivia se fue convirtiendo en un bien de primera necesidad no solamente por su connotación de estatus sino también, y con mayor énfasis, en un medio de transporte de personas o mercaderías bajo una razón de carácter comercial pues la necesidad de todo individuo, en ciudades que se expanden territorialmente, radica en transportarse de un lado a otro en función de su trabajo u otra actividad.

Debido a la creciente demanda de transporte, el parque automotor en Bolivia experimentó un incremento acelerado en los últimos 16 años.

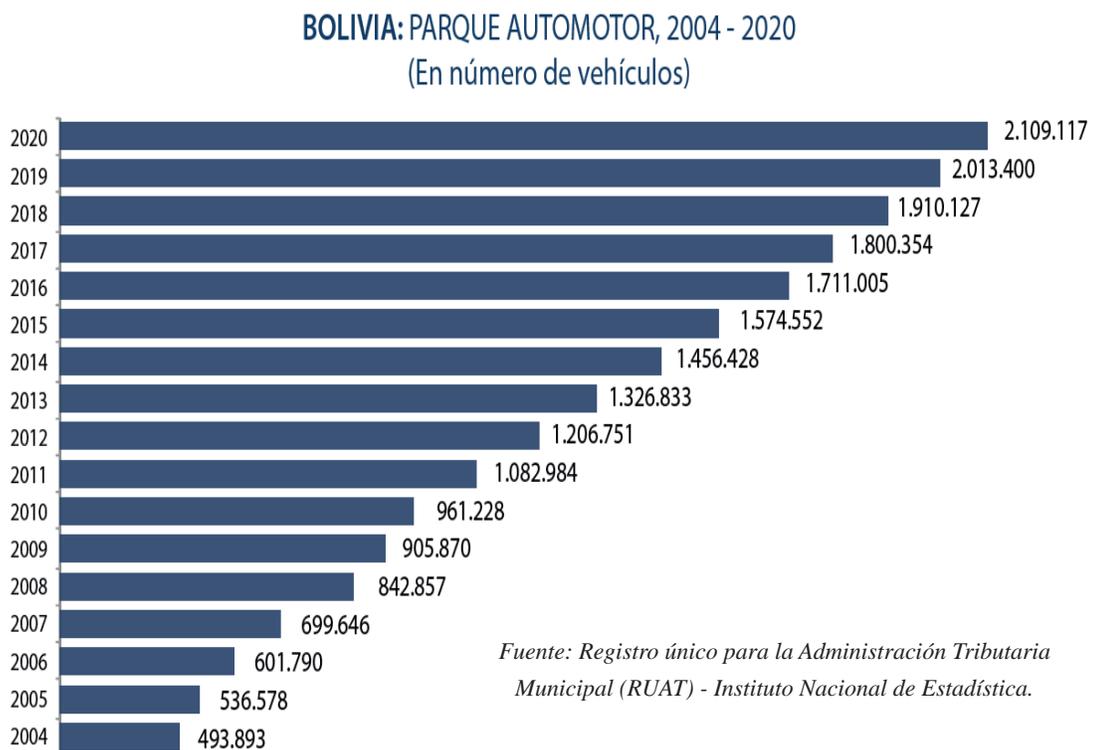
El sector automotriz es importante para la economía de Bolivia, su crecimiento también es reflejo del crecimiento económico del país, es así que el aumento de la cantidad de vehículos para uso particular da cuenta de la capacidad de gasto de las familias. Por su parte, los vehículos para uso industrial reflejan la capacidad de inversión de las empresas.



En Bolivia no se cuenta con una industria automotriz, por lo que se depende en su totalidad de las importaciones y, en la última década el valor de las compras de estos bienes creció 6 veces. Entre los factores que permitieron este crecimiento vertiginoso está el aumento de la población de clase media, acompañado de la insurgencia china en el mercado automotriz, con una mayor oferta de vehículos “0 kilómetros” y menos contaminantes, a un precio razonable (Especial de Vehículos Bolivia, 2016).

El parque automotor en Bolivia durante los últimos 16 años (2004-2020) incrementó a una tasa de crecimiento anual del 10.35%, dicho crecimiento es consecuencia en gran medida de la internación de vehículos usados provenientes de Estados Unidos, Japón, etc., influyendo en la disponibilidad de automotores a todo precio, estilo y modelo.

Tabla 7: Bolivia, parque automotor 2020.



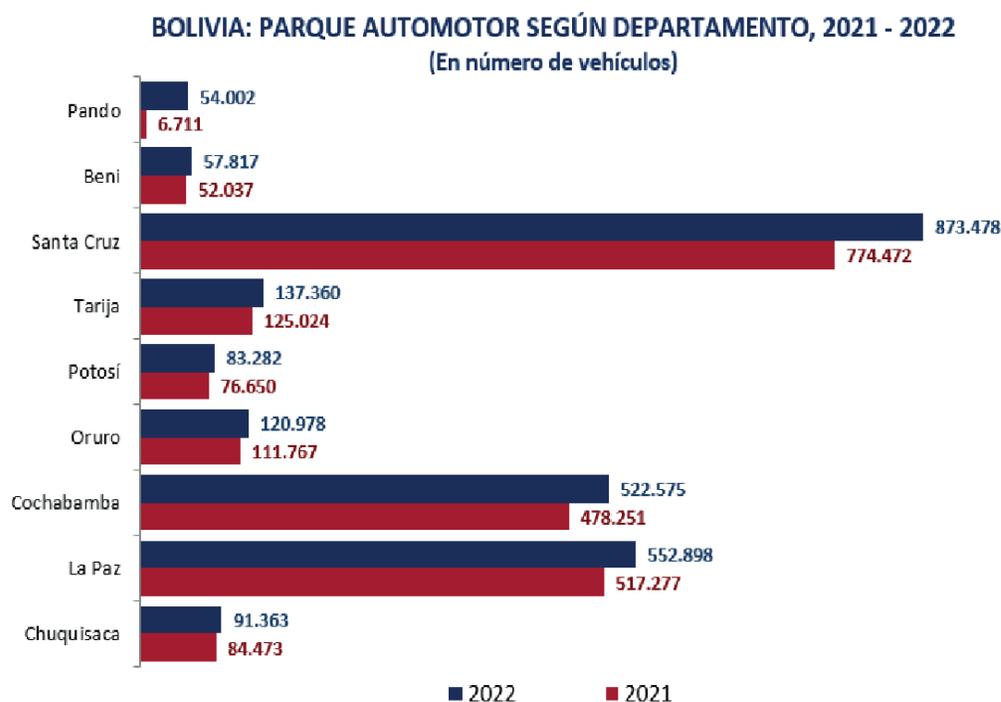
Con base en el Registro Único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT), el Instituto Nacional de Estadística (INE) reporta que al 2020 el parque



automotor en Bolivia alcanzó a 2.109.117 vehículos, cantidad superior en 4,8% a la registrada en 2019, cuando llegó a 2.013.400 unidades.

La composición del parque automotor por departamentos se puede observar en la figura 8, la que muestra que la mayor concentración del parque automotor se encuentra en el eje troncal de Bolivia: La Paz 25%, Santa Cruz 32% y Cochabamba 22% llegando a concentrar estos departamentos el 79.32% del parque automotor boliviano al año 2020. El departamento de Santa Cruz es el que registra mayor número de vehículos, 725.549.

Tabla 8: Bolivia, parque automotor por Departamento 2020.



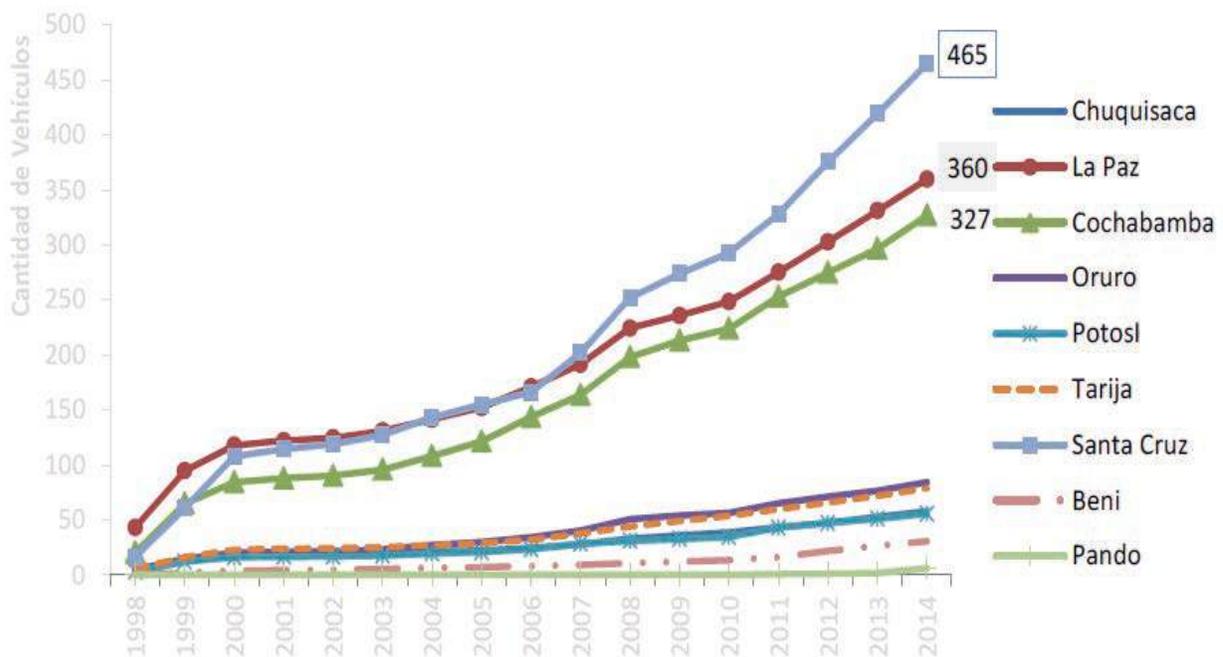
Fuente: Instituto Nacional de Estadística
Registro Único para la Administración Tributaria Municipal

La participación de vehículos en el departamento de Pando es mínima con relación al parque automotor de Bolivia debido a la baja cantidad de vehículos registrados, toda vez que el RUAT realiza el registro para la otorgación de la Póliza Titularizada del automotor (PTA) solo a aquellos vehículos que cuentan con importación definitiva y dado que la ciudad de Cobija fue declarada zona franca comercial e industrial mediante Ley N0. 571 de 12/10/1983, muchos vehículos no cuentan con esta documentación. INE-RUAT.



La tendencia del crecimiento del parque automotor por departamentos se observa en la siguiente figura: Observando la figura es posible dividir el crecimiento del parque automotor en dos grupos: i) Eje troncal y ii) Resto de los departamentos. El eje troncal conformado por los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz (siendo este último el departamento que experimentó la mayor tendencia de crecimiento), mientras que en los demás departamentos, el crecimiento fue de menor magnitud.

Figura 9: Tendencia de crecimiento del parque automotor.

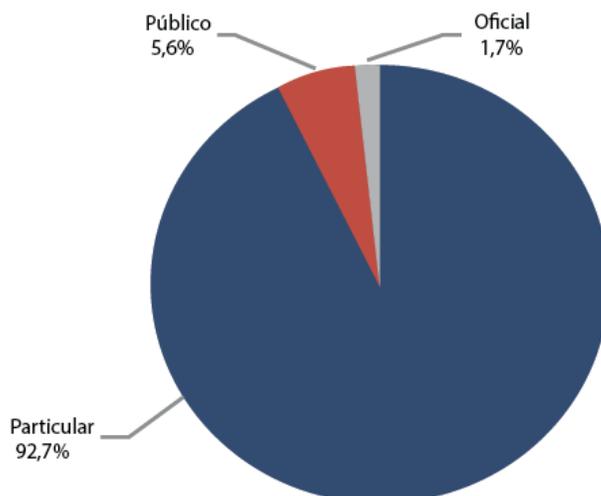


Fuente: Elaboración en base a datos del Instituto Nacional de Estadística (INE).

En Bolivia el 92,7% del parque automotor se registró como Servicio Particular que es lo que corresponde ya que la propiedad del vehículo es de carácter privado, empero, es el grupo que destina el vehículo, íntegramente a prestar servicio público de transporte, servicio que no es calificado de calidad por la población que utiliza éste medio de transporte; el Servicio Público como tal es el segundo en importancia con tan solo una participación de 5,6%; en tanto que, el Servicio Oficial alcanzó a 1,7%, datos que se observan en la Figura 10.

Figura 10: Parque automotor por tipo de servicio.

BOLIVIA: DISTRIBUCIÓN DEL PARQUE AUTOMOTOR POR TIPO DE SERVICIO, 2020
(En porcentaje)



Fuente: Registro único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT)
Instituto Nacional de Estadística

Hasta 2020, el número de vehículos registrados como Servicio Particular se incrementó a 87.640 unidades, 4,7% con relación a 2019; asimismo, los de Servicio Público presentaron variación positiva de 5,6% que equivale a 7.447 vehículos adicionales y los de Servicio Oficial 1,7%, igual a 630 vehículos más, respecto al año 2019.

Tabla 9: Parque automotor según tipo de servicio.

BOLIVIA: PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN TIPO DE SERVICIO, 2019 - 2020
(En número de vehículos y porcentaje)

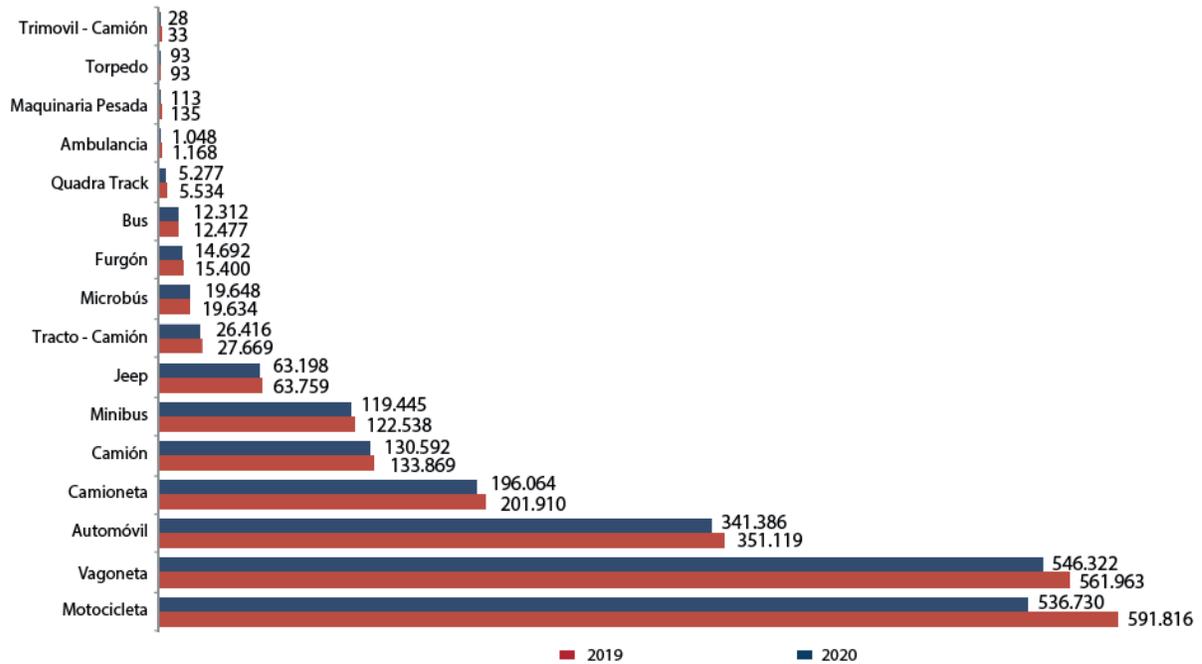
TIPO DE SERVICIO	2019		2020		VARIACIÓN PORCENTUAL
	Número de vehículos	Participación porcentual	Número de vehículos	Participación porcentual	
TOTAL	2.013.400	100,0	2.109.17	100,0	4,8
Particular	1.868.438	92,8	1.956.078	92,7	4,7
Público	110.191	5,5	117.638	5,6	6,8
Oficial	34.771	1,7	35.401	1,7	1,8

Fuente: Registro único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT)
Instituto Nacional de Estadística



Tabla 10: Parque automotor según clase de vehículo.

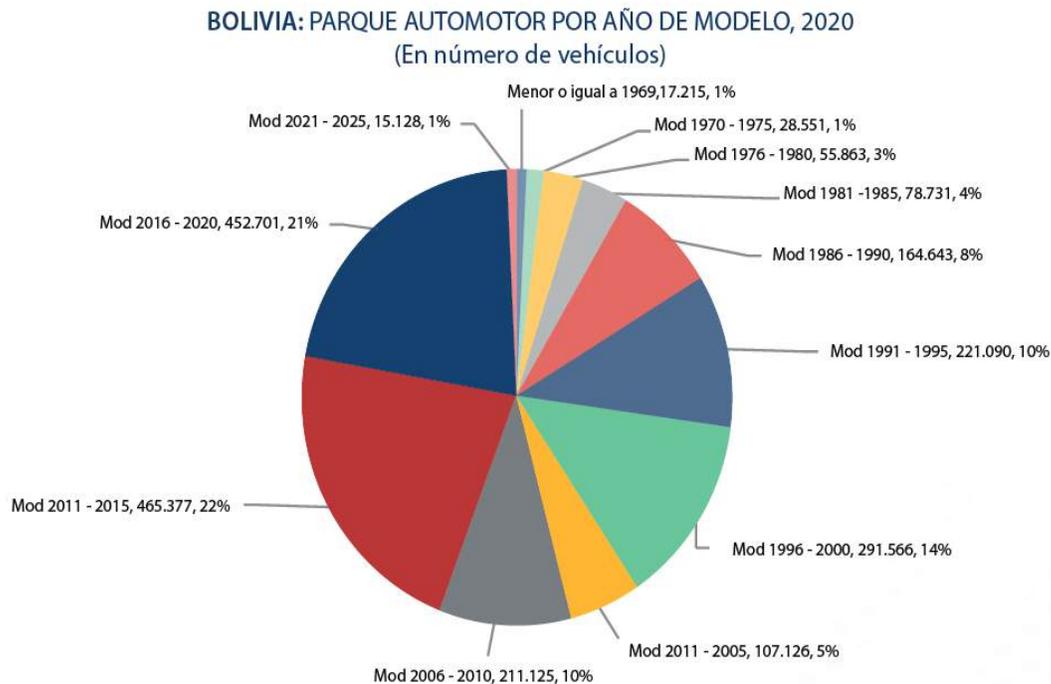
BOLIVIA: PARQUE AUTOMOTOR, SEGÚN CLASE DE VEHÍCULO, 2019 - 2020
(En número de vehículos)



Fuente: Registro único para la Administración Tributaria Municipal (RUAT) - Instituto Nacional de Estadística.

Según clase de vehículos, las vagonetas constituyeron el grupo más importante del parque automotor, que hasta el 2020 registraron 546.322 unidades, muchas de estas son destinadas al servicio público en líneas de trufis; le siguen en orden de importancia 536.730 motocicletas y 341.386 automóviles. En el año 2019 fueron las motocicletas las que alcanzaron el mayor número, probablemente debido al crecimiento del servicio de delivery que surgió como consecuencia del aislamiento de la población producido por la pandemia del Covid 19.

Figura 11: Parque automotor por año de modelo.



A 2020, los vehículos modelo 2011-2015 sumaron 465.377 unidades, equivalente a 22,1% del parque automotor; en segundo lugar, los vehículos cuyos modelos corresponden a los años 2016-2020, llegan a 452.701 unidades que representan 21,5% y, en tercer lugar, los modelos 1996-2000 con 291.566 vehículos, igual a 13,8%.

Esta información permite inferir que los modelos anteriores a 2020 ya habría cambiados neumáticos, por más de una vez.

El parque automotor es el generador de llantas en desuso, cuanto más crece también crecerá el número de neumáticos fuera de uso, no se cuenta con un registro de estos neumáticos, por lo que es importante realizar una estimación de los mismos para fines de analizar posibilidades de industrialización o reciclaje.



PARTE III: ESTIMACIÓN DE NFU EN LAS CIUDADES DE LA PAZ Y EL ALTO

El crecimiento del parque automotor desde la gestión 2015 hasta la 2020 genera un incremento de Neumáticos en Uso y Fuera de Uso. Este incremento (no controlado) es uno de los causantes del problema ambiental debido a la falta de procesos de tratamiento de neumáticos. Los NFU son almacenados o botados en lugares públicos, lagos, ríos, calles, parques y en contenedores que ocupan grandes espacios, y con el tiempo comienzan a albergar ratas y mosquitos que transmiten enfermedades que pueden causar daño a la salud de los pobladores, generando un problema al medio ambiente.

El reciclaje es una opción para controlar el destino final de los NFU, empero, se estima que es muy bajo el porcentaje de NFU que van al reciclaje, estimación que proviene de estudios realizados sobre residuos sólidos especiales en general.

Sobre cantidad de NFU generados en las ciudades de La Paz y El Alto, no existen estudios realizados, lo que impide formular proyectos para el reciclaje o la implantación de plantas trituradoras de NFU o proyectos de inversión para la industrialización de este residuo, razones que exigen una estimación sobre la cantidad de NFU generados en estas ciudades.

Para la estimación de cantidad de NFU existente, se recurrió a la experiencia colombiana. En la ciudad de Bogotá, se han venido desarrollando proyectos en materia ambiental relacionados con el transporte, uno de especial importancia fue el denominado “Diagnóstico ambiental sobre el manejo actual de llantas y neumáticos usados generados por el parque automotor de Santa Fe de Bogotá”. Este estudio fue llevado a cabo en el año 2006 por la Unión Temporal OCADE LTDA. CONTROL AMBIENTAL Y DESARROLLO EMPRESARIAL de Colombia, SANIPLAN de Brasil y AMBIENTAL S.A. de Argentina.

El diagnóstico se centró en la cuantificación y caracterización del residuo, teniendo en cuenta la cantidad de vehículos en la ciudad de Bogotá, para estimar el número de llantas en desuso, consideraron los datos proporcionados por parte de la Secretaría de Tránsito y Transporte de Bogotá, donde se discriminaba la información en cuanto al número de vehículos por clase y se realizaron encuestas para evaluar y



determinar los hábitos de uso y cambio de llantas por parte de los propietarios, es decir el Índice de Generación de Llantas en desuso (IGLL).

Según esta investigación, actividades como la Generación, Recolección en la fuente de generación y Recuperación, y transporte hacen parte de una fase previa común para cualquier tipo de aprovechamiento de este residuo. (OCADE LTDA, et al. 2006).

3.1. Procedimiento metodológico

La metodología utilizada para la estimación de llantas fuera de uso fue extraída de la Guía para el manejo de llantas usadas de la Cámara de Comercio de Bogotá elaborado en el año 2006.

En la guía se señala que para planificar la gestión de llantas fuera de uso, se debe estimar la cantidad de llantas fuera de uso que se generan en una ciudad en un periodo, para lo cual se debe realizar los siguientes pasos:

- Definir la cantidad de vehículos que tiene el parque automotor en un año.
- Clasificar por tipos de vehículos el parque automotor.
- Establecer la cantidad de llantas que usan los vehículos según el tipo de vehículo.
- Con (1) y (3) se obtiene la cantidad de llantas en uso.
- Determinar el IGLL (índice de Generación de llantas usadas).

$$\text{Fórmula: IGLL} = (N_{LL} / M_{es}R_e) * 12 \text{ mes/año}$$

N_{LL}	= Numero de llantas por tipo de vehículo (3).
$M_{es}R_e$	= Meses de recambio de llantas (se obtiene del promedio de tiempo en que cambian las llantas los dueños de los vehículos, a través de la aplicación de una entrevista a la muestra del universo del parque automotor).
12 mes/año	= Factor de conversión.

Ejemplo:

$$\begin{aligned} \text{Automóvil IGLL} &= (4 \text{ llantas} / 41 \text{ meses}) * 12 \text{ meses} \\ &= (0.097560) * 12 \\ &= 1.17 \end{aligned}$$



- Obtener el total de llantas fuera de uso por tipo de vehículo en un periodo, multiplicando la cantidad de vehículos por el IGLL.
- Determinar el porcentaje de llantas fuera de uso por tipo de vehículo en un año respecto al total de llantas fuera de uso.
- Reencauche, se obtiene mediante la multiplicación de las llantas en uso por el factor de reencauche (que se obtiene mediante las entrevistas a los conductores).
- Realizar el ajuste por reencauche para determinar el número real de llantas fuera de uso para ese año, dependiendo si existe reencauche en el tipo de vehículo, se obtiene restando las llantas fuera de uso menos el reencauche.

El Procedimiento para la Estimación de NFU en las ciudades de La Paz y El Alto requiere de la cuantificación y caracterización del residuo. Para la cuantificación se consideró la información suministrada por el INE en base a datos del RUAT de cada municipio en cuanto al número de vehículos por tipo; los hábitos de uso y cambio de las llantas por parte de los usuarios se obtuvieron mediante una encuesta realizada en las ciudades de La Paz y El Alto. A continuación, se presenta la información requerida para el cálculo por ciudad.

3.2. Cálculo del IGLL (Índice de Generación de NFU) en la ciudad de La Paz

Para el relevamiento de información primaria en el municipio de La Paz, se tomó como universo la composición del parque automotor de la gestión 2020, datos obtenidos a través del Instituto Nacional de Estadística que sistematiza la información de la base de datos del RUAT del municipio.

La Información obtenida establece un estimado para el departamento de La Paz de 493,878 vehículos de los cuales aproximadamente 94% corresponde a transporte particular, 3% a transporte público y 3% al transporte de uso oficial. De este total al municipio de la Paz le corresponden 309.871 vehículos y al municipio de El Alto 125.942, los restantes 58.065 vehículos se encuentran en los diferentes municipios del departamento de La Paz.

3.2.1. Determinación del universo

Para un cálculo adecuado del número de NFU se identificaron dos universos de investigación: 1.- Los propietarios de vehículos y 2.- Los talleres de recambio de neumáticos (llanterías) ubicados en la ciudad de La Paz.



La unidad de investigación para el universo 1 fueron los vehículos registrados en la ciudad de La Paz, y el sujeto de análisis fueron las personas de ambos sexos propietarios de algún tipo de vehículo con radicatoria en la ciudad de La Paz.

El universo 1 en la ciudad de La Paz es de 309.871 vehículos en los cuales existen distintos tipos y clases de vehículos.

Para el universo 2 el sujeto de investigación fueron las personas que se dedican a realizar el cambio o mantenimiento del neumático en talleres situados en la ciudad de La Paz.

El universo 2 asciende a 108 llanterías, dato obtenido mediante un barrido de zonas de la ciudad de La Paz. Para la captura de información este universo fue censado.

Tabla 11: La Paz, parque automotor por tipo de vehículo – 2020.

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Automóvil	72.395
Bus	1.813
Camión	14.594
Camioneta	30.485
Furgón	4.703
Jeep	12.606
Microbús	1.874
Minibús	33.518
Moto	40.262
Quadra Track	1.424
Torpedo	7
Tracto - Camión	1.487
Trimóvil - Camión	5
Vagoneta	94.697
Maquinaria pesada	1
TOTALES	309.871

3.2.2. Cálculo del tamaño de la muestra

El universo 1 compuesto por 309.871 vehículos requirió de tomar una muestra, la misma se determinó mediante la aplicación de la fórmula de muestra infinita.



Fórmula:

$$n = \frac{Z^2(P * Q)}{e^2}$$

Donde:

- n = Tamaño de muestra buscado
- Z = Nivel de Confianza
- p = Probabilidad de éxito
- q = Probabilidad de fracaso
- e = Error de estimación máximo aceptado

Los datos utilizados fueron:

- Z = Nivel de Confianza: 96% (2.05)
- p = Probabilidad de éxito: 50% (0.50)
- q = Probabilidad de fracaso: 50% (0.50)
- e = Error de estimación máximo aceptado: 4% (0.04)

Operando:

$$\frac{2.05^2 (0.50 * 0.50)}{0.04^2}$$

n = 657 propietarios de vehículos

3.2.3. Diseño de la muestra Municipio de La Paz

La muestra fue diseñada siguiendo el muestreo estratificado por tipo de vehículo. Vagonetas y automóviles fueron los vehículos que mayor participación tienen en la muestra.



Tabla 12: Diseño de la muestra Ciudad La Paz.

Tipo de vehículos	Porcentaje de distribución	Universo	Muestra
Automóvil	23%	72,395	153
Bus	1%	1,813	4
Camión	5%	14,594	31
Camioneta	10%	30,485	65
Furgón	2%	4,703	10
Jeep	4%	12,606	27
Microbús	1%	1,874	4
Minibús	11%	33,518	71
Moto	13%	40,262	85
Quadra Track	0%	1,424	3
Torpedo	0%	7	0
Tracto - Camión	0%	1,487	3
Trimóvil - Camión	0%	5	0
Vagoneta	31%	94,697	201
Maquinaria pesada	0%	1	0
TOTAL	100%	309.871	657

Para el trabajo de campo, esto es, la aplicación del instrumento de recolección de datos se recurrió a la entrevista a los propietarios de vehículos de la muestra; se planificó el trabajo de campo de la siguiente manera:

- Identificación de Puntos de concentración de vehículos según tipo de vehículo:
 - a. Gasolineras dentro del municipio.
 - b. Terminal de buses Departamental y Provincial.
 - c. Estacionamiento de tracto camiones.
- Se asignó por lugar a un entrevistador para la aplicación del formulario.



- Se empleó plataformas virtuales para la aplicación del formulario para completar la muestra.

El universo 2 no requirió de cálculo de muestra ya que el mismo fue censado. Las llanterías ubicadas en diferentes distritos de la ciudad de La Paz es el que se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 13: Llanterías de la ciudad de La Paz.

N°	Macro Distritos	Distritos	Talleres por Distrito	Total
1	Centro	1	2	7
		2	5	
2	Cotahuma	3	5	21
		4	6	
		5	2	
		6	8	
3	Max Paredes	7	5	27
		8	12	
		9	9	
		10	1	
4	Periférica	11	8	19
		12	2	
		13	9	
5	San Antonio	14	2	18
		15	4	
		16	7	
		17	5	
6	Sur	18	6	16
		19	9	
		21	1	
Total			108	108

Fuente: Datos INE (2020) y barrido de llanterías en la ciudad de La Paz.



3.2.4. Resultados de la encuesta para calcular el IGLL en la ciudad de La Paz

La encuesta realizada permitió conocer aspectos importantes sobre el comportamiento de compra de neumáticos y desecho de los NFU.

Preferencia por la compra de neumáticos nuevos

El 68% de los propietarios de vehículos manifiesta su preferencia por la compra de neumáticos Nuevos, dato que indica que los propietarios dan prioridad a renovar sus neumáticos sin importar el costo de los mismos. El 30% de los propietarios prefieren economizar en la compra de neumáticos y buscan neumáticos Seminuevos. El 2% manifiesta que compra neumáticos recauchutados.

Períodos de cambio de neumáticos

En cuanto al tiempo de cambio de los neumáticos para la compra de otros preferentemente nuevos, se tiene la siguiente tabla que muestra el tiempo de recambio expresado en meses por cada tipo de vehículo.

Tabla 14: Promedio de tiempo de cambio de neumáticos.

TIPO DE VEHÍCULO	TIEMPO DE CAMBIO NEUMÁTICOS (MESES)
AUTOMÓVIL	36
BUS	60
CAMIÓN	60
CAMIONETA	44
FURGÓN	43
JEEP	45
MICRO	48
MINIBUS	24
MOTO	42
QUADRA TRACK	32
TRACTO CAMIÓN	44
VAGONETA	48



Los vehículos con menor tiempo en cambiar sus neumáticos son: el minibús y automóvil. Estos dos tipos de vehículo son destinados más para el sector público en la ciudad de La Paz y debido a las características de la ciudad, como calles que aún no están pavimentadas, los neumáticos se desgastan más rápido por lo que el cambio es de 2 a 4 llantas por año.

El bus es un tipo de vehículo cuyo tiempo de cambio es cada cinco años, un factor que incide en este tiempo de cambio es el tamaño de los neumáticos ya que son más grandes; otro factor que se observó es el reencauche que los propietarios realizan en este tipo de neumáticos lo cual alarga más el tiempo de recambio.

Destino de los neumáticos fuera de uso

En la encuesta se cuestionó a los propietarios de vehículos sobre el destino que daban a los neumáticos fuera de uso. El 80% de los propietarios de vehículos dejan sus neumáticos en las llanterías lo cual confirma que las llanterías son los mayores puntos de acopio. El 12% de los propietarios bota los neumáticos y un porcentaje pequeño los vende o los guarda.

La llantería es el establecimiento de propiedad privada en el que se realiza el cambio o mantenimiento de neumáticos para determinados tipos de vehículos.

Trabajan de lunes a sábado en horario de 9:00 a.m. a 18:00 p.m., tienen, generalmente, un espacio físico de 4 x4 metros cuadrados, cuentan con equipo y herramientas de trabajo como compresoras de aire, gatas y otros.



Estos datos muestran que una gran cantidad de propietarios de vehículos deja sus neumáticos usados con terceros, los cuales tienen la responsabilidad de dar un destino a los mismos.

Frecuencia de NFU dejados en llanterías

Los propietarios de vehículos afirman que no solo cambian sus neumáticos en las llanterías y en ellas dejan los NFU, sino que también estos talleres reciben llantas



fuera de uso en otros momentos. En promedio una llantería recibe entre 6 a 10 neumáticos fuera de uso por día.

Destino de los NFU recibidos por llanterías

Al ser las llanterías el 80% en dónde dejan sus neumáticos fuera de uso los propietarios de vehículos, éstos disponen de los mismos de diferentes formas.

El 48% de las llanterías botan los neumáticos que les dejan, en los contenedores de basura o directamente al carro recogedor que no está destinado a estos residuos especiales, mientras que el 24% de llanterías lo reutilizan y un 21% de las llanterías los venden.

Solo un 5 % de todos los talleres las reciclan y un 2 % señalaron que le dan otros usos reutilizándolos de diferentes formas.

3.3. Información para calcular el IGLL en la ciudad de El Alto

3.3.1. Determinación del Universo Municipio de El Alto

Para calcular el IGLL de la ciudad de El Alto de manera similar a la trabajada para la ciudad de la Paz, se identificaron dos universos de investigación: 1.- Los propietarios de vehículos y 2.- Los talleres de recambio de neumáticos (llanterías) ubicados en la ciudad de El Alto.

La unidad de investigación para el universo 1 fueron los vehículos registrados en la ciudad de El Alto, y el sujeto de investigación fueron personas de ambos sexos propietarios de algún tipo de vehículo con radicatoria en la ciudad de El Alto. El universo 1 alcanzó a 125.942 vehículos de distintos tipos y clases.



Tabla 15: El Alto, parque automotor por tipo de vehículo – 2020.

TIPO DE VEHÍCULO	CANTIDAD
Ambulancia	64
Automóvil	13.500
Bus	1.749
Camión	13.321
Camioneta	10.111
Furgón	1.742
Jeep	2.474
Microbús	1.472
Minibús	27.308
Moto	14.687
Quadra Track	134
Torpedo	7
Tracto - Camión	3.882
Trimoviles	2
Vagoneta	35.489
TOTALES	125.942

Para el universo 2 el sujeto de investigación fueron las personas que se dedican a realizar el cambio o mantenimiento del neumático en talleres situados en la ciudad de El Alto.

El Gobierno Municipal de El Alto no cuenta con registros de las llanterías, portanto, para cuantificar e identificar las llanterías se realizó

un recorrido en las vías de primer orden y adyacentes pertenecientes a los nueve Distritos del Municipio de El Alto, donde se identificaron 261 llanterías que forman parte de las vías de primer orden y adyacentes. Los distritos: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y





14 forman parte de las vías de primer orden y fueron identificados de acuerdo al Atlas Geográfico del Municipio de El Alto.

Tabla 16: El Alto, llanternías por distrito.

Distrito	Nro. de Llanternías
Distrito 1	73
Distrito 2	47
Distrito 3	14
Distrito 4	19
Distrito 5	33
Distrito 6	43
Distrito 7	8
Distrito 8	8
Distrito 14	16
Total	261

3.3.2. Tamaño de la muestra

Identificado el universo, al igual que en el municipio de La Paz, se determinó el tamaño de la muestra mediante la aplicación de la fórmula de muestra infinita, el tamaño de muestra alcanzó a 600 vehículos.

Fórmula:

$$n = \frac{Z^2(P * Q)}{e^2}$$

Donde:

Z = Nivel de Confianza 95%

p = Probabilidad de éxito 50%

q = Probabilidad de fracaso 50%



e = Error de estimación máximo aceptado 4%

n= 600 vehículos

3.3.3. Diseño de la muestra Municipio del El Alto

Se aplicó el muestreo estratificado por tipo de vehículo para el diseño de la muestra:

Tabla 17: El Alto, diseño de la muestra.

Tipo de vehículos	Porcentaje de distribución	Universo	Muestra
Ambulancia	0%	64	0
Automóvil	11%	13.500	64
Bus	1%	1.749	8
Camión	11%	13.321	63
Camioneta	8%	10.111	48
Furgón	1%	1.742	8
Jeep	2%	2.474	12
Microbús	1%	1.472	7
Minibús	22%	27.308	130
Moto	12%	14.687	70
Quadra Track	0%	134	1
Torpedo	0%	7	0
Tracto - Camión	3%	3.882	19
Trimoviles	0%	2	0
Vagoneta	28%	35.489	169
TOTAL	100%	125.942	600

Para la aplicación del instrumento de recolección de datos en función a la cantidad de vehículos se planificó la intervención de la siguiente manera:

- Identificar Puntos de concentración de vehículos según tipo de vehículo:



- a. Gasolineras dentro del municipio.
 - b. Terminal de buses Departamental y Provincial.
 - c. Estacionamientos de tracto camiones.
- Se asignó por lugar a un entrevistador para la aplicación del formulario.
 - Se empleó plataformas virtuales para la aplicación del formulario para completar la muestra.

El universo 2 también requirió de trabajar con muestra. El tamaño de muestra se determinó recurriendo a la fórmula de tamaño finito, toda vez que el número de talleres identificado es menor a 100.000 unidades.

Los datos para el cálculo del tamaño de la muestra fueron los siguientes:

$$z = \text{Nivel de Confianza } 94\% = 1.88$$

$$e = \text{Error Permitido } 6\% = 0.06$$

$$p = \text{Probabilidad de éxito} = 0.5$$

$$q = \text{Probabilidad de fracaso } (1 - p) = 0.5$$

$$N = \text{El universo} = 261$$

Se obtuvo una muestra de 127 talleres de recambio de neumáticos.

Para el diseño de la muestra se aplicó el muestreo estratificado por distritos. Como se observa en la Tabla 17 el distrito con mayor cantidad de llanterías es el número 1, mismo que se encuentra ubicado en el centro del municipio y el cual está compuesto por la Av. 6 de marzo, Av. Cívica, Av. Circunvalación, dichas avenidas que son de suma importancia ya que tienen acceso directo a la vía troncal que conecta al Departamento de La Paz con los demás departamentos del país. El distrito 2 es el segundo conformado por la Av. Litoral, Av. Bolivia, Av. Néstor Galindo, Av. Ladislao Cabrera y Av. 6 de marzo mismo que unen a la Av. 6 de marzo con la Av. Juan Pablo II y camino a Viacha.



Tabla 18: El Alto, diseño de muestra de llanterías por distrito.

Distrito	Nro. de llanterías	Porcentaje	Muestra por distrito
Distrito 1	73	27.76	35
Distrito 2	47	17.87	23
Distrito 3	14	5.32	7
Distrito 4	19	6.84	9
Distrito 5	33	12.55	16
Distrito 6	43	17.49	22
Distrito 7	8	3.04	4
Distrito 8	8	3.04	4
Distrito 14	16	6.08	8
Total	261	100	127

3.3.4. Resultados de la encuesta para calcular el IGLL en la ciudad de El Alto

En el Municipio de El Alto la mayoría de los dueños que poseen uno o más vehículos, contratan a otras personas (chofer) para realizar el servicio de transporte y trabajan de la siguiente manera:

- El propietario de un vehículo que brinda un servicio privado es aquel que maneja el vehículo de manera personal para transportar a los integrantes de su familia.
- El propietario de un vehículo que brinda un servicio público, por lo general se encarga de contratar a una persona (chofer) para que realice la actividad de transportar a pasajeros de acuerdo con la ruta establecida, en muchos casos la actividad también puede ser desarrollada por el mismo propietario.

La obligación principal de los propietarios de vehículos es la de realizar el mantenimiento preventivo que incluya la limpieza, lubricación, cambio de aceite, reparaciones, sistema de frenos, sistema eléctrico, neumáticos y otros, lo que ayuda a que el vehículo tenga una excelente vida útil.

Los propietarios de vehículos dan mayor importancia a los neumáticos, ya que son las partes fundamentales del vehículo que tienen contacto con el asfalto, empedrado, etc., por lo que es vital realizar un correcto mantenimiento de los mismos, sobre todo los vehículos de servicio público ya que el uso que le dan no es el mismo que el de un servicio privado.



Preferencia por neumáticos nuevos

Existe un mayor requerimiento de neumáticos nuevos, el 71% de los propietarios manifestaron comprar neumáticos nuevos debido a la seguridad y garantía con la que cuentan ya que es una inversión a largo plazo. Mayormente el transporte privado es quien adquiere este tipo de neumáticos, de igual manera, el transporte pesado utiliza este tipo de neumáticos considerando la seguridad y confianza que brinda al transportar diferentes tipos de mercaderías a nivel nacional e internacional.

En cambio, el transporte privado que presta servicio público adquiere sus neumáticos seminuevos y nuevos, el 27% prefiere comprar neumáticos seminuevos porque son más económicos y el tiempo de recambio es mucho más corto. Existe un inconveniente al comprar neumáticos seminuevos que estos puedan tener alguna falla con la banda de rodadura o tenga cortes.

Los neumáticos reencauchados (2%) son más empleados por propietarios que no cuentan con un ingreso que les permita acceder a comprar uno nuevo o seminuevo, ya que son mucho más baratos, pero tienen una vida útil más corta que los otros tipos de neumáticos.

Frecuencia de cambio de neumáticos

El 43% de los propietarios de vehículos afirman cambiar sus neumáticos cada 3 a 4 años y el 25% de 1 a 2 años.

Los vehículos que cambian de dos a cuatro neumáticos en un tiempo de 3 a 6 años son los de transporte privado ya que el uso que se da al vehículo no es continuo ni por tempo prolongado solamente lo utilizan para ir al trabajo o salir fines de semana.

Los propietarios de motos cambian de uno a dos neumáticos en un tiempo de uno a cuatro años, considerando el tipo de servicio o uso que le dan. Usualmente el neumático trasero es el que suele tener un mayor desgaste ya que este es el que genera la fuerza de arranque y por ende es el primero en ser reemplazado.

Tabla 19: Cantidad de neumáticos por tiempo de cambio.

Cantidad	Menor a 1 año	De 1 a 2 años	De 3 a 4 años	De 5 a 6 años	Mayor a 6 años	Total
2 llantas	4%	13%	18%	15%	2%	52%
4 llantas	1%	9%	18%	4%		33%
5 llantas			3%	2%		5%
6 llantas	1%	3%	3%	1%		8%
8 llantas				1%		1%
10 llantas			1%			1%
TOTAL	7%	25%	43%	23%	2%	100%

Los propietarios de minibuses por lo general cambian los neumáticos en un tiempo de uno a dos años, la mayoría de estos cambian de dos a cuatro neumáticos, esto se debe al uso que se da a la llanta que en promedio es de 10 horas al día.

La mayoría de los propietarios de microbuses por lo general cambian dos neumáticos en un tiempo de uno a cuatro años. Los automóviles que prestan el servicio de taxi o trufi, cambian dos llantas en un tiempo de uno a dos años, las llantas de mayor desgaste son las delanteras debido a la tracción que realizan para estar en movimiento.



Los vehículos de transporte pesado tienen un desgaste de los neumáticos en función del peso de la mercadería que transportan y el estado del camino por el cual circulan, por lo que cambian de 1 a 6 neumáticos en un periodo menor a 1 año y de 6 a 12 neumáticos en un periodo de 1 a 2 años.



Los automóviles que prestan el servicio de taxi o trufi, cambian dos llantas en un tiempo de uno a dos años, considerando que las que más desgaste sufren son las delanteras debido a la tracción que realizan para estar en movimiento.

Destino de los NFU

Los propietarios de vehículos luego de realizar el cambio de sus neumáticos por unos nuevos desechan los mismos de la siguiente manera:

La mayoría de los propietarios de vehículos (72%) habitualmente dejan sus NFU en los lugares de recambio, es decir en las llanterías, debido a que no usan los mismos en otras actividades, porque no cuentan con espacio suficiente para almacenarlos o no tienen conocimiento de algún lugar de acopio.

En cambio, una cantidad menor de propietarios (20%) botan sus NFU en botaderos a cielo abierto, ríos, carreteras, etc.

Son muy pocos los propietarios que venden los NFU generando un ingreso extra en beneficio propio.

Disposición de los propietarios para llevar los NFU a un centro de acopio

Sobre la disposición de los propietarios de llevar o no sus NFU a algún centro de acopio, muestra los siguientes resultados:

Casi la mitad de los propietarios estarían dispuestos a llevar sus NFU a centros de acopio de manera voluntaria y sin ningún tipo de incentivo, en este sentido se puede observar que existe conciencia ambiental por parte de los propietarios para poder dejar los NFU en lugares donde puedan manejarlos de manera correcta.

El restante 46% de los propietarios de vehículos para llevar los NFU necesitan de algún tipo de incentivo proporcionado por el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto.

Con base en la encuesta realizada, los hábitos de los usuarios de los vehículos en cuanto a sitios de cambio, periodicidad de cambio y otras características que motivan realizar su reemplazo se pudo determinar el índice de generación de llantas usadas (IGLL) para el municipio de La Paz y El Alto, por tipo de vehículo y así poder determinar la totalidad del residuo generado.



3.4. Estimación de llantas en desuso en la ciudad de La Paz

Con la aplicación de la metodología, descrita en el punto 3.1, en las ciudades de La Paz y El Alto se logró estimar la cantidad de llantas fuera de uso y se obtuvieron los siguientes resultados.

Para fines de cálculo se emplearon los datos del parque automotor por tipo de vehículo según clasificación del RUAT y el IGLL calculado con los datos obtenidos en la encuesta realizada a los propietarios de vehículos y la entrevista a las llanterías.

En la Tabla 20 se puede observar el crecimiento constante del parque automotor total; son los automóviles, vagonetas, camionetas y motos los vehículos que año tras año incrementan en número.

Tabla 20: Parque automotor de la ciudad de La Paz al 2020.

Clase de vehículo	2017	2018	2019	2020
La Paz	290,246	296,111	302,431	309,871
Automóvil	67,016	68,610	70,571	72,395
Bus	1,832	1,853	1,847	1,813
Camión	14,747	14,651	14,633	14,594
Camioneta	28,889	29,533	30,064	30,485
Furgón	4,613	4,631	4,648	4,703
Jeep	12,489	12,635	12,574	12,606
Maquinaria pesada	0	0	0	1
Microbus	1,983	1,944	1,906	1,874
Minibus	33,874	33,806	33,611	33,518
Moto	34,130	35,938	37,469	40,262
Quadra Trac	1,266	1,316	1,401	1,424
Torpedo	9	8	7	7
Tracto camión	1,647	1,581	1,524	1,487
Trimovil camión	5	5	5	5
Vagoneta	87,746	89,600	92,171	94,697



El número de vehículos del parque automotor permite calcular el número de llantas en uso, aplicando a éste número el IGLL calculado se logra obtener el número de llantas en desuso.

Tabla 21: Estimación de llantas usadas municipio de La Paz, gestión 2020.

Tipo de Vehículo	Numero de Vehículos al 2020	Llantas por Vehículo	Llantas en Uso	IGLL	Llantas/Año	Porcentaje de llantas en desuso	Reencauche 3.3%	Ajuste por reencauche
Automóvil	72,395	4	289,580	1.80	130,311	40.08		130,311
Bus	1,813	6	10,878	3.24	5,880	1.81	194.04	5,686
Camión	14,594	10	145,940	1.14	16,679	5.13	550.40	16,128
Camioneta	30,485	4	121,940	1.53	46,700	14.36		46,700
Furgón	4,703	6	28,218	1.00	4,703	1.45		4,703
Jeep	12,606	4	50,424	1.89	23,885	7.35		23,885
Microbús	1,874	6	11,244	1.30	2,431	0.75	80.23	2,351
Minibús	33,518	4	134,072	0.44	14,626	4.50		14,626
Moto	40,262	2	80,524	1.50	60,393	18.57		60,393
Quadra Track	1,424	4	5,696	0.20	285	0.00		285
Torpedo	7	4	28	2.73	19	0.01		19
Tracto - Camión	1,487	10	14,870	0.20	297	0.00	9.81	288
Trimóvil - Camión	5	3	15	0.98	5	0.00		5
Vagoneta	94,697	4	378,788	0.20	18,939	0.00		18,939
Maquinaria Pesada	1	4	4	0.20	0	0.00		0
TOTALES	309,871		1,272,221		325,154	100%	834.48	324,320

El total de llantas fuera de uso que se estima existirá en el Municipio de La Paz en la gestión 2020 es de 324,320 unidades, según datos obtenidos en la entrevista esta cantidad está distribuida en las llanterías, calles, Relleno sanitario de Alpacoma y ríos.

3.4.1. La Paz: Proyección de Llantas en Desuso al 2025

El parque automotor de La Paz desde el año 2003 al año 2020 en promedio creció un 12,39%, con esta información se procedió a proyectar su crecimiento hasta el año 2025.



Tabla 22: La Paz, proyección del parque automotor al 2025.

Años	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total año base	309,871					
Promedio	12,388.7					
Proyección		322,269.7	334,648.4	347,037.1	359,425.8	371,814.4
% de la proyección		4.00	3.84	3.70	3.57	3.45

Con el crecimiento constante del parque automotor también crecerá la cantidad de llantas fuera de uso, a continuación, se presenta la estimación proyectada de llantas fuera de uso. Al año 2025 se obtendrían 389.148 NFU distribuidas en diversos lugares de la ciudad y en llanterías.

Tabla 23: La Paz, proyección de llantas usadas a 2025.

LA PAZ PROYECCIÓN GENERACIÓN DE LLANTAS USADAS 2021-2025						
Años	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total Año Base	324,320					
Porcentaje de proyección del parque automotor		4%	3.84%	3.70%	3.57%	3.45%
Proyección a 5 años Llantas fuera de uso		337,292	350,244	363,203	376,170	389,148
Crecimiento de LLFU		12,973	12,952	12,959	12,966	12,978

3.5. Estimación de NFU en la ciudad de El Alto

Con base a los resultados obtenidos en el trabajo de campo realizado con propietarios de vehículos y personal de llanterías se pudo determinar la frecuencia de cambio y la disposición final por parte de los propietarios de vehículos, la cantidad y tipo de neumáticos cambiados por día por tipo de vehículo y a partir de estos datos se



calculó el IGLL que sumado al parque automotor existente en la ciudad de El Alto se pudo estimar la cantidad de NFU generados.

Para fines de cálculo se emplearon los datos del parque automotor por tipo de vehículo según clasificación del RUAT correspondientes a los años 2017 al 2020.

Tabla 24: El Alto, parque automotor por tipo de vehículo 2020.

Clase de vehículo	2017	2018	2019	2020
EL Alto	111,355	117,339	122,076	125,942
Ambulancia	0	0	64	64
Automóvil	12,247	12,781	13,140	13,500
Bus	1,717	1,735	1,763	1,749
Camión	12,182	12,642	13,011	13,321
Camioneta	8,778	9,309	9,767	10,111
Furgón	1,544	1,644	1,713	1,742
Jeep	2,066	2,243	2,382	2,474
Microbús	1,488	1,492	1,483	1,472
Minibús	26,757	27,134	27,230	27,308
Moto	8,630	10,865	12,915	14,687
Quadra Trac	100	114	129	134
Torpedo	10	9	6	7
Tracto-camión	3,605	3,643	3,796	3,882
Trimóviles	0	0	2	2
Vagoneta	32,231	33,698	34,675	35,489

Los datos de la Tabla 24 muestran un crecimiento significativo del parque automotor. Automóviles, vagonetas, motos, camionetas y buses crecen año tras año.

El total del parque automotor al año 2020 permite el cálculo de neumáticos en uso, dato al cual se aplica el IGLL obtenido de la encuesta aplicada a propietarios de vehículos y personal de llanterías, información que permite calcular el número de neumáticos fuera de uso.



Tabla 25: El Alto, estimación de llantas usadas 2020.

Tipo de vehículo	Número de vehículos al 2020	Llantas por vehículo	Llantas en uso	IPLL	Llantas/ Año	% de llantas en desuso	Reencauche 3.3%	Ajuste por reencauche
Ambulancia	64	4	256	0.00	0	0.00	0	0
Automóvil	13,500	4	54,000	1.17	15,805	10.34	15,805	15,805
Bus	1,749	6	10,494	2.25	3,935	2.57	130	3,805
Camión	13,321	10	133,210	3.87	51,565	33.72	1702	49,864
Camioneta	10,111	4	40,444	1.09	11,030	7.21	11,030	11,030
Furgón	1,742	6	10,452	1.95	3,390	2.22	3,390	3,390
Jeep	2,474	4	9,896	1.00	2,474	1.62	2,474	2,474
Microbús	1,472	6	8,832	2.48	3,655	2.39	121	3,534
Minibús	27,308	4	109,232	1.33	36,411	23.81	36,411	36,411
Moto	14,687	2	29,374	0.59	8,597	5.62	8,597	8,597
Quadra Track	134	4	536	0.00	0	0.00	0	0
Torpedo	7	4	28	0.00	0	0.00	0	0
Tracto - Camión	3,882	10	38,820	4.14	16,063	10.50	530	15,533
Trimóvil - Camión	2	3	6	0.00	0	0.00	0	0
Vagoneta	35,489	4	141,956	1.02	36,244	23.70	36,244	36,244
TOTALES	125,942		445,580		152,925	100%	2482	150,443



El total de llantas fuera de uso que se estima que existirá en el Municipio de El Alto en la gestión 2020 es de 150,443 unidades, según datos obtenidos en la entrevista esta cantidad estará distribuida en las llanterías, calles, carretera, Relleno sanitario de Villa Ingenio, ríos o en domicilios para ser usadas en bloqueos.

3.5.1. El Alto, proyección de llantas en desuso al 2025.

El modo de transporte motorizado más utilizado por la población alteña es el transporte privado que ofrece servicio público.

El transporte en el Municipio de El Alto es uno de los mayores problemas, debido al caótico crecimiento de vehículos y la regularidad del servicio, el desorden de tránsito que existe en este municipio provoca congestión vehicular, entre el tramo de La Ceja a Rio Seco y el segundo tramo de la Ceja al Centro de la ciudad de La Paz.

El parque automotor de El Alto desde el año 2003 al año 2020 en promedio creció un 5,39%, con esta información se procedió a proyectar su crecimiento hasta el 2025.

Tabla 26: El Alto, proyección del parque automotor al 2025.

EL ALTO PROYECCIÓN PARQUE AUTOMOTOR 2021-2025						
Años	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total	125,942					
Promedio	5,388.50					
Proyección a 5 años		131,331	136,719	142,108	147,496	152,885
Porcentaje de la Proyección		4.28	4.10	3.94	3.79	3.65

Con el crecimiento constante del parque automotor también crecerá la cantidad de llantas fuera de uso y de acuerdo a la información conocida estas se encontrarán en botaderos, a cielo abierto, carreteras, calles y otros lugares.

A continuación en la Tabla 25, se presenta la estimación proyectada de llantas fuera de uso que al año 2025 alcanza a 182.663.



Tabla 27: El Alto, proyección de NFU al año 2025.

EL ALTO PROYECCIÓN GENERACIÓN DE LLANTAS USADAS 2021-2025						
Años	2020	2021	2022	2023	2024	2025
Total Año Base	150,443					
Porcentaje de proyección del parque automotor		4.28%	4.10%	3.94%	3.79%	3.65%
Proyección a 5 años		156,925	163,359	169,796	176,231	182,663
Crecimiento de NFU		6,440.74	6,433.93	6,436.35	6,435.25	6,432.42

3.6. Acumulado de NFU en las Ciudades de La Paz y El Alto

La cantidad de NFU generada individualmente en las ciudades de La Paz y El Alto al año 2022 es una cantidad reducida para pensar en invertir en alguna planta trituradora de NFU a ser instalada en cada ciudad, por tanto, se debe pensar en reunir los NFU generados en cada ciudad y así obtener una cantidad algo más significativa para el año 2022 la suma alcanza a 513.603.

No se cuenta con información de NFU acumulados hasta el 2020, según la afirmación de Pagaza, Director de Imperllanta México, se calcula que en Bolivia existen 15 millones de llantas en desuso.

Considerando la proyección calculada de NFU para las ciudades de La Paz y El Alto un acumulado al año 2025 de 3.139.830 neumáticos fuera de uso permitiría realizar acciones para formular proyectos de inversión en plantas industrializadoras o de trituración de los NFU.



Tabla 28: Cantidad acumulada de NFU en ciudades de La Paz y El Alto.

	2023	2024	2025
Ciudad de La Paz	1.375.059,80	1.751.229,60	2.140.377,20
Ciudad de El Alto	540.559,78	816.790,22	999.453,42
Total	1.915.619,58	2.568.019,82	3.139.830,62



PARTE IV

LA RECOLECCIÓN Y EL ACOPIO DE NFU, UNA PROPUESTA PARA LAS CIUDADES DE LA PAZ Y EL ALTO

4.1. Posibilidades de Industrialización de NFU en Bolivia

En diversos lugares del mundo se ha venido investigando y se han tomado acciones generalmente acerca del reciclaje de llantas usadas, en cada uno de estos países se ha presentado una serie de propuestas para llevar a cabo la idea de evitar el daño al medio ambiente que provocan los neumáticos fuera de uso y se ha concluido con la acción de reciclar las llantas usadas, principalmente con el fin de contribuir con el medio ambiente y evitar el almacenamiento e incineración; el almacenamiento genera criadero de insectos y roedores y la incineración gases altamente contaminantes. Además, considerando que el reciclaje permite obtener diferentes componentes que se derivan de una llanta usada al ser procesada y los cuales son útiles en procesos productivos de otras industrias.

La puesta en práctica de un proceso de industrialización de los neumáticos fuera de uso requiere de alta inversión ya que implica diferentes etapas que parten de la generación, acumulación, recolección, transporte y almacenamiento, hasta llegar a su tratamiento para el reciclado, reutilización o para su disposición final.

En países como México, Argentina, Brasil, Colombia y otros son millones de neumáticos fuera de uso que son sometidos a procesos de reciclaje. Por ejemplo en México se desechan 50 llantas por minuto es decir aproximadamente 40 millones de toneladas al año, de este total tan solo un 10% son recicladas. Son varias las empresas privadas que procesan llantas en desuso realizando partes importantes del proceso.

En las ciudades de La Paz y El Alto la cantidad de neumáticos fuera de uso no alcanza a los millones que se generan en otros países, cantidades que permiten el análisis y toma de decisiones de inversión en plantas trituradas de neumáticos, otras que continúan el proceso de reciclaje, otras que producen subproductos que el mercado requiere, estas empresas son de iniciativa privada y en varios países son de carácter público.



En el capítulo anterior se anota un acumulado de 3 millones de NFU al año 2025, cantidad que no cubriría la capacidad de una planta trituradora de caucho de tamaño pequeño en la que los gobiernos municipales podrían invertir, empero, es una cantidad interesante para que emprendimientos privados pudieran trabajar en el rubro como ocurre en Cochabamba.

Sin embargo, es un hecho que a medida que crece el parque automotor, también crecerá la generación de llantas en desuso lo que provocará, en un futuro cercano, la necesidad de industrializar los NFU. Entre tanto, se debe proceder a implementar sistemas para trabajar en las primeras etapas del reciclaje, esto es en la generación, acumulación, recolección, transporte y almacenamiento de llantas en desuso en las ciudades de La Paz y El Alto.

4.2. Propuesta: Sistema de acopio de NFU en la ciudad de La Paz

Con los datos obtenidos en la investigación, se pudo constatar la gran cantidad de neumáticos (residuos sólidos) fuera de uso que son descartados, sin realizar una acción de reciclaje o reutilización.

La siguiente propuesta, es un resumen del aporte realizado mediante la modalidad de Trabajo Dirigido por el universitario Oliver Chávez Luna⁴, como una idea alternativa para poder solucionar en parte el problema grande que atraviesa la ciudad de La Paz a causa de la generación no controlada de los desechos sólidos.

El manejo de los neumáticos fuera de uso, es posible y requerido por los mismos actores de su consumo, como son los propietarios de vehículos y negocios destinados para llenar la creciente demanda de neumáticos. Con esta propuesta se da una opción a los actores de este proceso de demanda, para poder manejar los neumáticos fuera de uso de forma responsable y adecuada en la lucha contra la contaminación ambiental.

4.2.1. Antecedentes y objetivo

Para la presente propuesta se consideraron los siguientes puntos básicos:

- Falta de normativa respecto del uso de neumáticos fuera de uso. Si bien existe la Ley N° 755 la cual habla sobre la responsabilidad extendida del productor

⁴ Trabajo Dirigido es una modalidad de titulación de la Carrera Administración de Empresas de la Universidad Mayor de San Andrés en la que el postulante desarrolla una propuesta bajo el asesoramiento de un docente, en este caso el asesoramiento lo realizó la coordinadora del proyecto “Posibilidades de industrialización de Residuos Sólidos Especiales de las ciudades de La Paz y El Alto” MSc. Eloina Callejas de Burgoa.



sobre los residuos que produce, en la ciudad de La Paz no existe una normativa específica para la regulación de importación legal y/o ilegal de neumáticos usados.

- Falta de recursos para realizar gestiones de recolección de neumáticos fuera de uso. Esta ineficiencia indica que no se destina fondos para el problema de los neumáticos fuera de uso ya que no se tiene ningún plan de cobranza destinado a ésta actividad.

El Objetivo de la propuesta es: Aportar al mejoramiento ambiental de la ciudad de La Paz con el acopio de los NFU con participación del Gobierno Autónomo Municipal de la ciudad de La Paz (GAMLP), tanto en el tema económico, como en la infraestructura y maquinaria a partir de la gestión 2023.

4.2.2. Desarrollo de la propuesta

La propuesta consta de seis etapas secuenciales como se puede apreciar en la figura 11. A continuación se presenta una descripción de cada una de las etapas mencionadas:

- A. Generación de NFU.
- B. Localización de puntos de acopio.
- C. Recolección de residuos sólidos.
- D. Transporte de residuos sólidos.
- E. Almacenaje.
- F. Disposición final de los residuos.

A. Generación de los residuos sólidos

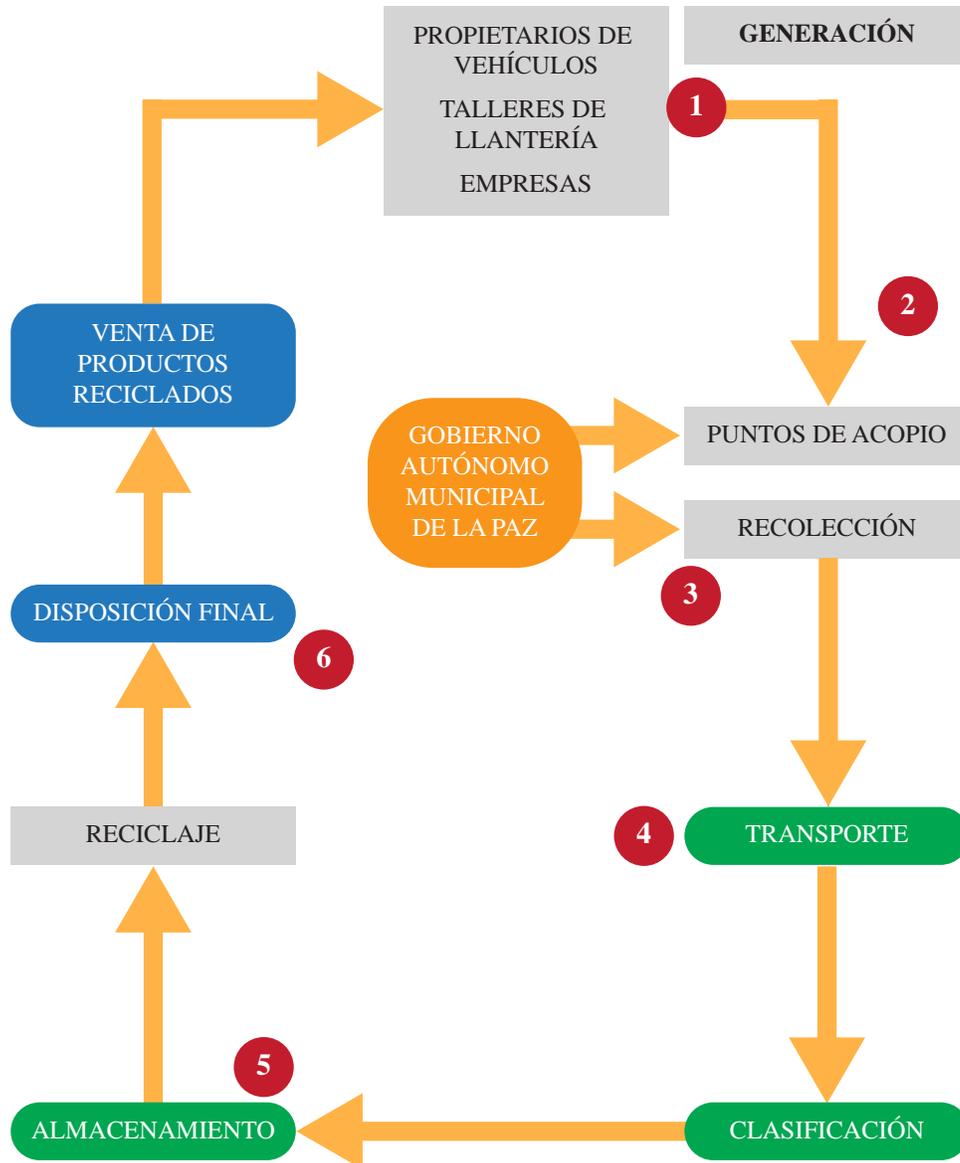
Para esta etapa del sistema de acopio, es importante realizar acuerdos con el GAMLP en el marco normativo existente, a continuación, se anotan 4 disposiciones legales que amparan los acuerdos a realizar:

- El Plan de gobierno municipal 2021-2026 denominado “Por El Bien Común”, habla en la parte 3, sección 3 denominada Ciudad verde con eficiencia energética y resiliencia cambio climático, sobre un Centro de reciclaje, tratamiento e industrialización de residuos.



- La Ley 1333 en el artículo 17 indica que: Es deber del Estado y la sociedad, garantizar el derecho que tiene toda persona y ser viviente a disfrutar de un ambiente sano y agradable en el desarrollo y ejercicio de sus actividades.

Figura 12: Sistema de acopio de NFU para la Ciudad La Paz.





- La Ley 755 en su artículo 19 indica que “El nivel central del estado y las entidades territoriales autónomas, desarrollarán e implantarán la Gestión Integral de Residuos, a través de políticas, programas o proyectos de inversión, articulados y armonizados con la planificación de mediano plazo, a fin de contribuir al logro de los resultados y metas de la planificación de largo plazo, en el marco de la normativa vigente”
- Para el financiamiento de la implementación de este sistema de acopio de NFU en la ciudad de La Paz que aportara a la Gestión Integral de Residuos, la Ley 755 en el artículo 25 indica que los gobiernos autónomos municipales pueden asignar recursos provenientes del impuesto directo a los hidrocarburos.

En el marco de estas disposiciones se presume el apoyo del Gobierno Autónomo Municipal de La Paz para realizar una estrategia integradora, con la cual se implementará el sistema de acopio de NFU.

El GAMLMP debe realizar acuerdos con las llanterías, propietarios de vehículos y empresas para que estos lleven los NFU a los puntos de acopio.

Los acuerdos deben incluir aspectos Normativos, Incentivos Económicos para alentar el reciclaje o la reutilización y Concientización Social de los consumidores.

Aspectos normativos

Se deberá normar el control de las llanterías para que todas cuenten con licencia de funcionamiento y así poder tener un registro sobre la cantidad de llanterías que existen en la ciudad de La Paz.

Se deberá emitir una norma para que las empresas y/o actividades económicas relacionadas con el manejo de neumáticos, adquieran un certificado de colaboración al medio ambiente por parte del GAMLMP una vez llevados sus NFU al centro de acopio y así poder cumplir la Ley 755, la cual habla sobre la Responsabilidad extendida del productor de residuos sólidos especiales.

Asimismo, el GAMLMP deberá emitir una norma para controlar la importación de neumáticos usados.

Incentivos económicos

Otorgar un incentivo económico al momento de otorgar la licencia de funcionamiento en la ciudad de La Paz. Este incentivo puede ser un descuento del 100% cuando se



obtiene por primera vez la licencia de funcionamiento, con esta medida se tendrá un mayor control en el registro de las llanterías.

Ofrecer descuentos especiales en servicios del GAMLP a las personas que lleven sus neumáticos fuera de uso a los puntos de acopio, el incentivo podría consistir en emitir vales de transporte para el servicio de transporte denominado “Puma Katari” u otros.

Concientización social

Realizar campañas de concientización para difundir la ubicación de puntos de acopio de los NFU, para que las personas conozcan los lugares donde pueden llevar sus NFU. A través de estas campañas y otros mensajes de concientización sobre la protección del medio ambiente, se puede lograr que las personas colaboren con nuevos emprendimientos ecológicos.

B. Localización de los puntos de acopio

Para lograr una localización adecuada, primero se debe ubicar la planta de almacenaje y disposición final de los NFU y luego fijar el lugar específico; posteriormente se debe identificar las características de los factores locales.

La **macro localización** Ayuda a determinar el número de posibles ubicaciones para encontrar el Macro distrito y distrito óptimo en el cual se ubicará la planta de acopio de NFU.

La ciudad de La Paz cuenta con 9 macro distritos, según datos del GAMLP. Se ha estudiado las posibilidades de los macro distritos para albergar una infraestructura grande e industrial y se eligió el macro distrito Periférica que cuenta con 3 sub distritos el 11, 12 y 13, con importantes zonas como: Achachicala, Vino Tinto, Limanipata, 27 de mayo, 5 Dedos, Santiago de Lacaya, Rosasani, La Merced y Chuquiaguillo, entre los más representativos.

Una característica principal del macro distrito Periférica es que alberga a las grandes industrias de la ciudad, convirtiéndose en el centro productivo, por lo que es adecuado para ubicar la planta de acopio de residuos sólidos.

La **micro localización** determina la ubicación específica del proyecto. El lugar de ubicación de la planta de almacenaje y disposición final estará en la zona



de Achachicala Distrito 11 del Macro Distrito Periférica al lado del Servicio Departamental de Caminos de La Paz.

Esta planta tendrá un terreno de 600 m² y contará con todos los servicios básicos. Este terreno actualmente es parte del interés del GAMLP para poder destinarlo a algún proyecto que la Alcaldía apruebe como parte del servicio a la ciudadanía.

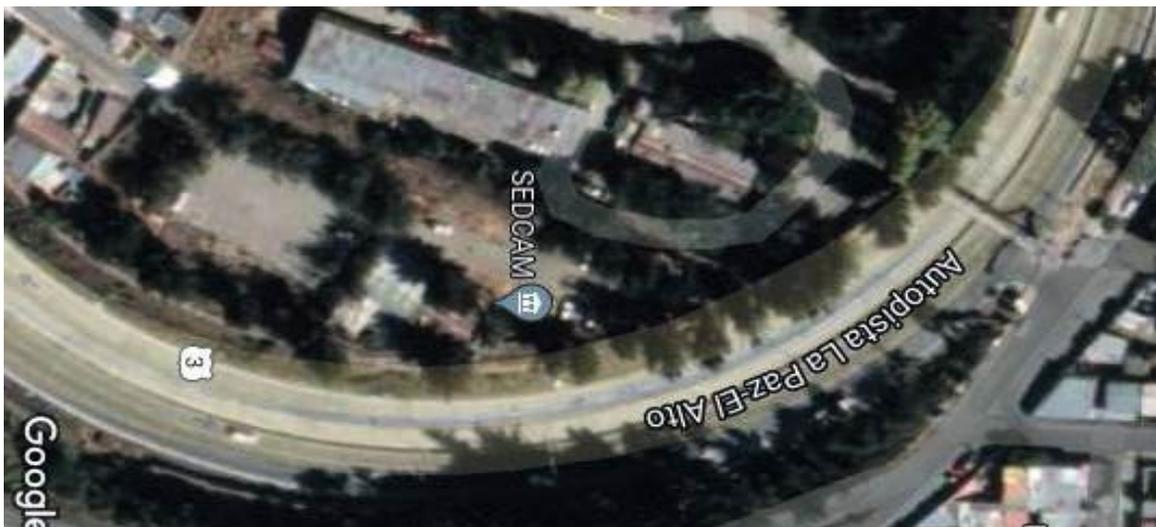
Descripción de los factores locales.

Factores ambientales: Por ser un lugar alejado del centro de la ciudad, y con poca población, es indicado para la industrialización de los neumáticos fuera de uso, toda vez que, para el proceso de estos residuos sólidos, el lugar debe ser amplio y ventilado.

Grado de accesibilidad del personal: La zona seleccionada permite tener una gran accesibilidad al personal, cuenta con transporte público y privado. La ruta de mayor acceso es la autopista La Paz – El Alto ruta que permitirá un rápido desplazamiento de los trabajadores de la planta de sus hogares a su lugar de trabajo.

Comunicación: La comunicación digital es más fluida en la zona y tiene mayor acceso a comunicaciones con fibra óptica. El lugar tiene el factor de comunicación muy desarrollado y es conveniente para la ubicación del sistema. Las ventajas de la ubicación son: Zona amplia, vías de tráfico vehicular cercanas y facilidad de espacio para el almacenamiento.

Figura 13: Micro localización de la planta de acopio de NFU.



Fuente: (G.A.M.L.P., 2021)



Puntos de acopio

Las sucursales de puntos de acopio estarán distribuidas en lugares estratégicos de la ciudad de La Paz. Se sugiere cinco puntos de acopio estos se encuentran en lugares con mayor número de llanterías y donde existe mayor facilidad de acceso para las personas que deseen dejar sus NFU.

Los puntos de acopio son:

1. Cementerio la Llamita.
2. Avenida el Poeta.
3. Chuquiago Marka en Obrajes.
4. En la intersección de las avenidas Entre Ríos y Kollasuyo.
5. La avenida Julio Téllez.

C. Recolección de residuos sólidos

La recolección de los NFU, tiene dos objetivos prácticos:

Recuperar NFU que se encuentren esparcidos por la ciudad de La Paz y asegurar que los NFU puedan llegar a los sitios de acopio y/o disposición final de un manera eficiente y sencilla con los puntos de acopio arriba anotados se propone dos rutas de recolección:

- **Ruta 1:** Partirá de la planta y se dirigirá al Cementerio La Llamita hasta la Avenida El Poeta, luego a Chuquiago Marka en Obrajes y viceversa en un tiempo estimado de 2 horas y 35 minutos. (Figura 13)
- **Ruta 2:** Partirá de la planta y luego se dirigirá hasta la intersección de las avenidas Entre Ríos y Kollasuyo, para luego dirigirse hacia la avenida Julio Téllez y volver por el centro hasta la planta en un tiempo de 2 horas. (Figura 14)

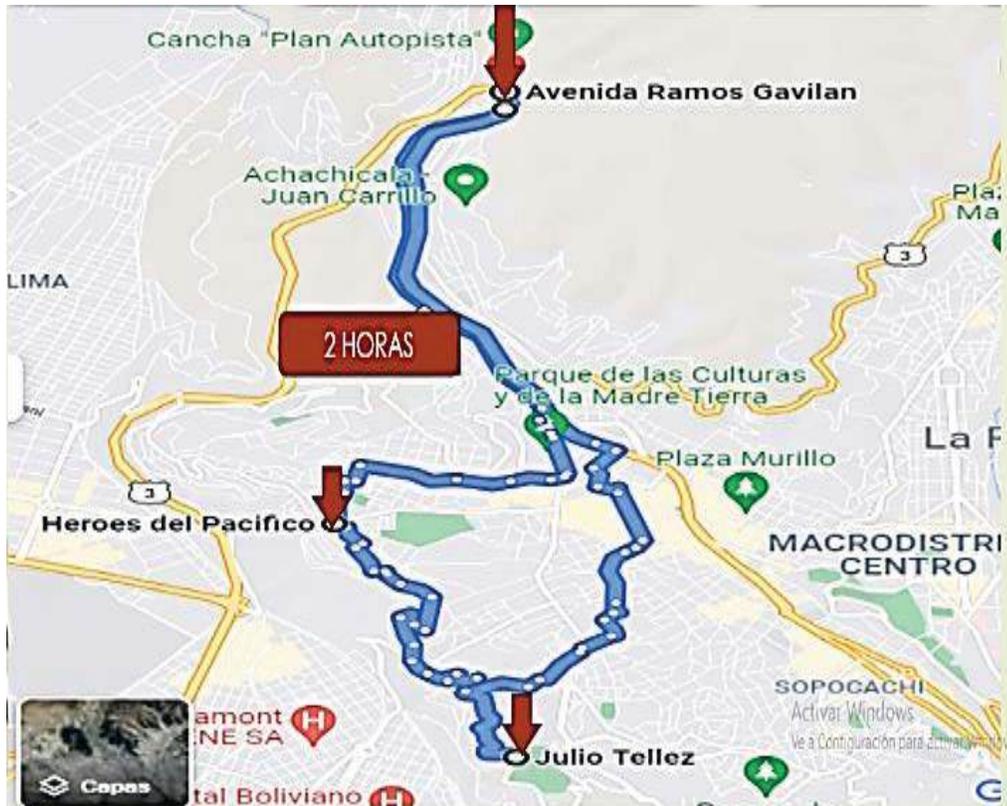
La cantidad de neumáticos fuera de uso estimado en la gestión 2020 es de 321.281 y se considera una recolección del 40%, es decir 129.712 neumáticos por año. La cantidad de neumáticos que mínimamente se debe recolectar por día para cumplir el porcentaje presentado es de 356 neumáticos fuera de uso.



Figura 14: Ruta 1, para la Recolección de NFU.



Figura 15: Ruta 2, para la Recolección.





D. Transporte

El transporte es fundamental para el funcionamiento del sistema, por ello, se sugiere la adquisición de camiones tipo tráiler; este tipo de vehiculó es adecuado para transportar hasta un peso de 3.5 toneladas y recoger 356 neumáticos por día. Serán necesarios dos camiones con estas características para cumplir la cantidad fijada por día. El costo de este tipo de vehículo es de 28.000\$.

E. Almacenamiento de los NFU

El almacenamiento cumple la función de mantener los residuos sólidos apartados del medio ambiente y dispuestos de forma práctica para su industrialización. Para este sistema de acopio, se tomará como guía el Manual de almacenamiento de residuos sólidos del Decreto Supremo N.º 2954 emitido en el año 2015.

El almacenamiento se dividirá en 3 etapas las cuales son: Recepción; Clasificación y Almacenaje.

Etapa 1 Control de recepción

Antes de ingresar los NFU a la planta de almacenaje y disposición final se realizarán los siguientes pasos:

1. Revisar en qué estado llegan los NFU. Cada neumático debe estar seco y no contener agua en su interior.
2. Registrar en el inventario cuantos neumáticos de qué tipo y en qué condiciones se reciben diariamente.
3. Acomodar los NFU o trasladarlos directamente al almacenamiento final o en caso especial al área de procesamiento.
4. Completar el registro de recepción con los siguientes datos: Cantidad de neumáticos que se reciben, fecha, referencia del nombre de quien entrega y tipo de neumáticos que se reciben.

Etapa 2 Clasificación

Durante la descarga de los NFU se va verificando sus condiciones; aquellos NFU que requieren limpieza o secado se separan y el resto se va acomodando de acuerdo al tamaño.



El acomodo de las llantas se refiere a la forma en que se sacan del vehículo recolector y se colocan en el suelo, en tanto se llevan al lugar definitivo de almacenamiento o procesamiento o al transporte hacia la disposición final.

Es importante que las llantas se acomoden con orden y por tamaño a fin de facilitar las maniobras con los equipos montacargas o manualmente.

Etapas 3: Almacenamiento

El almacenamiento de los NFU estará en función al número de neumáticos que se reciben mensualmente.

Existen tres formas de almacenar los neumáticos: Almacenamiento cerrado en contenedores, almacenamiento cerrado en bodegas y almacenamiento abierto. La administración del centro de acopio decidirá el tipo de almacenamiento a utilizar.

Se recomienda seguir las buenas prácticas del manejo de llantas de desecho y la Guía para centros de acopio de llantas de desecho de la SEMARNAT y EPA de la Secretaría de medio ambiente y recursos naturales del gobierno de México (2022), adoptando el término de Estación de Transferencia y Acopio (ETA) así como las recomendaciones para la construcción, equipo, herramientas y todo lo relacionado al buen funcionamiento de un centro de acopio.

F. Disposición Final

Este sistema tiene como finalidad la recuperación de gránulo de caucho proveniente de los NFU para su reciclaje y conversión en materia prima.

La disposición final será dividida en dos partes una para reciclaje y obtener materia prima como el granulado de caucho, fibra, acero y la disposición destinada a la reutilización para parques por parte de la alcaldía (Vignard Juan Martín, 2010).

Reciclaje

Según Vignard Juan Martín (2010), primero se debe elegir la maquinaria para la trituración. La maquinaria que se seleccionará debe tener una capacidad de producción de 1 ton / hora, para un diámetro máximo de neumático de 1,2 metros, en otras palabras, los neumáticos R22.5 que se utilizan para el transporte público interurbano, pasajeros y mercancías.



De esta forma y en función del equipo, se pueden determinar las necesidades de mano de obra y distribución en la planta.

La materia prima obtenida tiene el siguiente detalle:

CAUCHO: Es el material que se obtendrá 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.

Reutilización

La reutilización de los NFU es otra forma de darle un nuevo uso, por parte de la alcaldía podría servir para la construcción de parques, macetas, etc.

Según el GAML (2020), se utilizan NFU para jardineras, preparación de tierra para macetas, construcción de juegos infantiles para parques y juegos de ejercicios para mascotas.

Además de lo citado por el GAML existen muchas ideas creativas para reutilizar **llantas recicladas**, las siguientes son propuestas de la empresa mexicana Eco Reproducts, alguna de estas pueden servir de inspiración para darle un nuevo uso a las llantas recicladas.

Columpio

Esta es quizás una de las formas más clásicas y conocidas de reciclar llantas, una idea genial que nunca pasa de moda y hará que tanto grandes como chicos puedan disfrutar de mucha diversión en el columpio.





Contenedores de reciclaje

¿Sabías que puedes usar llantas viejas y convertirlas en contenedores de reciclaje? En la foto se puede ver como en Brasil elaboraron unos originales contenedores para basura, de esta forma pueden separar los materiales distinguidos por los contenedores y sus diferentes colores de reciclaje.

Cama para mascotas

La comodidad no sólo está disponible para los seres humanos. Nuestras mascotas también merecen descansar bien, de forma cómoda y confortable. Por eso puedes tomar tus neumáticos viejos y convertirlos en una original cama de mascotas.



Estacionamiento para bicicletas

Si la dejas contra una pared o con su propia pata, muchas veces puede terminar tirada en el suelo.

Eso ya no ocurrirá más si decides reutilizar las llantas viejas y colocarlas en el piso, en forma de estacionamiento para que puedas aparcar la rueda de tu bicicleta y que ésta quede estática.

Porta paraguas

El paraguas es uno de esos objetos al que nunca encontramos un buen lugar para asignarle, puede pasar tirado en un rincón o bien colgado de algún lado pero es como que nunca está bien ubicado.

Si se utilizan ruedas viejas de coches se podrá realizarle perforaciones para luego comenzar a usarlo como un porta paraguas.



Mesas y Sillones

Utilizando los neumáticos gastados se podrá crear un propio juego de comedor, donde pasar el rato en esa área de una casa destinada al descanso.

Sólo se tiene que rellenar los neumáticos y pintarlos bien para que brillen tanto como los de la foto. Una sensacional y creativa idea sin duda alguna.

Sillas

También se hace uso del material de las viejas ruedas para crear una sensacional silla donde descansar. Seguramente se tendrá que utilizar hierro para solidificar la estructura base, pero por fuera se puede cubrirla de trozos de neumáticos.

Este tipo de sillas son ideales para colocar en el jardín, lo mejor es que no se oxidarán ya que el caucho protegerá de cualquier tipo de óxido.



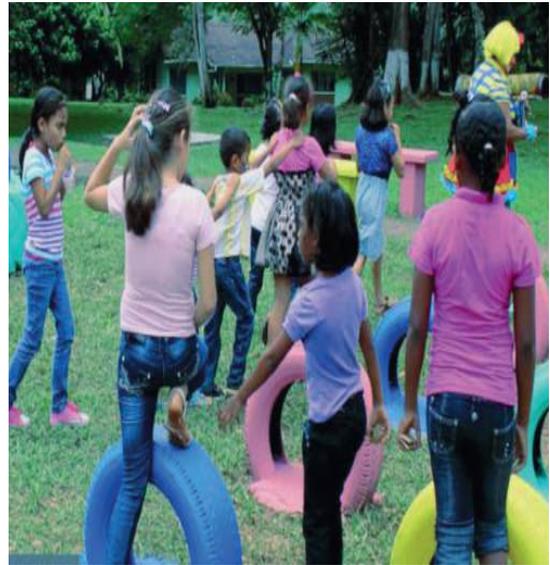


Jardineras

Otra original idea para reutilizar neumáticos es usarlos como maceta o jardinera. Al crear una jardinera se obtiene más espacio para colgar hermosas plantas y flores. Resulta mejor si se pinta la rueda como la que se ve en la foto.

Parques para niños

Los parques para niños son siempre áreas donde los más pequeños pueden divertirse a lo grande. Lo mejor de todo es que para construir un parque infantil no se necesita mucho dinero, basta un poco de imaginación para darle una buena reutilización a los NFU. Como se ve en la foto, se pueden crear obstáculos, columpios, trepadores y muchos otros más para que los pequeños puedan divertirse.



Arte

Y el tipo de personas que ven en todo el arte, sin duda alguna pueden decorar el jardín o la entrada de una casa con una fabulosa escultura hecha con llantas.



4.3. Sistema de acopio de NFU en la ciudad de El alto

Con base en los resultados obtenidos en el trabajo de campo se pudo determinar la frecuencia de cambio y la disposición final por parte de los propietarios de vehículos, además se pudo establecer la cantidad y tipo de neumáticos cambiados por día en los talleres de llanterías, datos que permiten diseñar el Sistema Recolección de los Neumáticos Fuera de Uso para contribuir a dar una solución ambiental al Municipio de El Alto.

La siguiente propuesta, es un resumen del aporte realizado mediante la modalidad de Trabajo Dirigido por los universitarios: Juan Javier Ríos Padilla y Blanca Apaza Apaza⁵, como una idea alternativa para poder solucionar en parte el problema grande que atraviesa la ciudad de El Alto a causa de la generación no controlada de los desechos sólidos.

4.3.1. Objetivo

El objetivo del sistema es el de acopiar a través de métodos de recolección los Neumáticos Fuera de Uso generados por los Propietarios de Vehículos y las Llanterías de la ciudad de El Alto.

4.3.2. Desarrollo de la propuesta

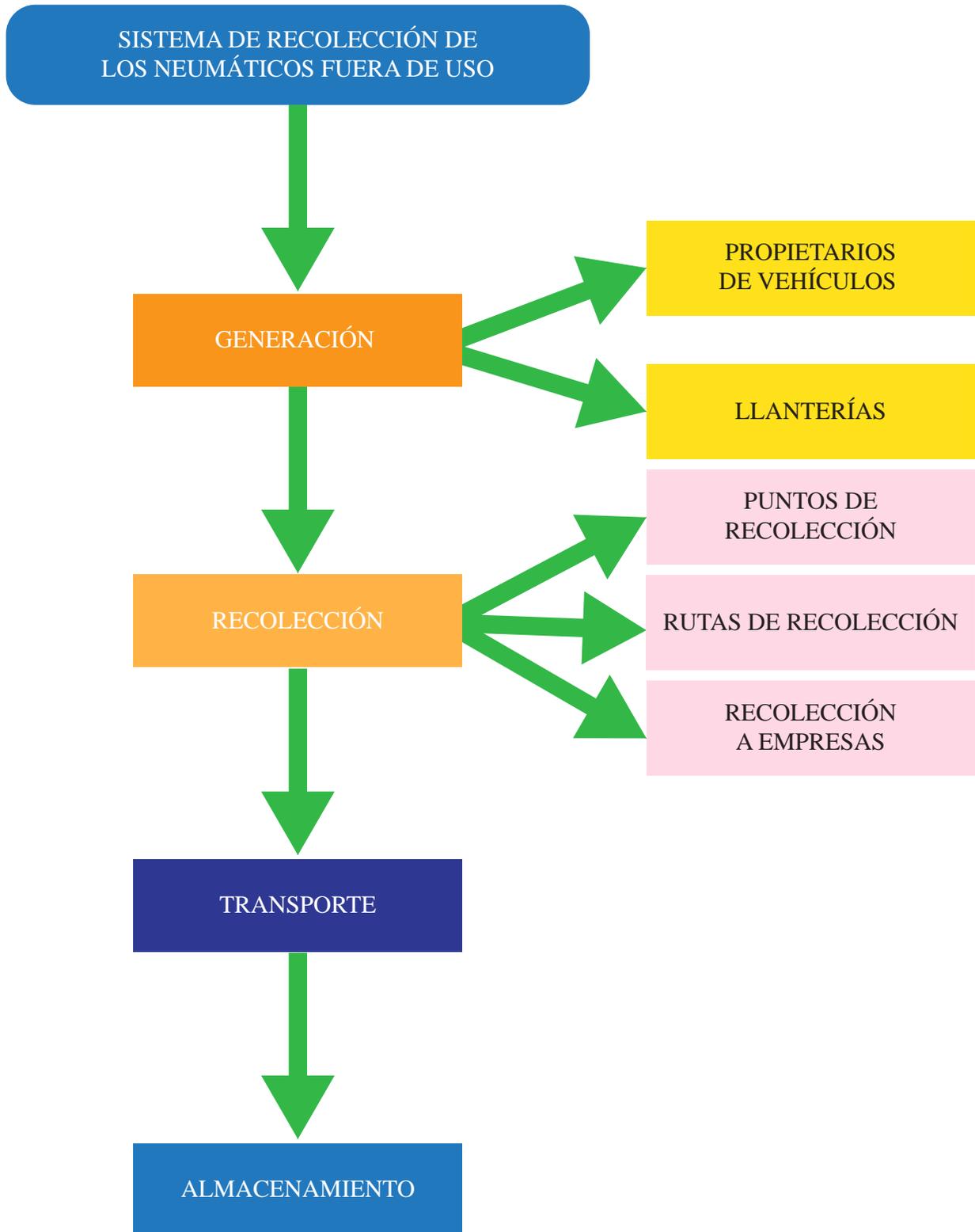
Para la propuesta se plantea un sistema de recolección de NFU con la finalidad de reducir los Residuos Sólidos Especiales NFU conformado por cuatro etapas como se observa en la figura 15:



⁵ Trabajo Dirigido es una modalidad de titulación de la Carrera Administración de Empresas de la Universidad Mayor de San Andrés en la que el (los) postulante(s) desarrolla(n) una propuesta bajo el asesoramiento de un docente, en este caso el asesoramiento lo realizó la coordinadora del proyecto “Posibilidades de industrialización de Residuos Sólidos Especiales de las ciudades de La Paz y El Alto” MSc. Eloina Callejas de Burgoa.



Figura 16: Propuesta del Sistema de Recolección de NFU.





1. Generación

Los generadores de los NFU son los propietarios de vehículos e Instituciones estatales y privadas que cuentan con uno o varios vehículos, asimismo las llanterías también se consideran como fuentes de generación.

El parque automotor del Municipio de El Alto de la gestión 2020 estuvo compuesto por vehículos de servicio particular en el 92,3%, el servicio público corresponde a 6,7% y el servicio oficial al 1%. Este parque automotor se incrementa año tras año la proyección del mismo entre las gestiones 2021 a la gestión 2025 muestra que en el año 2025 existirán 152.885 vehículos

2. Recolección

La recolección tiene como propósito recoger los NFU que resulten de la etapa de generación. Para la recolección de los neumáticos se asignará rutas, puntos de recolección específicos y un centro de acopio.

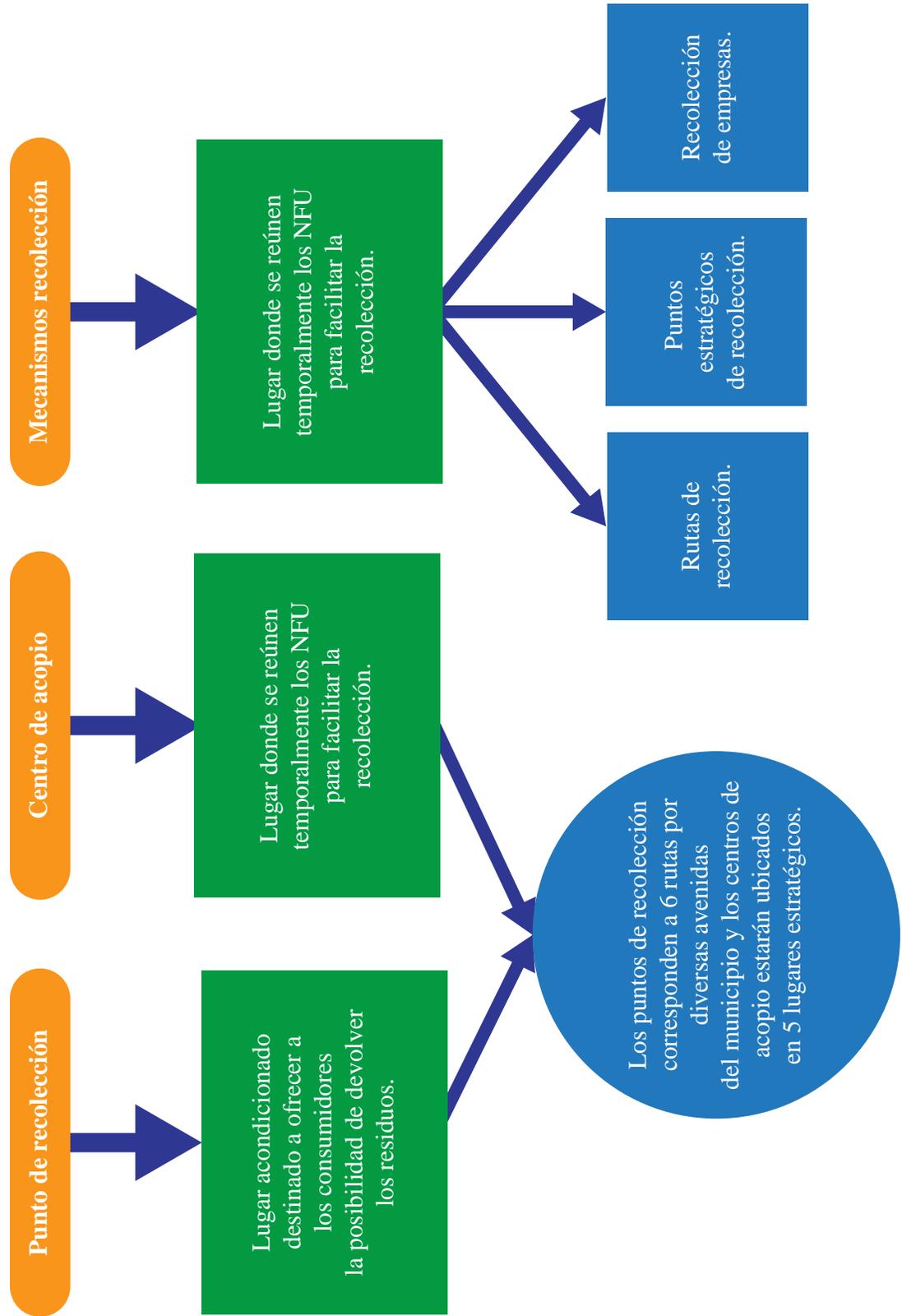
El sistema que permita generar una óptima recolección de NFU se basa en el funcionamiento de los métodos y puntos de recolección graficados en la figura 16.

Se plantea desarrollar tres alternativas de recolección: Puntos de recolección, Centro de acopio y Mecanismos de recolección, mismas que coadyuvarán a conseguir la cantidad establecida de NFU por año; a continuación de describe cada una de ellas:

A. Puntos de Recolección

Los puntos de recolección son fundamentales porque no solo serán un espacio físico de recolección, sino que al ser visibles llevarán a una concientización de la población para que vean la importancia de recolectar los residuos sólidos especiales en sus diferentes presentaciones y usos para tener un municipio más limpio y con menos contaminación.

Figura 17: Métodos de recolección de NFU.





Son cinco los puntos estratégicos de recolección de NFU que forman parte del sistema, los mismos estarán ubicados en:

1. Ciudad Satélite: Este punto de recolección estará ubicado en los galpones pertenecientes a la Dirección de Medio Ambiente del Gobierno Autónomo Municipal de El Alto ubicado en la zona Ciudad Satélite, funcionará de lunes a viernes en horario de 8:00 am a 14:00 pm y de 15:00 a 19:00 pm.



2. Teleférico Rojo 16 de Julio: El punto de recolección estará ubicado al costado derecho del Teleférico Rojo de la Estación 16 de Julio, es muy conocido y de alta concurrencia funcionará de lunes a sábado en horario de 8:00 am a 14:00 pm y de 15:00 a 19:00 pm.



3. Teleférico Azul Ex-tranca Río Seco: Como se ve en la siguiente fotografía, este punto de recolección estará ubicado al costado derecho del Teleférico Azul de la Estación Ex tranca Río Seco, en la zona Río Seco funcionará al igual que los puntos anteriores de lunes a sábado.



4. Teleférico Morado Regimiento Ingavi: Este punto de recolección de NFU estará ubicado al costado derecho del Teleférico Morado de la Estación Regimiento Ingavi, funcionará los días y en el horario establecido para los anteriores puntos de recolección.



5. Campo Ferial – Ceja El Alto: Este punto de recolección estará ubicado en la Ceja de El Alto donde se encuentra la Unidad de Distribución Departamental Tributaria perteneciente al Municipio, funcionará de Lunes a Viernes en horario de 8:00 am a 14:00 pm y de 15:00 pm a 19:00 pm.





La frecuencia de recojo de los NFU acumulados en los cinco puntos de recolección se realizará dos veces por mes.

En la primera semana, los días lunes, miércoles y viernes se recogerá los neumáticos de los siguientes puntos de recolección: Ciudad Satélite, Campo Ferial Ceja El Alto y Teleférico Morado Regimiento Ingavi; la segunda semana del mes se recogerá los neumáticos de los dos puntos de recolección: Teleférico Rojo 16 de Julio y Teleférico Azul Ex tranca los días martes y jueves. El horario de recolección será nocturno de 20:00 pm a 23:00 pm. debido al tráfico vehicular y peatonal que es intenso durante el día.

La información obtenida en las campañas de Kiosco Verde respecto de la cantidad de NFU que se recolectaban en el punto de recolección de Ciudad Satélite muestra que en promedio al día se recolectaban cinco NFU por lo que al mes en promedio se lograban 100 NFU.

En el siguiente cuadro se detalla la cantidad estimada de NFU a ser recogidos por cada punto de recolección en el Municipio de El Alto.

Tabla 29: El Alto, recolección por punto de recolección.

PUNTO ESTRATÉGICO	Ciudad Satélite	Zona 16 de Julio	Ex tranca Rio Seco	Regimiento Ingavi	Ceja	TOTAL
% Recolección Anual	21%	20%	18%	23%	18%	100%
Recolección Anual	2.626	2.501	2.251	2.876	2.250	12.503,74
Recolección Mensual	219	208	188	240	187	1.042

Almacenaje en los Puntos de Recolección

Debido a la falta de puntos de recolección fijos por parte del Municipio de El Alto, dentro de la propuesta se contempla la implementación de puntos de almacenamiento en diferentes lugares del Municipio de El Alto, mismos que se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 30: El Alto, puntos de almacenamiento estratégico.

DISTRITO	ZONA	UBICACIÓN
1	Ciudad Satélite	Dirección de medio Ambiente
6	Zona 16 de Julio	Estación Teleférico Rojo
	Ex Tranca Rio Seco	Estación Teleférico Azul
2	Regimiento Ingavi	Estación Teleférico Morado
1	Ceja	Campo Ferial

Estos puntos estarán ubicados en los distritos que se consideran estratégicos debido al alto grado de concentración vehicular, que permitirá generar conocimiento en la población sobre la existencia de los mismos. Brindaran atención de recolección de lunes a sábado de 9:00 am a 14:00 pm y 15:00 pm a 19:00 pm.

En el caso de los puntos ubicados en Ciudad Satélite y Campo Ferial no se necesita ningún tipo de infraestructura adicional para resguardar los NFU, ya que al ser ambientes cerrados no habría ninguna dificultad con los mismos.

En los puntos ubicados a un costado de las estaciones de Mi Teleférico, si será necesario la implementación de una malla perimetral de seguridad para tener resguardados los neumáticos y una caseta donde se encontrará el responsable del punto en los horarios establecidos.

Figura 18: Malla perimetral.





Costo de Implementación de los puntos de Recolección

El costo por la implementación de los cinco puntos de recolección propuestos se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 31: El Alto, costo implementación por punto estratégico.

	Costo de la malla perimetral y caseta / Bs.	Encargado por punto	Sueldo Mes Encargado	Sueldo Anual Encargado	Costo año 1 Proyecto
Dirección de Medio Ambiente	0	1	2.250	27.000	27.000
Estación Teleférico Rojo	8.000	1	2.250	27.000	37.000
Estación Teleférico Azul	8.000	1	2.250	27.000	37.000
Estación Teleférico Morado	8.000	1	2.250	27.000	37.000
Campo Ferial	0	1	2.250	27.000	27.000
TOTAL	24.000	5	11.250	135.000	165.000

Rutas de recolección

La recolección por rutas se realizará a través de las llanterías que se encuentran en las vías de primer orden y vías adyacentes de la ciudad de El Alto. Se contempla en el sistema 6 rutas

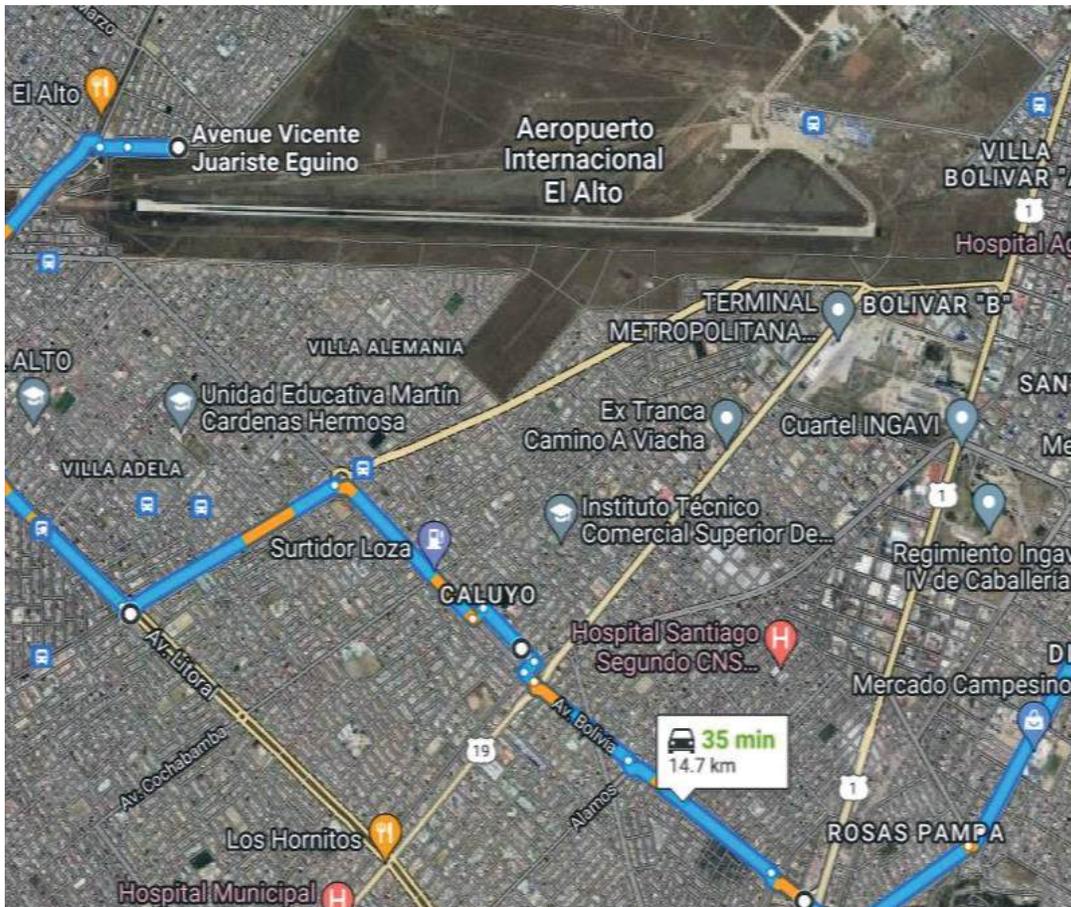
RUTA A

En esta Ruta A se puede encontrar aproximadamente 23 talleres de llanterías, la frecuencia de recolección será dos veces al mes, la primera y la tercera semana los días lunes, el horario de recolección nocturno será a partir de 20:00 a 23:00 pm.; se espera recolectar 222 NFU por mes aproximadamente.



La ruta A tendrá el siguiente recorrido: empezará desde la Av. Panorámica, Av. Cívica, Av. Rosas Pampa, Av. Julio Cesar Valdez, Av. Litoral, Av. Costanera y la Av. Vicente Juariste Eguino, que pertenecen a los Distritos (1,2,3 y 4), con un tiempo de recorrido de 35 minutos y haciendo un total de 14,7 Km de distancia.

Figura 19: El Alto, Ruta A.



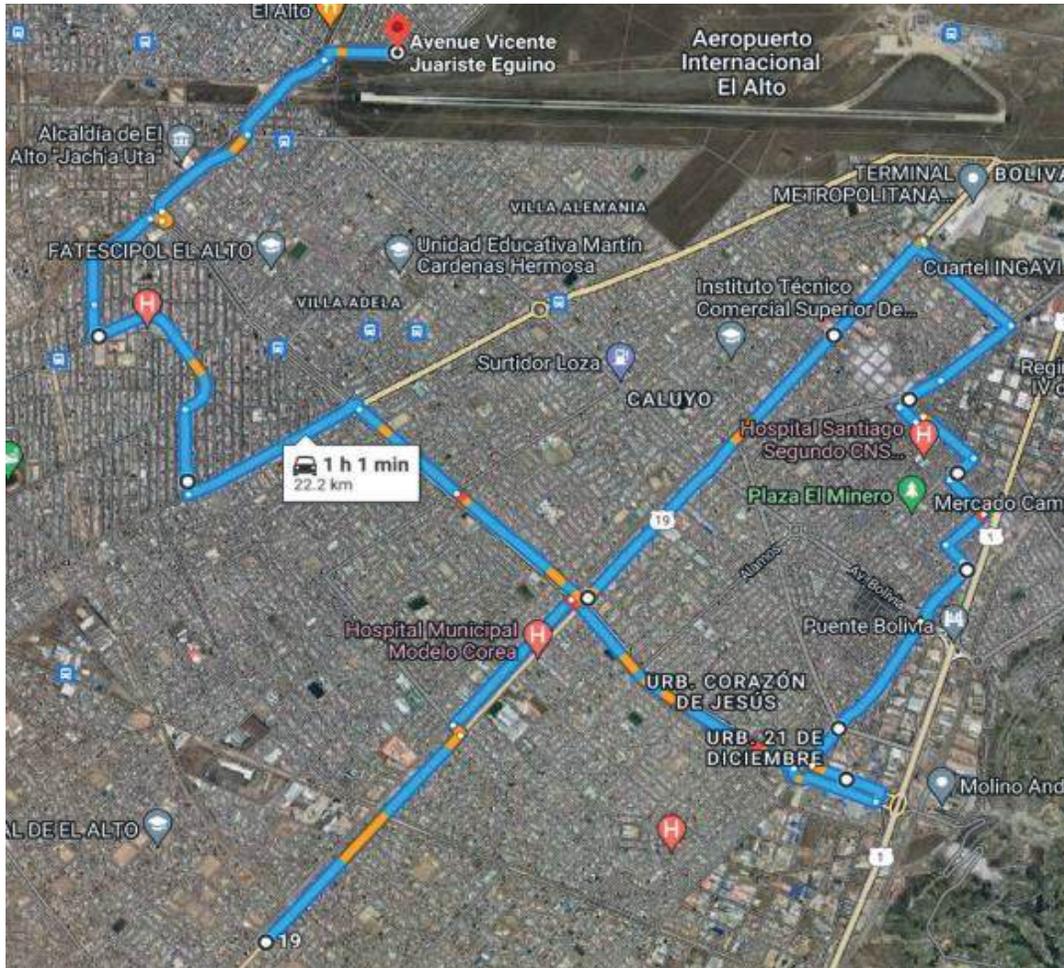
ruta B

En esta Ruta se encuentran alrededor de 49 talleres de llanterías, la frecuencia de recolección es dos veces al mes, los días miércoles de la primera y tercera semana, el horario de recolección nocturno es de 20:00 a 23:00 pm. Se espera recolectar 427 NFU por mes aproximadamente, debido a que la mayoría de las llanterías realizan el cambio a tracto camión y camión.

La Ruta B tendrá el siguiente recorrido: empezará en la Carretera Viacha, Av. Litoral, Av. Nestor Galindo, Av. Circunvalación, Av. 2 - Av. Tiahuanacu, Av. 132, Av. Ladislo Cabrera, Av. Kallicanti, Av. Costanera, hasta la planta que se encuentra

ubicada en la Av. Vicente Juariste Eguino, teniendo un tiempo de recorrido de una hora y un minuto aproximadamente y haciendo un total de 22,2 km. de distancia.

Figura 20: El Alto, Ruta B.



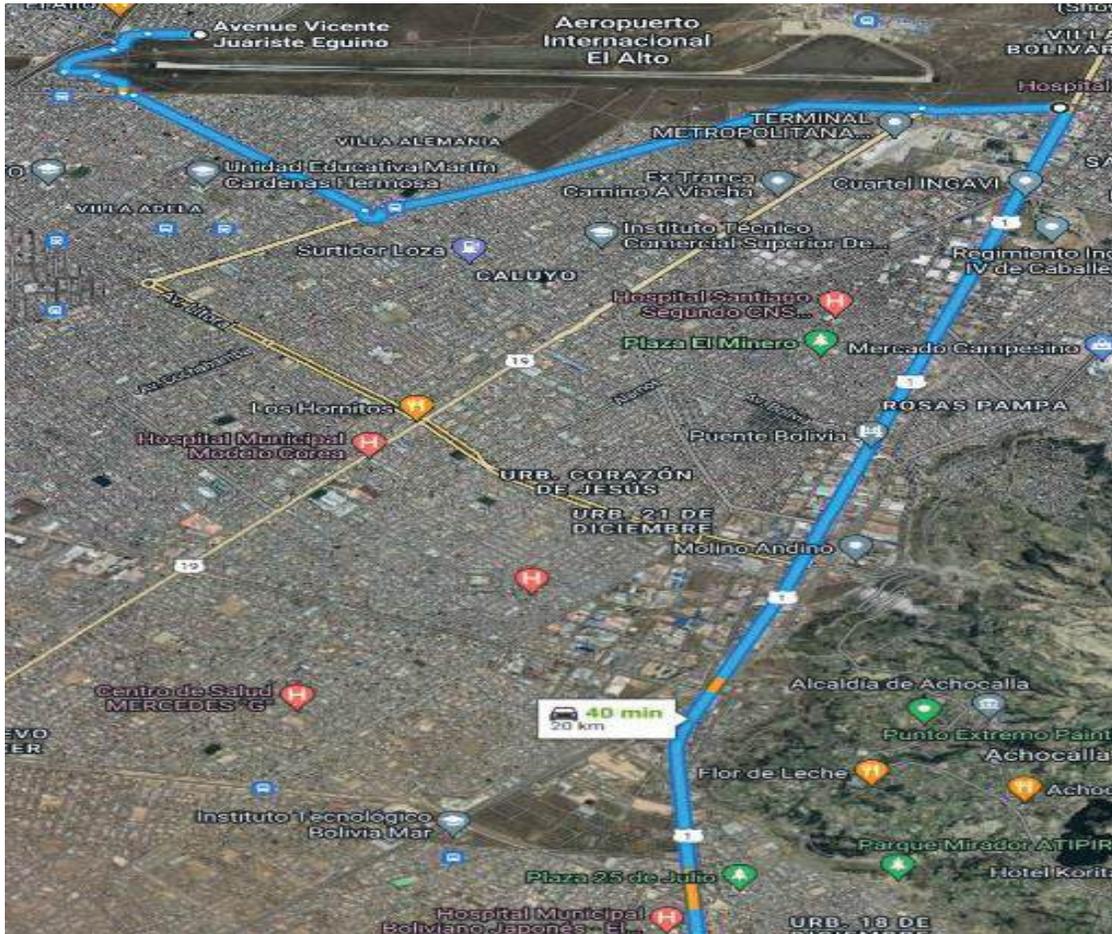
RUTA C

La recolección será realizada en los Distritos 2, 3, 4 y 8, en esta ruta se encuentran alrededor de 24 llanternías, la frecuencia de recolección es dos veces al mes, los días viernes de la primera y tercera semana, el horario de recolección nocturno es de 20:00 a 23:00 pm. Se espera recolectar 239 NFU por mes aproximadamente.

La Ruta C tendrá el siguiente recorrido: empezará en la Carretera Oruro (Cruce Ventilla), Av. 6 de marzo, Av. Julio Cesar Valdez, Av. Bolivia, Av. Costanera y la Av. Vicente Juariste Eguino, teniendo un tiempo de recorrido de 40 minutos aproximadamente y haciendo un total de 20 km. de distancia.



Figura 21: El Alto: Ruta C.

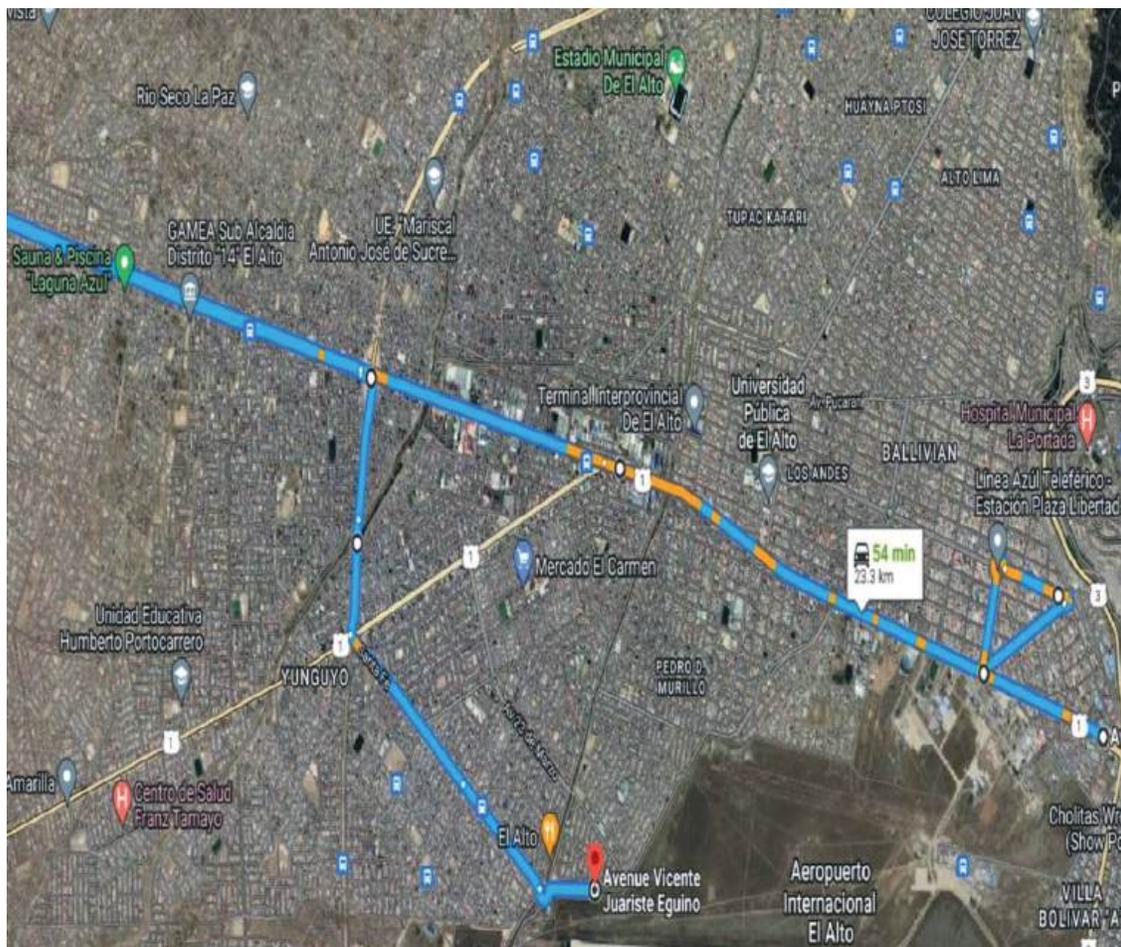


RUTA D

En la Ruta D se encuentran 43 talleres de llanterías, la frecuencia de recolección será dos veces al mes, la segunda y la cuarta semana los días lunes, el horario de recolección nocturno será a partir de 20:00 a 23:00 pm. Se espera recolectar en esta Ruta D 256 NFU por mes aproximadamente.

La ruta D tendrá el siguiente recorrido: se empezará desde la Carretera La Paz – Copacabana, Av. Juan Pablo II, Av. 16 de Julio, Av. Luis Torres, y la Av. Vicente Juariste Eguino, que pertenecen a los Distritos (3,6,14 y 7), teniendo un tiempo de recorrido de 54 minutos aproximadamente y haciendo un total de 23,3 Km de distancia.

Figura 22: El Alto, Ruta D.

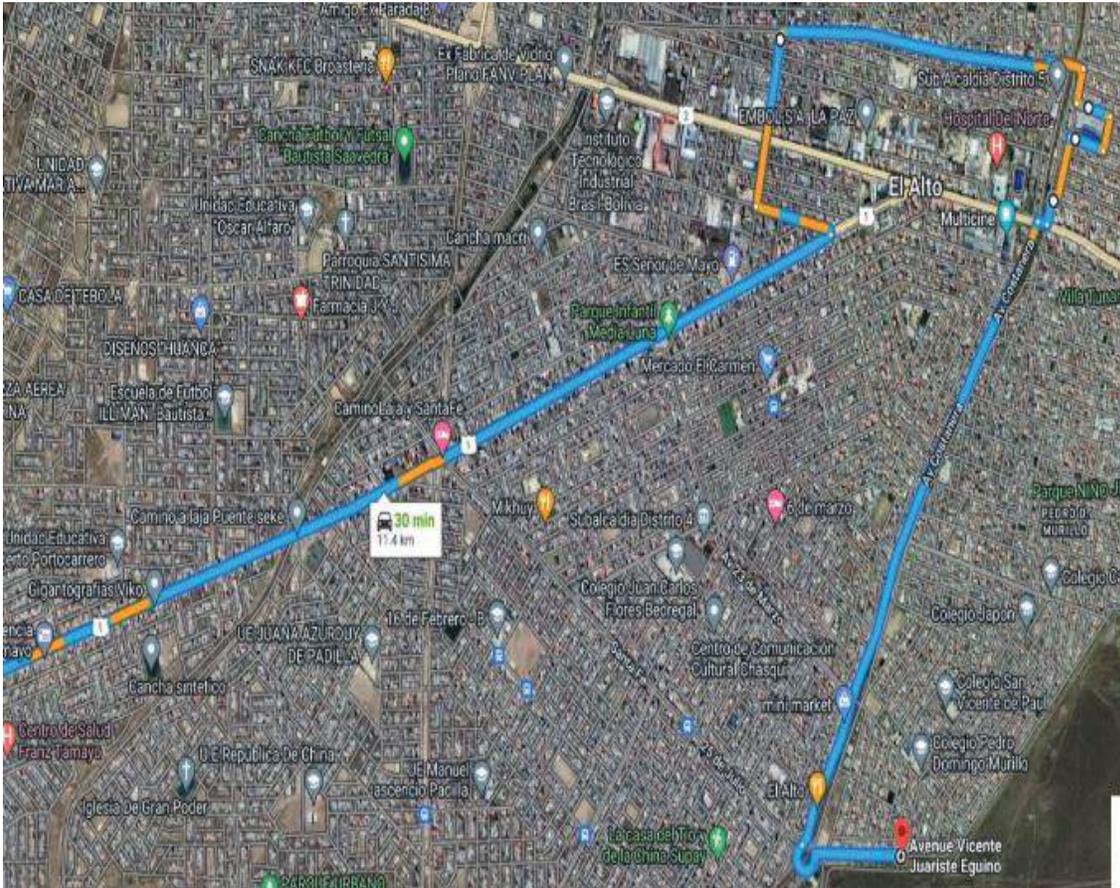


RUTA E

En la Ruta E se encuentran alrededor de 41 talleres de llanterías, la frecuencia de recolección es dos veces al mes, los días miércoles de la segunda y cuarta semana, el horario de recolección nocturno es de 20:00 a 23:00 pm. Se espera recolectar 273 NFU por mes aproximadamente.

La Ruta E tendrá el siguiente recorrido: empezará en la Carretera Laja, Av. Trinidad y Tobago, Av. Franz Tamayo, Av. Villa Esperanza, Av. Belgrano - Av. Calacoto, Calle 6 Villa Esperanza, Calle 7 Villa Esperanza, Av. Costanera, hasta la planta que se encuentra ubicada en la Av. Vicente Juariste Eguino, teniendo un tiempo de recorrido de 30 minutos aproximadamente y haciendo un total de 11,4 km. de distancia.

Figura 23: El Alto, Ruta E.



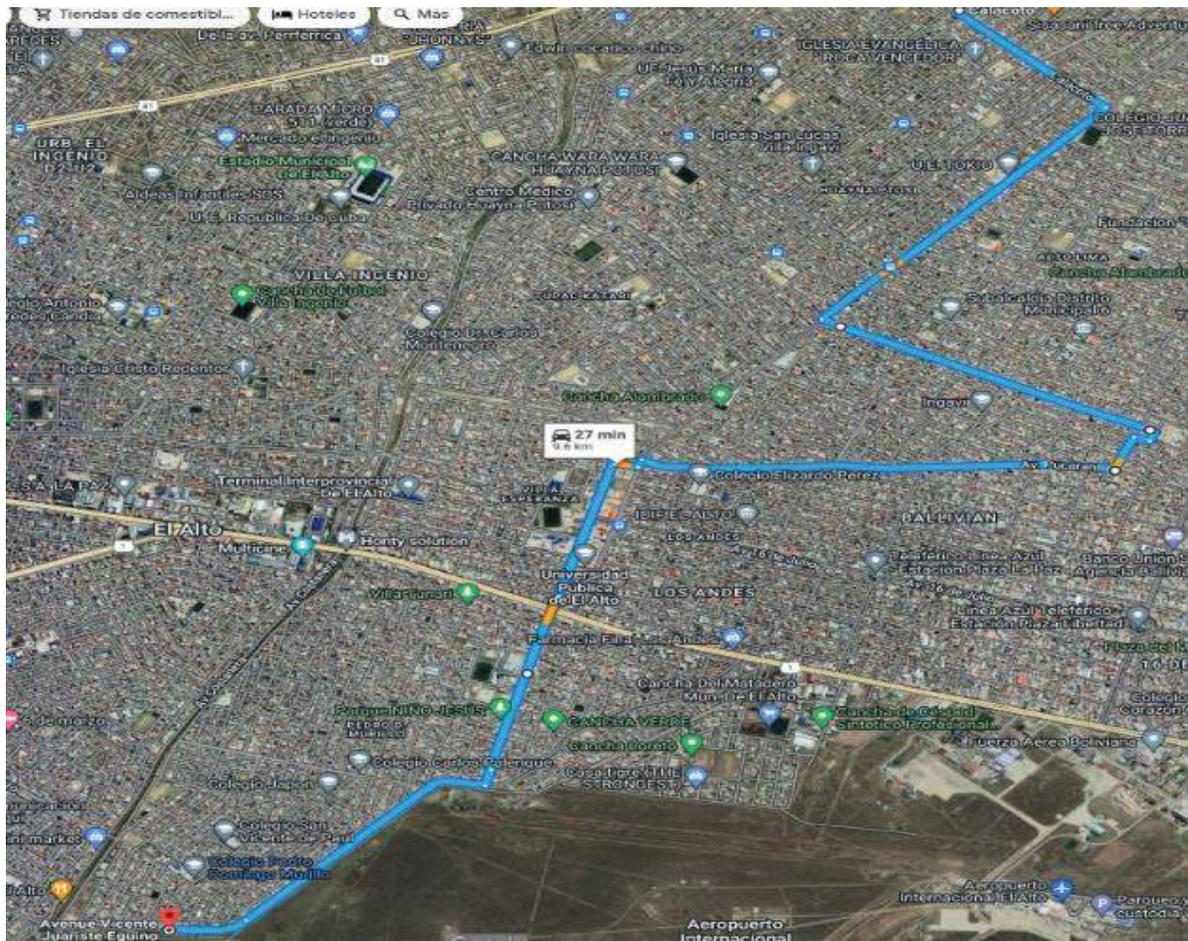
RUTA F

En la Ruta F se puede encontrar aproximadamente 32 talleres de llanterías, la frecuencia de recolección será dos veces al mes, la segunda y la cuarta semana los días viernes, el horario de recolección nocturno será a partir de 20:00 a 23:00 pm. Se espera recolectar en esta ruta 256 NFU por mes aproximadamente.

La Ruta F tendrá el siguiente recorrido: se empezará desde la Av. Calacoto, Av. Tupac Katari, Av. Adrian Castillo, Av. Pucarani, Av. Copacabana, Av. Juan Pablo II, Av. Jose de Sucre, y la Av. Vicente Juariste Eguino, que pertenecen a los Distritos (3,4 y 6), teniendo un tiempo de recorrido de 27 minutos aproximadamente y haciendo un total de 9,6 Km de distancia.



Figura 24: El Alto, Ruta F.



En la siguiente tabla se establece la cantidad estimada de neumáticos a ser recolectados por cada ruta en base al porcentaje obtenido del total de NFU a ser recolectados de manera anual.



Tabla 32: El Alto, recolección de NFU por ruta.

Rutas	Cantidad de Llanterías	Recolección Mensual Neumáticos	Recolección Anual Neumáticos	% Recolección Anual
Ruta A	23	222	2.664	13%
Ruta B	49	427	5.124	25%
Ruta C	24	239	2.869	14%
Ruta D	43	256	3.074	15%
Ruta E	41	273	3.279	16%
Ruta F	32	256	3.074	15%
Botados los NFU		35	410	2%
Total	212	1.708	20.494	100%

Recolección en empresas

La recolección de los NFU en las empresas será programada con anticipación y la coordinación será realizada vía telefónica para luego proceder con el recojo en el domicilio legal de la misma.

Para este medio de recolección de NFU se recomienda tomar en cuenta a las empresas con mayor actividad a nivel local y nacional, que tengan plantas de fabricación y distribución de productos establecidas en el Municipio de El Alto y que cuenten con un parque automotor compuesto por más de 10 vehículos.



Se puede mencionar a: Embol S.A., Pepsi, CBN, YPFB, La Francesa, Delizia, Molino Andino, PIL Andina, Laboratorios INTI, Laboratorios Crespal, La Cascada, Laboratorios Vita, entre muchas otras empresas.

El papel que desarrollaran las empresas en la recolección de los NFU es fundamental para el desarrollo de la propuesta ya que estas empresas tienen una constante rotación de NFU, es por ello que se necesita de manera urgente el desarrollo e implementación de nuevas disposiciones, ordenanzas municipales en base a las cuales se exija la participación de las empresas en el sistema de acopio.

Recolección Final estimada del Municipio de El Alto

Para la recolección de los NFU se describieron tres métodos orientados al aprovechamiento y/o tratamiento de estos residuos. En la siguiente tabla se observa el resumen de los métodos de recolección propuestos para el Municipio de El Alto.

Tabla 33: El Alto, resumen de los métodos de recolección de NFU al 2023.

Recolección Método	Mensual	Anual	Porcentaje de Recolección
Puntos de Recolección	1.042	12.504	36,82%
Rutas de Recolección	1.708	20.494	60,35%
De Empresas	80	961	2,83%
Total	2.830	33.959	100%

Se pretende recolectar el 20% aproximadamente del total de NFU para la gestión 2023 y se estima recoger una cantidad anual de 33.959 NFU. Con la recolección de los NFU mediante los tres medios se minimizará el volumen de neumáticos desechados en basurales o lugares incorrectos que afectan al medio ambiente y a la salud de las personas.

De implementarse este sistema en los próximos años se incrementaría el porcentaje de recolección de manera que la proyección de recolección de NFU hasta el año 2025 sería la siguiente:

Tabla 34: El Alto, proyección de recolección de NFU 2023 – 2025.

RECOLECCIÓN NEUMÁTICOS FUERA DE USO 2022 – 2025				
AÑOS	2022	2023	2024	2025
Total	163.359,17	169.795,53	176.230,78	182.663,20
% Inicial de recolección		20%	23%	26%
Recolección a 4 años NFU		33.959,11	40.533,08	48.314,42

Costo de recolección de los neumáticos fuera de uso

Los costos de recolección de los neumáticos fuera de uso considera el gasto de combustible, debido a que cada Subalcaldía de los Distritos del Municipio de El Alto facilitará su vehículo automotor y contratará su propio personal para realizar la recolección, esto va en función a los distritos que forman parte de las rutas de recolección. A continuación la Tabla 33 muestra el costo por ruta.





Tabla 35: Combustible por ruta de recolección.

	Recorrido Total Km.	Consumo Camión Km./Ltr.	Consumo Ltr. por Ruta	Costo Diesel Ltr.	Costo Diesel por Ruta	Frecuencia	Costo Diesel Mensual
Ruta A	14,7		36,75		136,71	2	273,42
Ruta B	22,2		55,5		206,46	2	412,92
Ruta C	20		50		186	2	372
Ruta D	23,3	2,5	58,25	3,72	216,69	2	433,38
Ruta E	11,4		28,5		106,02	2	212,04
Ruta F	9,6		24		89,28	2	178,56
Puntos de recolección	24,3		60,75		225,99	2	451,98
Total	125,5	2,5	313,75	3,72	1167,15	14	2334,3

Transporte

Se contempla el uso de una volqueta de alto tonelaje que será facilitada por cada uno de los Distritos del Municipio de El Alto.

Se tomó como referencia una volqueta de la empresa de aseo Trébol que tiene un volumen a 8m³; para la capacidad de carga se tomó en cuenta el volumen aproximado de un neumático es 0,14 m³ y el peso promedio de los neumáticos es de 19,35 Kg, en el siguiente cuadro se muestra la cantidad de neumáticos que podría transportar por Punto estratégico y Ruta de Recolección.



Para determinar la capacidad de carga se toma en cuenta la cantidad a ser recolectada ser recolectada por ruta y por puntos de recolección, se estima que la volqueta como referencia tiene una capacidad de carga de 1.106 Kg, en toneladas equivale a 1,11, se podría decir que una tonelada equivale a 50 neumáticos fuera de uso, por lo tanto, en una volqueta entrarán aproximadamente 56 neumáticos.



Tabla 36: Capacidad de Carga por Punto de Recolección.

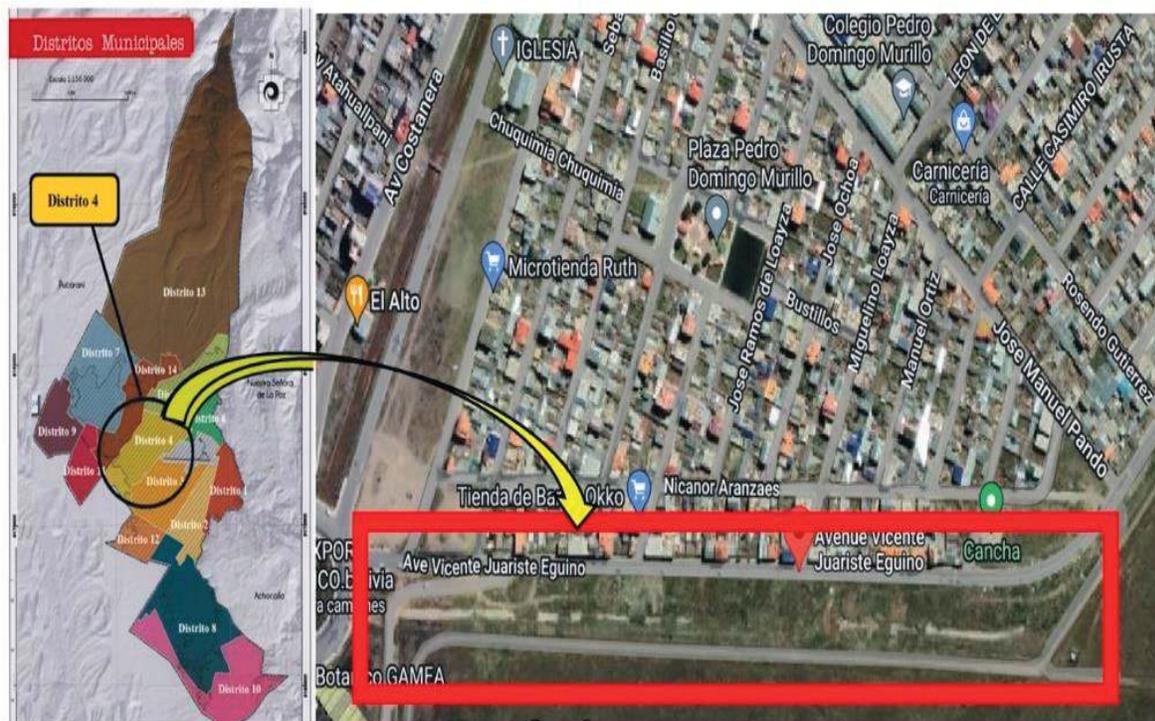
	Promedio peso llantas Kg.	Recolección Mensual Neumáticos	Peso Kg. recolección mes	Frecuencia	Peso Kg. Recolección por frecuencia	Peso Tn. Recolección por frecuencia
Cuidad Satélite		110,00	2.128,50		1.064,25	1,06
Zona 16 de Julio		106,00	2.051,10		1.025,55	1,03
Extranca Rio Seco	19,35	95,00	1.838,25	2,00	919,13	0,92
Regimiento Ingavi		116,00	2.244,60		1.122,30	1,12
Ceja		95,00	1.838,25		919,13	0,92
TOTAL		522,00	10.100,70		5.050,35	5,05

Almacenamiento

Para el almacenamiento de los NFU recolectados en el Municipio de El Alto se considera la implementación de un depósito de almacenamiento, considerando entre otros, los siguientes factores: disposición de la materia prima y cercanía de y a los puntos de recolección.

La ubicación del almacenamiento de los NFU será en el Distrito 4 del Municipio de El Alto, en la Urbanización Pedro Domingo Murillo 1ra, 2da y 3ra sección espacio que cuenta con una superficie de 162.153,54 m², en la Avenida Vicente Juariste Eguino donde se declara Propiedad Municipal y acredita el pleno derecho y titularidad al Gobierno Municipal de El Alto mediante la Resolución Técnico Administrativo 096/2004 de 12/04/2004 y Resolución Municipal 133/2004 de fecha 27/04/2004.

Figura 25: Localización del almacén de NFU.



Asimismo, para la implementación de este almacén de NFU, la inversión Inicial es de Bs 122.787,43 incluye inversión en activo fijo (Equipo de oficina y muebles e Infraestructura).



La cantidad recolectada para la gestión 2023 alcanza a 33.959 NFU anual considerando el 20% del total de NFU generados por el Municipio de El Alto, la cantidad no cumple con exigencias mínimas para la instalación de una planta trituradora de neumáticos, ya que la capacidad de la planta con una moderna maquinaria es de 2 toneladas por hora y está proyectada para procesar como mínimo 192.000 NFU al año equivalentes a 3.840 Ton/año, trabajando de Lunes a Viernes 8 horas al día durante 240 días al año.

Considerando la totalidad de los NFU generados en el Municipio de El Alto esta cantidad no llega a cubrir el requerimiento para la inversión en una planta trituradora; es necesario sugerir alternativas de uso para los NFU recolectados:

Alternativa No. 1 Alianza con la Empresa Municipal de Aseo EMACRUZ

La Empresa Municipal de Aseo de Santa Cruz EMACRUZ fue constituida como entidad descentralizada mediante la Ordenanza Municipal No. 160-A/2000 el 21 de noviembre del 2000, tiene como objetivo normar, supervisar y planificar las operaciones de la Gestión de Residuos Urbanos Municipales. EMACRUZ inició sus operaciones en marzo del 2002 y está a cargo de la Planta de Tratamiento de Residuos Sólidos, los servicios que presta son la recolección, limpieza, mantenimiento, reutilización, tratamiento, transporte y disposición final de los residuos sólidos urbanos domiciliarios, residuos sólidos industriales y residuos sólidos especiales.

El Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz de la Sierra, a través de la Empresa Municipal de Aseo EMACRUZ, construyó los rellenos sanitarios de Normandía el Parque Municipal de Recuperación de Residuos sólidos, en el lugar actualmente funciona la Planta de Trituración de Neumáticos Fuera de Uso es uno de los componentes principales ya que cuenta con una moderna maquinaria automatizada, la capacidad de la planta es de 2 toneladas por hora.

La recolección de los NFU que realiza EMACRUZ al día son 2.500 neumáticos, los mismos que son transformados en materia prima (granulado de caucho). Actualmente EMACRUZ no realiza la comercialización de esta materia prima, pero la empresa municipal tiene previsto realizar acuerdos o convenios con empresas privadas que necesiten estos granulados de caucho, para así comercializarla y generar un ingreso para el Gobierno Autónomo Municipal de Santa Cruz.

Figura 26: Planta de Trituración de NFU – EMACRUZ



Como se mostró en páginas anteriores el Municipio de El Alto recolecta 142 neumáticos al día, cantidad insuficiente para el funcionamiento de una planta trituradora de NFU por lo que una alternativa para el Gobierno Autónomo Municipal de El Alto sería establecer alianza con la Empresa de Aseo EMACRUZ para el recojo o envío de los NFU recolectados en el Municipio de El Alto para ser transformados mediante el proceso de trituración en granulado de caucho.

Acuerdos y convenios sobre el manejo y tratamiento de residuos sólidos entre los Gobiernos Autónomos Municipales de El Alto y Santa Cruz permitirían un trabajo conjunto en beneficio de ambos municipios.

Alternativa No. 2 Creación de Microempresas

Actualmente en el Municipio de El Alto los NFU son botados o dejados en lugares de acuerdo al criterio de los propietarios de vehículos, ya que no existen empresas que se dediquen de manera específica a la recolección y mucho menos a la transformación de estos residuos sólidos especiales en insumos a ser comercializados en el mercado nacional a empresas que los utilicen como parte de la cadena productiva de su negocio, como lo hacen las empresas INGOQUI, TERRACYCLE ubicadas en el Municipio de Cochabamba.



Es por ello que, el Municipio de El Alto podría optar por fomentar la creación de microempresas dedicadas a la trituración de los NFU a las cuales el GAMEA entregaría los NFU recolectados.

La elección de la microempresa adjudicada estará sujeta al cumplimiento de los requerimientos solicitados por parte del Municipio de El Alto, como:

- Implementación de una planta de trituración y transformación con capacidad necesaria para una cantidad estimada generada por el Municipio de El Alto para el año 2023 de 169.795 NFU, considerando un crecimiento progresivo.
- El recojo de los NFU de instalaciones del municipio donde se encuentren ubicados los neumáticos por parte de la microempresa.
- Del total de NFU entregados al micro emprendimiento adjudicado, un porcentaje a ponerse de acuerdo entre ambas partes, se quedara para la microempresa y el restante será devuelto al Municipio de El Alto.
- La cantidad acordada devuelta será en Granulado de Caucho, mismo que será empleado por el municipio para el mantenimiento de canchas de pasto sintético, parques u otros pertenecientes al Municipio de El Alto.
- El uso de la cantidad de NFU con las que se quedará la microempresa sera exclusivamente para generar un stock de producto terminado y comercializar el mismo para generar el crecimiento de la microempresa.

El beneficio que recibiría el Municipio de El Alto por otorgar los NFU recolectados a las microempresas legalmente establecidas es la generación de ingresos por pago de impuestos, generación directa de economía en el sector y sobre todo la disminución de NFU que causan una gran contaminación ambiental.



BIBLIOGRAFÍA

- Amit Jain. (2016). Compendium of Technologies for the Recovery of Materials/ Energy from End of Life (EoL) Tyres Final Report. Asian Institute of Technology Regional Resource Centre for Asia and the Pacific, United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre,. Obtenido de <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/31533/EndLifeTyres.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barradas Rebolledo, A. (2009). Gestión integral de residuos sólidos municipales: Estado del arte. Veracruz, México: Gytsu.
- Berenguer Húngaro, M., Deas Yero, D., & Trista Moncada, J. J. (2006). El reciclaje, la industria del futuro. Ciencia en su PC.
- BID, B. I. (2003). BID impulsa responsabilidad social empresarial en América Latina. Washington.
- Bogotá, C. d. (2006). Guía para el manejo de Llantas Usadas. Bogota.
- Carrillo Flor, K., & Córdova Tafur, S. (2012). Propuesta de gestión de llantas usadas en el cantón Rumiñahi. . Quito: Tesis de licenciatura.
- Cerdá, E., & Khalilova, A. (2016). Economía circular. Economía industrial, 11-20.
- Chamán, A. (2019). Manejo de la basura y su clasificación. Guatemala: Biblioteca. usac.edu.gt.
- DGGIRS. (2011). Diagnóstico sobre los Residuos Sólidos en Bolivia. La Paz.
- EMACRUZ. (2018). Manual de gestión de Residuos Sólidos. Santa Cruz-Bolivia.
- Fichtner, A. (2005). Plan director de residuos sólidos de Montevideo. Montevideo-Uruguay.
- GLOBAL RECYCLING THE MAGAZINE FOR BUSSINES OPORTUNITIES AND INTERNATIONAL MARKETS. (2019). Tire Recycling Riding On. GLOBAL RECYCLING THE MAGAZINE FOR BUSSINES OPORTUNITIES AND INTERNATIONAL MARKETS. Obtenido de <https://global-recycling.info/archives/2883>



Información de Responsabilidad Social y sustentabilidad (infoRSE). (Febrero de 2020). Información de Responsabilidad Social y sustentabilidad (infoRSE). Obtenido de <https://www.inforse.com.bo/alcaldia-de-la-paz-lanza-campana-llantaton-y-habilita-10-puntos-de-recoleccion/>

infoRSE. (20 de Octubre de 2020). Información de Responsabilidad Social y Sustentabilidad. Obtenido de <https://www.inforse.com.bo/arranca-reciclaton-recoleccion-de-residuos-del-parque-automotor/>

Instituto Nacional de Estadística. (2020). Boletín Estadístico del Parque Automotor 2020. La Paz-Bolivia. Obtenido de <https://www.ine.gob.bo/index.php/estadisticas-economicas/transportes/parque-automotor-boletines/>

Jaramillo, J. (1999). Gestión integral de residuos sólidos municipales-GIRSM. Antioquia-Colombia.

Juan Gonzalez, D. M. (2017). DETERMINACIÓN DE LA DINÁMICA DE GENERACIÓN, MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE LAS LLANTAS USADAS EN EL CASCO URBANO DE LA CIUDAD DE MONTERÍA. Montería.

La Asociación Europa de. Tyreaware.Org. Retrieved. (12 de Noviembre de 2020). Obtenido de <http://www.tyreaware.org/pdf/02/SPANISH-2.pdf>

Lett, L. A. (2014). Las amenazas globales, el reciclaje de residuos y el concepto de economía circular. Revista argentina de microbiología, 1-2.

miResiduo. (15 de diciembre de 2020). Meuresiduo.com. Obtenido de <https://meuresiduo.com/es/blog-es/una-vision-general-de-los-residuos-solidos-en-nuestro-planeta/>

Montesdeoca Cruz, D. A., & Ulloa Ramirez, J. L. (2020). gestión integral de residuos sólidos especiales en el área de concesión de la empresa Emelnorte. Quito.

Página Siete. (29 de Febrero de 2020). LLANTATÓN, MÁS DE 3.000 LLANTAS RECICLADAS. Página Siete. Obtenido de <https://www.paginasiete.bo/economia/2020/2/29/llantaton-mas-de-3000-llantas-recicladadas-248070.html>

Peter, P., & Olson, J. (2006). Comportamiento del consumidor y estrategia de marketing. México: MacGraw Hill Interamericana.



Rivas Arias, C. A. (2018). Piensa un minuto antes de actuar: Gestión integral de residuos sólidos. Gestión ambiental y servicios públicos-MINCOMERCIO.

Sanchez, J. (2020). ¿Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican? Ecología verde.

Scott. (2015). Llantas recuperadas en Europa .

Silpa Kasa, L. (2018). What a Waste 2.0: A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050.

Solomon, M. (2017). Comportamiento del consumidor . México: Pearson Educación.

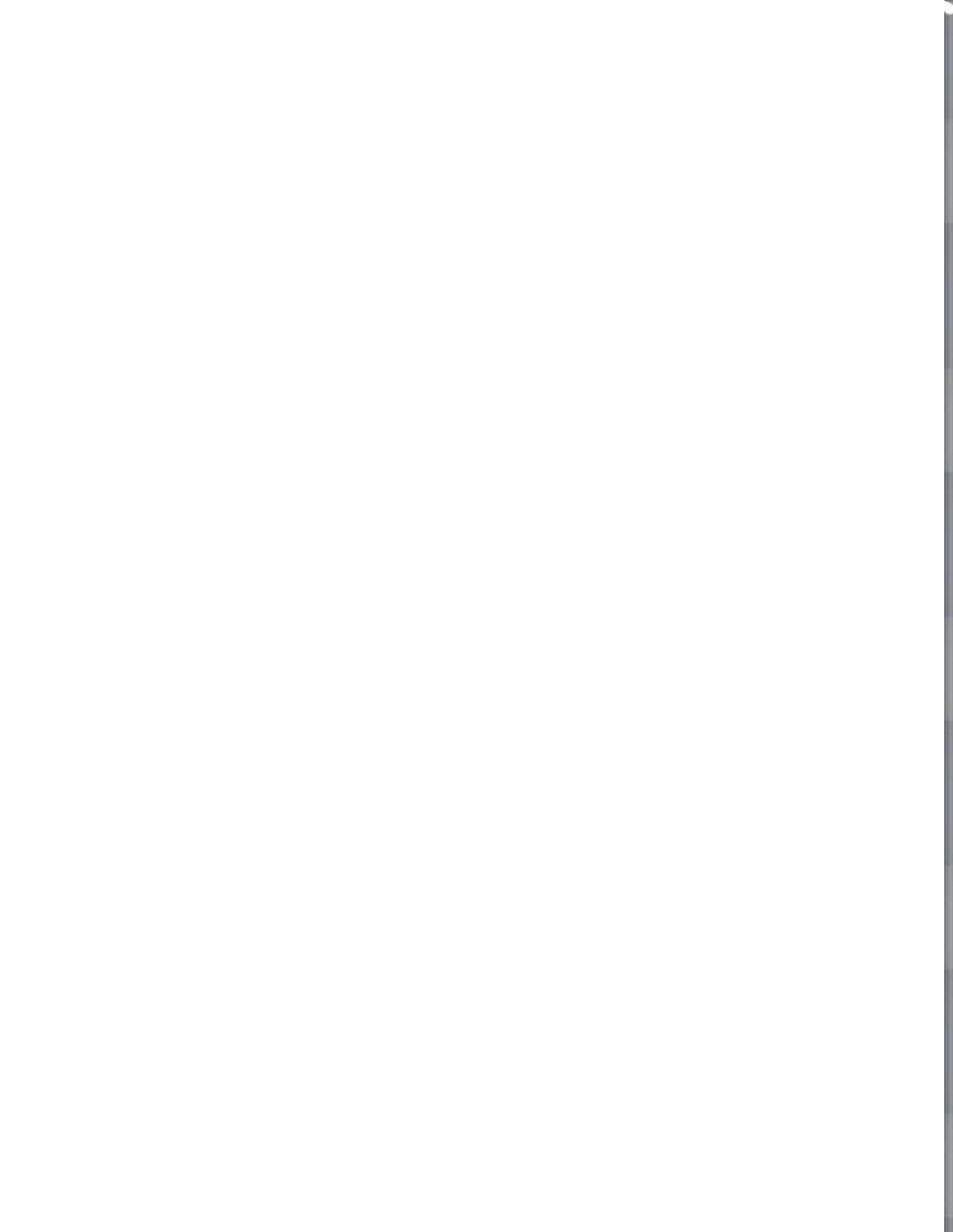
SWISSCONTACT. (26 de Septiembre de 2020). SWISSCONTACT. Obtenido de <https://www.swisscontact.org/es/noticias/reciclaje-de-llantas-productos-verdes-con-valor-agregado>

Tapia, G. (31 de Diciembre de 2011). Bolivia genera 1.7 millones de t de basura. La Razón - La Paz.

Tchobanaglou, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1994). Gestión Integral de Residuos Sólidos. México: Mc Graw Hill.

Terraza, H. (2009). Manejo de residuos sólidos: Lineamientos para un servicio integral, sustentable e inclusivo.

Urgente.bo. (8 de Febrero de 2020). Urgente.bo. Obtenido de <https://urgente.bo/noticia/llantat%b3n-un-mec%a1nico-don%b3-101-neum%alticos-la-recolecci%b3n-contin%baa>



INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN EN CIENCIAS ADMINISTRATIVAS



Diseño y composición: D.G. Vladimir Burgoa Callejas
Fotografía de cubierta D.G. Vladimir Burgoa Callejas
2022

ISBN: 978-99974-984-8-9



9 789997 498489

**IICCA: CALLE JACINTO BENAVENTE N°2190, FERNANDO
GUACHALLA ENTRE ECUADOR Y ABDON SAAVEDRA -
ZONA SOPOCACHI
TELEFONO 2415255 - 2420521**