
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO



IME

FACULTAD DE ESTUDIO SUPERIORES ARAGÓN

**ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO PARA UNA EMPRESA RECICLADORA DE
LLANTAS**

**TESIS PROFESIONAL
PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA
ÁREA: INDUSTRIAL**

**PRESENTAN:
HÉCTOR FERNANDO JIMÉNEZ SOLEDAD
EDGAR MARTIN RAMÍREZ PONCE**

**DIRECTOR DE TESIS:
ING. JESÚS ÁNGEL ROMERO ANDALÓN**

NEZAHUALCÓYOTL, ESTADO DE MÉXICO, A 1 DE MAYO DEL 2013



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a dios por la vida que me permitió vivir.

A mis padres FAUSTINO JIMÉNEZ y TERESA SOLEDAD:

Por traerme a este mundo, por quererme, cuidarme y apoyarme en toda mi vida.

A mis hermanos HUGO y TERE:

Por su cariño y comprensión, ya que ellos junto con mis padres han sido el motivo el principal de mi esfuerzo y dedicación a todo lo que hago.

A las personas que se han ido de mi lado:

Ya que aunque ya no estén conmigo siempre serán parte de mi vida y han contribuido a que sea la persona que ahora soy.

A mi amigo y compañero EDGAR MARTIN RAMÍREZ PONCE

Por haberme apoyado durante la carrera y haberme complementado para la realización de este trabajo de tesis.

Al Ing. JESÚS ÁNGEL ROMERO ANDALÓN

Por creer en nosotros, apoyarnos, aconsejarnos y por la dedicación y tiempo que nos brindó.

A todos los profesores y personas:

Por a verme ayudado durante mi desarrollo académico. Así como a todos aquellos que me apoyaron en la realización del presente trabajo de tesis.

AGRADECIMIENTOS

A mis padres: LUCILA y PEDRO

Con todo apego les doy gracias por apoyarme y no solo eso sino porque me enseñaron a emprender un camino que apenas está comenzando, por lo tanto puedo decir gracias a ellos soy lo que soy por avocarme sus enseñanzas por eso les dedico este logro como un pequeño agradecimiento y por todo lo que he podido ser muchas gracias los quiero mucho.

A mis hermanos: RICARDO, PEDRITO, SOFÍA y KHALA

Estas letras se las dedico a ustedes hermanitos que me han acompañado en mis momentos malos como buenos y gracias a ustedes que me apoyan y me cuidan son mi inspiración para toda mi vida muchas gracias.

A mis profesores:

Quiero manifestar mi más profundo agradecimiento a todos y cada uno de mis profesores de la carrera que de alguna manera me apoyaron con su sabiduría, conocimiento y experiencia.

AI ING: JESÚS ÁNGEL ROMERO ANDALÓN

Muchas gracias ingeniero por las enseñanzas y tiempo que nos entregó en el transcurso de la tesis además que es un buen amigo dentro de la escuela y fuera de ella.

Con infinidad gratitud y afecto le agradezco mucho.

A mis amigos:

Por todos aquellos momentos especiales que vivimos juntos a lo largo de la carrera y vida, les agradezco su sinceridad y por brindarme su amistad incondicional, por todo esto, le doy gracias a la vida por haberlos puesto en mi camino.

Adriana Elizabeth Villar Cariño

Héctor Fernando Jiménez Soledad

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICO-ECONÓMICO PARA UNA EMPRESA RECICLADORA DE LLANTAS

CAPITULADO

CAPITULO 1.....	12
1.1 ACTUALIDAD, CONSECUENCIAS Y SOLUCIONES DEL TEMA DE LA BASURA EN MÉXICO.....	13
1.1.1 BASURA COMO FACTOR DE CONTAMINACION	13
1.1.2 CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE PRODUCEN MEXICO	13
1.1.3 GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR ENTIDAD FEDERATIVA (MILES DE TONELADAS).....	14
1.1.4 TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS QUE SE PRODUCEN	15
1.2 DEFINICIÓN DE RECICLAR.....	16
1.2.1 CADENA DEL RECICLADO.....	17
1.2.2 IMPORTANCIA DEL RECICLAJE EN MÉXICO.....	18
1.3 LAS LLANTAS COMO FUENTE GRAVE DE CONTAMINACIÓN.....	19
1.3.1 PROBLEMAS ASOCIADOS.....	20
1.3.2 LEYES MEXICANAS APLICADAS A LAS LLANTAS DE DESECHO	21
1.3.3 CICLO DE VIDA DE UNA LLANTA.....	22
CAPITULO 2.....	25
2.1 DEFINICIÓN DE UNA LLANTA.....	26
2.2 LA CLASIFICACIÓN DE LAS LLANTAS	30
2.2.1 LLANTA CONVENCIONAL.....	30
2.2.2 LLANTA RADIAL	30
2.3 DIMENSIONES POR TIPO DE LLANTA.....	32
2.4 PARTES QUE CONFORMAN LA LLANTA.....	32
2.5 PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO	34
2.6 EL MERCADO DE LLANTAS EN MEXICO	37
2.7 PRINCIPALES FABRICANTE Y PROVEEDORES DE LLANTAS EN MÉXICO.....	39
2.8 PROYECCIÓN DE LA OFERTA	40
2.9 CONSUMO NACIONAL APARENTE DE CAUCHO	40

2.10 LA ACTUALIDAD Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO DEL RECICLAJES DE LLANTAS EN MEXICO.....	41
2.10.1 LA SITUACIÓN ACTUAL DEL RECICLAJE DE LLANTAS EN MÉXICO.	41
2.10.2 EL RECICLAJE DE LAS LLANTAS (VISTA COMO UNA NECESIDAD Y COMO UNA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO)	43
CAPITULO 3.....	45
3.1 PROCESOS DE RECICLAJE Y PRODUCTOS OBTENIDOS DE LAS LLANTAS DE DESECHO.....	46
3.1.1 REUTILIZACION.....	46
3.1.2 REENCAUCHE.....	46
3.1.3 RECICLADO	47
3.2 REGENERACION.....	47
3.2.1 TERMÓLISIS.....	47
3.2.2 PIROLISIS.....	48
3.3.3 INCINERACION.....	49
3.3.3.1 LLANTAS CONVERTIDOS EN ENERGIA ELECTRICA	49
3.3 TRITURACION CRIOGENICA	50
3.4 TRITURACIÓN MECÁNICA	50
3.5 PRODUCTOS DERIVADOS DEL RECICLAJE DE LLANTAS.....	52
3.6 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN.....	56
3.6.1 DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN	56
3.7 ANÁLISIS Y ELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA EL RECICLADO DE LLANTAS.....	59
3.8 EMPRESAS DEDICADAS AL RECICLAJE DE LLANTAS EN MEXICO	61
3.9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS TRÁMITES A CUBRIR PARA LA APERTURA DE UNA EMPRESA RECICLADORA.....	62
3.10 LOCALIZACIÓN DE PLANTA	65
3.10.1 MACROLOCALIZACIÓN	65
3.10.2 PARÁMETROS DE DECISIÓN.....	65
3.10.3 MICROLOCALIZACIÓN (EVALUACIÓN POR MUNICIPIO).....	66
3.10.3.1 ECATEPEC.....	66
3.10.3.2 NAUCALPAN.....	69
3.10.3.3 TLALNEPANTLA.....	71

3.10.3.4 CUAUTITLÁN IZCALLI	72
3.10.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS.....	74
3.10.5 LA DECISIÓN SOBRE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA.....	75
3.11 PROCESO PRODUCTIVO DEL RECICLADO DE LAS LLANTAS	76
3.11.1 ACOPIO DE MATERIA PRIMA	76
3.12 FLUJOGRAMA DE PROCESO.....	77
3.13 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA MAQUINARIA.....	79
3.13.1 DIAGRAMA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA LLANTA.....	93
3.14 ALMACENES.....	94
3.14.1 ALMACÉN DE MATERIA PRIMA.....	94
3.14.2 ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO	96
3.15 DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO.....	98
3.16 ORGANIGRAMA.....	98
3.16.1 DESCRIPCIÓN DE PUESTOS	99
3.17 LAYOUT	103
CAPITULO 4.....	106
4.2 COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA	108
4.3 IMPUESTOS	110
4.4 DESCRIPCIÓN DE PAGO DEL TRANSPORTE DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO	113
4.5 INVERSIÓN Y DEPRECIACIÓN	114
4.6 COSTOS FIJOS.....	116
4.7 EMBACE Y EMBALAJE.....	117
4.8 ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANACIAS.....	117
4.9 EVALUACIÓN ECONÓMICA	119
CONCLUSIONES FINALES	122
ANEXOS	125
FUENTES DE CONSULTAS.....	130

JUSTIFICACION

En la actualidad en el mundo está surgiendo una nueva cultura del reciclaje también conocida como cultura verde. Este movimiento ha tomado fuerza en los últimos años debido principalmente a la gran problemática con el control de los residuos y la necesidad de reducir la contaminación que estos provocan.

Debido a esto en países principalmente las potencias económicas, han surgido un gran número de plantas o empresas dedicadas al control de residuos/basura. Estas plantas procesadoras en un principio se desarrollaron para reducir el espacio que ocupaban los residuos, así como de separar y obtener materiales fácilmente reutilizables. Inicialmente solo se reciclaban metales, los cuales son prácticamente fáciles de volverse a fundir y reutilizarse.

Con las nuevas tecnologías tanto de materiales, como de formas de producción han surgido en consecuencia nuevos tipos de residuos, a los cuales se les debe asignar una forma de procesarlos, además de buscar reutilizarlos, todo con el fin de minimizar su impacto ambiental.

Lo anterior ha traído como consecuencia que empresas del ramo de reciclaje de residuos han tenido un gran auge en los últimos años debido a la gran necesidad de reutilizar una gran variedad de materiales, esto se ha logrado gracias a la continua investigación de un gran número de personas, así como de instituciones públicas y privadas, algunas motivadas por cuestiones económicas, legales o sociales.

Como se ha mencionado la puesta en marcha de este tipo de empresas se puede convertir en una gran oportunidad de negocio para un gran número de emprendedores, principalmente empresas tipo PYMES (Pequeña y Mediana Empresa).

Otra razón importante del por qué buscar implementar empresas recicladoras de llantas en México es buscar disminuir la contaminación de los diferentes espacios o áreas verdes en donde son depositadas indiscriminadamente.

El sistema productivo en cuestión puede ajustarse para obtener varios tipos de producto terminado basado en la demanda del mercado y cada uno de los numerosos campos en los cuales puede ser usado tanto en forma de grano que va de un rango de 5mm a 0.85 mm como de polvo de rango 0.60mm a 0.02mm.

Es importante mencionar que actualmente muchas personas o instituciones investigan nuevas formas para reutilizar el material obtenido del reciclado de llantas.

Algunas ventajas de la implantación de una planta recicladora de llantas son:

- Disponibilidad de mucho material de trabajo, hay gran cantidad de llantas tiradas en las calles y terrenos baldíos, sin contar las que terminan en rellenos sanitarios.
- Es un negocio que puede ser muy rentable.
- El montar el negocio provoca la generación de empleos.
- El acero de las llantas, se puede vender a empresas fundidoras.
- Al recoger toda esa basura para su reutilización, también se está ayudando a tener un medio ambiente menos contaminado.

Desventajas

- Existe una escasa conciencia ambiental, además contamos en México con una débil política que sea clara para poder implementar sistemas de control y mecanismos necesarios para el correcto tratamiento/recuperación de llantas fuera de uso.
- Falta de interés por parte de los distintos niveles de gobierno en difundir e impulsar este tipo de plantas recicladoras de llantas.

INTRODUCCIÓN.

Como es sabido en México y otros países de Latino América se conocen como llanta a la Cubierta dura de caucho la cual en su interior es llenada de aire a presión (es la parte del vehículo que está en contacto con el suelo y le sirve de superficie de rodamiento). Por lo anterior es importante mencionar que para el desarrollo de esta tesis se le denominara “llanta” y no “neumático” como es conocido en varias regiones del mundo como Europa y USA. Así mismo se le nombrara “Rin” a la estructura metálica que se ajusta a la llanta.

Mientras países europeos como Alemania, Francia, Austria reciclan hasta el 60% de sus llantas usadas, en México prácticamente no existe tal reciclado, debido a la escasa conciencia ambiental y a un casi inexistente sistema de control y de mecanismos necesarios para el correcto tratamiento/recuperación de llantas fuera de uso.

En México el mercado de reciclado de llantas de desecho está en un claro rezago, aunque se esperan grandes avances en lo referente al acopio y reciclaje.

Uno de los más grandes problemas de contaminación en el mundo lo ocasionan las llantas de desecho. Tan sólo en México se generan entre 28 a 30 millones de llantas anualmente, de los cuales se calcula que más de cinco millones se concentran en el Distrito Federal.

De forma clandestina las llantas desechadas generalmente van a parar a cañadas, ríos, laderas de carreteras y gran variedad de lotes baldíos. Estas llantas desechadas se convierten en un factor generador de incendios y al acumularse el agua de lluvia en ellos, de mosquitos y otras plagas. De esto se deriva un serio problema de salud pública, cuando podría ser la causa de fructíferas oportunidades de negocios.

Por lo tanto el problema de desecho de llantas es un asunto grave que exige soluciones en nuestro país, tanto del gobierno como de la iniciativa privada.

Actualmente, del total de 29, 436,166 llantas anuales de las cuales:

- 5% de las llantas se renuevan (1,471,808 anual)
- 8.1% Se recicla (2,385,571 anual)
- 3.39 % se acopian y se utilizan como combustible en cementeras (1,000,000 anual)
- 83.332% terminan en tiraderos regulados por los estados, así como en tiraderos clandestinos (22,062,406 anual)

La utilización de llantas como combustible "no es una buena solución, ya que se originan sustancias como el dióxido de carbono, óxido de azufre y nitrógeno, así como arsénico, mercurio, cromo y níquel, entre otros contaminantes que se disuelven en la atmósfera y es un peligro para los seres humanos".

Por ello, es preciso poner énfasis en la creación de centros de acopio así como de plantas recicladoras, en regiones o ciudades con un gran aforo vehicular, aunque cabe mencionar que no bastaría únicamente una recicladora para la cantidad de llantas de desecho existentes en cada una de las regiones o estados.

En cuanto a reciclaje, hasta el momento como se mencionó anteriormente el único fin de las llantas de desecho habían sido los hornos de las cementeras o ladrilleras. No obstante, en la actualidad varias personas así como instituciones se han dado a la tarea de investigar nuevas aplicaciones alternas para las llantas de desecho.

Es así que el reciclado de llantas puede propiciar interesantes resultados al medio ambiente y a los negocios, dependiendo de su aplicación. Esta es sin duda una oportunidad de negocio que en México está naciendo y en algunos de sus usos pueden ser una solución que persigue mejorar el medio ambiente.

El propósito de la realización de esta tesis es determinar la factibilidad Técnico-Economica en un sistema de producción para una planta recicladora de llantas, principalmente de automóviles, camiones y camionetas. En el capítulo uno de esta tesis se estudiarán los antecedentes del tema de basura: cantidad, impacto ambiental y el reciclaje como una solución a su problemática.

Así mismo se comenzara a abordar en específico el tema de las llantas de desecho en México: problemática, reciclamiento, leyes aplicables a las llantas de desecho. En el capítulo dos se describirá que es una llanta: tipos de llanta dimensiones composición, continuando con una vista general al parque vehicular, al mercado de llantas en México finalmente se describirá el consumo aparente de caucho (principal componente de la llanta) y de cómo convertir a las llantas en desuso en una oportunidad de negocio en México. En el capítulo 3 se hará un análisis técnico del proyecto para determinar su viabilidad : se analizaran y se propondrá el método más adecuado para el reciclaje de llantas se determinara la capacidad de producción del para el proyecto, continuando con el análisis y elección de maquinaria , se abordara el tema de la posible competencia nacional, se propondrá una localización de planta de acuerdo a una evaluación de diferentes opciones y parámetros de evaluación, se describirá el proceso de producción, almacenes, recolección de materia prima y distribución de producto terminado,. Finalmente en este capítulo se propondrá un organigrama con el personal requerido para este tipo de proyecto concluyendo con el Layout propuesto para la empresa recicladora.

En el capítulo 4 se realizara un estudio económico del proyecto en cuestión, todo esto con fin de poder describir la viabilidad o pertinencia económica de instalar una planta recicladora de llantas en México. Se describirá la determinación del precio propuesto para los diferentes productos, además los posibles ingresos por la venta de los diferentes productos se calcularan los costos fijos y variables, se realizará un estado de pérdidas y ganancias a n años y se finalizara con una evaluación económica del proyecto.

CAPITULO 1

ANTECEDENTES

1.1 ACTUALIDAD, CONSECUENCIAS Y SOLUCIONES DEL TEMA DE LA BASURA EN MÉXICO

1.1.1 BASURA COMO FACTOR DE CONTAMINACION

En un principio es importante definir que es basura o residuo aunque existen varias ideas de lo que significa el concepto, la mayoría de las fuentes consultadas coinciden en¹: Basura o residuo son todos aquellos desechos mezclados que se producen como consecuencia de las actividades humanas, ya sean domésticas, industriales, comerciales o de servicios. Se considera como basura los objetos de los que nos deshacemos porque dejaron de prestarnos alguna utilidad.

Habiendo considerando el concepto anterior, debemos reconsiderar a que denominamos basura, ya que no todo lo que tiramos o desechamos son cosas inservibles o sin ningún valor práctico o económico.

1.1.2 CANTIDAD DE RESIDUOS QUE SE PRODUCEN MEXICO

Una vez definido que es la basura continuaremos con el análisis de la cantidad de basura producida, así como los tipos de basura o residuos que más se producen en México.

El INEGI reporta² que en el 2011 México ocupó uno de los primeros lugares en la generación de residuos sólidos (Basura) de América Latina. La producción per cápita varía de acuerdo con la zona geográfica y con el grado de desarrollo. La generación de residuos sólidos urbanos continúa aumentando. Mientras que en 2001 se producían 31.4 millones de toneladas, en 2011 aumentó a 47 millones de toneladas, lo que implica un incremento de más de un millón de toneladas por año hasta el 2010. Del total de los residuos generados terminan en rellenos sanitarios, sitios controlados y sitios no controlados, es decir en tiraderos a cielo abierto, lo que representa un peligro para la salud pública y el patrimonio ecológico.

¹ Definición de basura: <http://waste.ideal.es/vertedero.htm>

² Cantidad de residuos en México: www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/.../ambiente0.doc

1.1.3 GENERACIÓN ESTIMADA DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR ENTIDAD FEDERATIVA (MILES DE TONELADAS)

Entidad federativa	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Aguascalientes	285.31	293.40	299.30	314.00	327.00	334.00	358.00	370.00	376.00	390.55	401.50
Baja California	985.15	1,027.44	1,073.10	1,132.00	1,175.00	1,219.00	1,241.00	1,288.00	1,336.00	1,343.20	1,385.17
Baja California	140.43	145.74	149.65	164.00	168.00	177.00	188.00	195.00	204.00	229.95	244.55
Campeche	191.81	193.33	197.10	219.00	226.00	232.00	237.00	243.00	248.00	259.15	266.45
Coahuila	700.60	715.82	733.65	785.00	803.00	819.00	849.00	865.00	883.00	932.58	959.95
Colima	158.35	163.26	167.90	172.00	177.00	181.00	186.00	190.00	197.00	211.70	220.83
Chiapas	909.41	933.43	959.95	1,033.00	1,055.00	1,080.00	1,110.00	1,132.00	1,153.00	1,241.00	1,281.15
Chihuahua	1,029.30	1,062.54	1,098.65	1,168.00	1,199.00	1,234.00	1,212.00	1,237.00	1,263.00	1,262.90	1,288.45
Distrito Federal	4,350.69	4,350.69	4,380.00	4,500.00	4,563.00	4,599.00	4,698.00	4,745.00	4,782.00	4,836.25	4,891.00
Durango	406.72	412.57	419.75	456.00	456.00	464.00	478.00	485.00	493.00	521.95	534.72
Guanajuato	1,406.46	1,436.97	1,470.95	1,555.00	1,584.00	1,613.00	1,653.00	1,683.00	1,708.00	1,859.68	1,921.73
Guerrero	783.28	799.24	817.60	840.00	858.00	869.00	865.00	871.00	876.00	959.95	987.33
Hidalgo	523.70	535.51	547.50	569.00	586.00	595.00	624.00	635.00	642.00	709.93	737.30
Jalisco	2,220.96	2,267.10	2,317.75	2,427.00	2,482.00	2,528.00	2,654.00	2,710.00	2,767.00	2,890.80	2,971.10
México	5,148.33	5,310.88	5,475.00	5,709.00	5,902.00	6,051.00	6,026.00	6,169.00	6,314.00	6,484.23	6,610.15
Michoacán	981.98	997.53	1,014.70	1,077.00	1,091.00	1,106.00	1,091.00	1,100.00	1,106.00	1,213.63	1,248.30
Morelos	471.73	483.21	492.75	526.00	538.00	548.00	538.00	548.00	558.00	596.78	615.03
Nayarit	234.25	238.09	240.90	263.00	266.00	270.00	276.00	279.00	292.00	319.38	332.15
Nuevo León	1,540.15	1,579.03	1,620.60	1,708.00	1,752.00	1,796.00	1,871.00	1,914.00	1,971.00	2,045.83	2,098.75
Oaxaca	702.53	720.46	730.00	774.00	792.00	803.00	797.00	803.00	810.00	877.83	899.72
Puebla	1,386.65	1,422.69	1,460.00	1,504.00	1,548.00	1,593.00	1,664.00	1,736.00	1,770.00	1,815.88	1,856.03
Querétaro	431.86	446.58	463.55	489.00	504.00	518.00	548.00	562.00	577.00	618.68	642.40
Quintana Roo	285.14	301.19	317.55	336.00	352.00	369.00	407.00	425.00	442.00	452.60	470.85
San Luis Potosí	592.74	604.43	616.85	631.00	646.00	657.00	703.00	714.00	726.00	757.38	777.45
Sinaloa	776.35	790.66	806.65	861.00	872.00	889.00	878.00	887.00	902.00	947.18	969.08
Sonora	675.75	689.22	704.45	767.00	785.00	803.00	816.00	832.00	847.00	905.20	934.40
Tabasco	536.24	549.46	562.10	591.00	602.00	617.00	619.00	628.00	639.00	702.63	726.35
Tamaulipas	877.75	902.69	930.75	1,011.00	1,038.00	1,068.00	1,071.00	1,095.00	1,121.00	1,158.88	1,188.08
Tlaxcala	236.69	243.36	248.20	266.00	274.00	279.00	286.00	294.00	307.00	321.20	330.33
Veracruz	1,754.33	1,779.58	1,806.75	1,914.00	1,928.00	1,952.00	2,011.00	2,035.00	2,070.00	2,197.30	2,252.05
Yucatán	449.18	459.52	470.85	496.00	509.00	522.00	551.00	562.00	573.00	591.30	605.90
Zacatecas	314.69	317.98	321.20	347.00	347.00	350.00	359.00	363.00	372.00	403.33	414.28
Nacional	31,488.49	32,173.61	32,915.70	34,602.01	35,405.01	36,135.01	36,865.01	37,595.01	38,325.00	46,628.75	47,811.35

Tabla 1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR ENTIDAD FEDERATIVA (MILES DE TONELADAS)³

³ SEMARNAT indicadores: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU_01.html

De la tabla anterior proporcionada por SEMARNAT³ se puede observar que los 7 estados con mayor producción anual de residuos sólidos son:

Entidad Federativa	Toneladas de Residuos Sólidos	Porcentaje Nacional
Estado de México	6,610,150	14%
Distrito Federal	4,891,000	10%
Jalisco	2,971,100	6%
Veracruz	2,252,050	5%
Nuevo León	2,098,750	4%
Guanajuato	1,921,730	4%
Puebla	1,856,030	4%
Total	22,471,000	47%

Tabla 2 ESTADOS CON MAYOR PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS

Al observar la tabla anterior es claro que la cantidad basura producida está estrechamente relacionada con los temas de la densidad de población, el nivel socio-económico y el nivel de industrialización de la región.

1.1.4 TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS QUE SE PRODUCEN

De acuerdo a la tabla que se muestra a continuación la cual fue proporcionada por SEMARNAT³ se puede apreciar los tipos de residuos que se producen así como su clasificación. Es interesante ver como gran una variedad de residuos son clasificados como otros “tipos de basura” o “residuos especiales” (incluidas las llantas) ya que estos residuos son difíciles de clasificar por sí mismos, además de ser los residuos que presentan más problemas tanto en su manejo como en el impacto negativo que tienen en el medio ambiente.

³ SEMARNAT indicadores: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU_01.html

TIPO DE RESIDUOS	(Miles de toneladas) Estimadas en 2011	Porcentaje
Basura de comida, jardines y materiales orgánicos similares	24,861	52%
Papel, cartón, productos de papel	6,693	14%
Otro tipo de basura (residuos finos, pañal desechable, llantas, etcétera)	5,737	12%
Plásticos	5,259	11%
Vidrios	2,868	6%
Aluminio	956	2%
Ferrosos	478	1%
Otros no ferrosos	478	1%
Textiles	478	1%
Total	47,811	100%

Tabla 3 CLASIFICACIÓN TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS³

1.2 DEFINICIÓN DE RECICLAR

Como se ha mencionado no todo lo que desechamos debemos considerarlo basura ya que esta podrá tener distintos usos prácticos o podría reciclarse. El reciclaje ha sido definido⁴ como un proceso fisicoquímico o mecánico que consiste en someter a una materia o un producto ya utilizado a un ciclo de tratamiento total o parcial para obtener una materia prima o un nuevo producto.

El reciclaje consiste básicamente en volver a utilizar materiales que fueron desechados y que aún son aptos para elaborar otros productos o refabricar los mismos.

El reciclado es un proceso utilizado en la reducción del volumen de los residuos sólidos. También se podría definir como la obtención de materias primas a partir de desechos, introduciéndolos de nuevo en el ciclo de vida y se produce ante la perspectiva del agotamiento de recursos naturales, macro económico y para eliminar de forma eficaz los desechos de los humanos que no necesitamos.

³ SEMARNAT indicadores: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU_01.html

⁴ Definición de reciclar: <http://www.biodegradable.com.mx/> <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/basura.php>

El reciclaje consiste básicamente en volver a utilizar materiales que fueron desechados y que aún son aptos para elaborar otros productos o refabricar los mismos. El reciclado es un proceso utilizado en la reducción del volumen de los residuos sólidos.

El reciclaje se inscribe en la estrategia de tratamiento de residuos de las Tres R:

- Reducir: acciones para reducir la producción de objetos susceptibles de convertirse en residuos.
- Reutilizar: acciones que permiten el volver a usar un determinado producto para darle una segunda vida, con el mismo uso u otro diferente.
- Reciclar: el conjunto de operaciones de recogida y tratamiento de residuos que permiten reintroducirlos en un ciclo de vida.

1.2.1 CADENA DEL RECICLADO

Dentro del concepto de reciclado⁴ se describe “la cadena de reciclado” la cual posee varios pasos como los siguientes:

- Origen: que puede ser doméstico o industrial.
- Recuperación: que puede ser realizada por empresas públicas o privadas. Consiste únicamente en la recolección y transporte de los residuos hacia el siguiente eslabón de la cadena.
- Plantas de transferencia: se trata de un eslabón o voluntario que no siempre se usa. Aquí se mezclan los residuos para realizar transportes mayores a menor costo (usando contenedores más grandes o compactadores más potentes).
- Plantas de clasificación (o separación): donde se clasifican los residuos y se separan los de mayor valor.
- Reciclador final (o planta de valoración): donde finalmente los residuos se reciclan (papeleras, plásticos, etc.), se almacenan (vertederos) o se usan para producción de energía (cementeras, biogás, etc.)

⁴ Definición de reciclar: <http://www.biodegradable.com.mx/> <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/basura.php>

1.2.2 IMPORTANCIA DEL RECICLAJE EN MÉXICO

La secretaria de Medio Ambiente del distrito Federal reportó⁵ que hasta el 2010 las cifras de contaminación son alarmante. El 80% de nuestros desperdicios se alberga en rellenos sanitarios al aire libre donde no existe control sobre el manejo de desechos. De cada 100 Kg de basura sólo 70 Kg. se recolectan. Más de 30 mil toneladas diarias van a barrancos, ríos y terrenos baldíos convirtiéndose en agentes contaminantes y fuentes de infección.

Tan solo en la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se generan más de 19,000 toneladas de basura al día, el origen de esta gran cantidad de desechos provienen:

- 43% lo generan la casa habitación
- 23.5% de los comercios
- 10.4% de los mercados públicos
- 10.6% de los parques y jardines
- 1% de los hospitales
- 11.2% de otras actividades

En 1950 cada persona producía 0.37 kg de residuos al día, mientras en la actualidad se estima que por individuo genera 1kg. Dicho incremento está justificado esencialmente, por el desarrollo y evolución de la misma sociedad, puesto que la solvencia económica de una familia determinará en mayor o menor grado su consumo, y en consecuencia el número de desechos sólidos.

Asimismo con el paso del tiempo se observa un cambio en el tipo de basura, tan sólo hace algunos años ésta era casi en su totalidad orgánica, hoy en día se encuentra constituido por materiales de difícil degradación, que son menos costosos para la industria.

Una vez descrito la magnitud de los residuos que producimos y la importancia de reciclar, la presente tesis se enfocara en el tema central de estudio, el tema de las llantas: actualidad, problemas y posibles soluciones.

⁵ Importancia del reciclaje:

http://guiatic2.bligoo.com.mx/media/users/21/1076534/files/279142/GUIA_TIC_II_INFORMACIO_pdf.pdf

1.3 LAS LLANTAS COMO FUENTE GRAVE DE CONTAMINACIÓN

Es claro que en México y en el mundo existen problemas asociados a las llantas de desecho. Urgen acciones concretas que ataquen esta problemática. En México han sido pocos los esfuerzos realizados en este tema, los programas implementados van y vienen principalmente por falta de apoyos o por cambios de administración en los diferentes niveles de gobierno. Algunas entidades federativas preocupadas por el tema de las llantas en desuso se han limitado a proponer posibles soluciones como manuales o guías, aunque bien justificadas no son llevadas a cabo.

Un ejemplo de lo anterior, y que nos ayuda a dimensionar al tema de las llantas como fuente grave de contaminación es el “Manual de Gestión Integral de Residuos Sólidos” realizado conjuntamente por el gobierno de Nuevo León y la embajada británica en el 2010⁶ se describe un estudio de impacto ambiental, en el cual se menciona que anteriormente, era común la disposición en rellenos sanitarios de las llantas enteras, sin embargo, esta práctica está siendo rechazada, por dos razones principalmente:

Debido a su forma y composición, las llantas no pueden ser fácilmente compactadas, ni se descomponen. Por lo tanto, las llantas usadas consumen cantidades considerables de espacio en sitios de disposición.

Con la capacidad disminuyendo en el relleno sanitario, y con los costos de evacuación para los Residuos Sólidos Municipales incrementándose, ya no es posible aceptar materiales voluminosos.

Debido a su forma hueca, las llantas pueden atrapar aire y otros gases, lo que las convierte en boyas, que con el tiempo, “flotan” a la superficie, rompiendo la cubierta de las celdas de disposición. Estas aberturas exponen los residuos a roedores, insectos y aves, y permiten el escape de los gases, también abren vías para que la lluvia entre en las celdas, favoreciendo la generación de lixiviados.

⁶ Gestión de los residuos:
<http://www.arpet.org/docs/Mexico-Manual-de-gestion-integral-de-residuos-solidos.pdf>

1.3.1 PROBLEMAS ASOCIADOS

En el estudio anterior se menciona⁶ que existe una variedad de problemas asociados para el almacenamiento al aire libre de llantas de los cuales existen dos problemas relevantes los cuales son:

RIESGO DE INCENDIO: Un incendio de llantas puede causar impactos adversos al medio ambiente y a la salud pública, por los compuestos que las conforman. Una vez que se están quemando las llantas, es difícil apagar el incendio. La combustión incontrolada de las llantas a temperaturas relativamente bajas (menos de 1092°C) tiende a producir cantidades importante de hidrocarburos no quemados (humo negro espeso) y emisiones nocivas para la atmosfera y la calidad del aire de la ciudad. Se han identificado 38 compuestos emitidos al aire, con un potencial dañino debido principalmente a la exposición a hidrocarburos, metales, gases y vapores inorgánicos. Se ha demostrado que las emisiones al aire, provenientes de la quema de llantas a cielo abierto son muy tóxicas, incluso mutagénicas, ya que incluyen contaminantes tales como partículas, monóxido de carbono (CO), bióxido de azufre (SO₂), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos orgánicos volátiles (COVs), hidrocarburos aromáticos polinucleares (PAHs), dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, benceno, bifenilospoliclorados (PCBs); y metales como arsénico, cadmio, níquel, zinc, mercurio, cromo y vanadio. Además se pueden generar cantidades significativas de líquidos y sólidos con contenidos químicos dañinos derivados de la fundición de las llantas, que pueden ser potenciales contaminantes del suelo, agua superficial y subterránea.

PROLIFERACION DE FAUNA NOCIVA: La definición de fauna nociva se aplica a aquellas especies animales, que por condiciones ambientales o artificiales (provocadas por el hombre y sus acciones), incrementan su población llegando a convertirse en plaga, vectores potenciales de enfermedades infecto-contagiosas o causantes de daños a las actividades o bienes humanos al no poder ser regulada por mecanismos naturales. Este tipo de fauna prolifera en lugares donde se han alterado ecosistemas y existen pocas o nulas condiciones de salud. La forma de las llantas les permite actuar como un depósito debido a que capta o acumula el agua procedente de la lluvia.

⁶ Gestión de los residuos:
<http://www.arpet.org/docs/Mexico-Manual-de-gestion-integral-de-residuos-solidos.pdf>

Además, las llantas amontonadas absorben la luz solar, creando un ambiente propicio en combinación con agua estancada para la reproducción de mosquitos.

No existen depredadores naturales para los mosquitos que viven en las pilas de llantas, lo que conduce a incrementos incontrolados de la población. Estos mosquitos a menudo son transmisores de enfermedades mortales para el hombre tales como la fiebre amarilla, la encefalitis y el dengue. Otro problema asociado a las pilas de llantas es que sirven como zona de reproducción de roedores. Las condiciones que crean (presencia de agua, calor, ausencia de luz y protección) son ideales para la reproducción de este tipo de organismos.

Los roedores tienen una gran influencia en la contaminación y pérdida de alimentos, produciendo daños por mordedura e infecciones a nivel doméstico y urbano.

Además, en abundancia son perjudiciales para zonas agrícolas, para algunas industrias e instalaciones públicas; son además los responsables de la propagación de numerosas enfermedades para el hombre y animales. Las enfermedades más comunes que transmiten son: el virus de la rabia, fiebres hemorrágicas, enfermedades parasitarias y salmonelosis.

1.3.2 LEYES MEXICANAS APLICADAS A LAS LLANTAS DE DESECHO

En México no existen leyes o normas ambientales claras que ataquen o busquen solución el problema de las llantas desechadas.

Con información proporcionada por la SEMARNAT 2012⁷ Las llantas de desecho son catalogadas como “residuos especiales” en la “Ley General para la Prevención y Gestión de los Residuos” que dispone la competencia de los gobiernos estatales para el manejo de los residuos especiales (artículos 9 y 19). Es decir cada estado es responsable del control de sus residuos, lo cual claramente es una medida ineficiente ya que no habiendo leyes claras que obliguen o castiguen la mala disposición de las llantas y otro tipo de basura, estas terminan siendo depositadas en lugares inadecuados, las cuales finalmente generan afectaciones, principalmente daños ecológicos.

⁷ CONTACTO CIUDADANO SEMARNAT:
atencion.ciudadana@semarnat.gob.mx

Cabe resaltar que en abril de este año la Cámara de Senadores reformó la “Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos”, a fin de prohibir depositar llantas usadas en lugares inadecuados. Esto solo aplica para los fabricantes, importadores y distribuidores quienes estarán obligados a hacerse cargo de la gestión adecuada de las llantas.

1.3.3 CICLO DE VIDA DE UNA LLANTA

Rubén L. Albarrán Director General de ANDELLAC⁸ menciona que actualmente las llantas sobre todo las radiales son muy resistentes, tienen una vida útil de aproximadamente 90,000 K.M. o 2 años esto en condiciones normales. Lo cual no siempre se cumple ya las llantas pueden ser utilizadas un tiempo aun mayor, con un claro riesgo o probabilidades de fallas y caso contrario las llantas pueden tener un tiempo de vida menor, debido principalmente a accidentes.

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

En el siguiente diagrama se describe las etapas que una llanta puede atravesar durante su ciclo de vida desde que se compra hasta que ya no es utilizada para desplazarse a los vehículos.

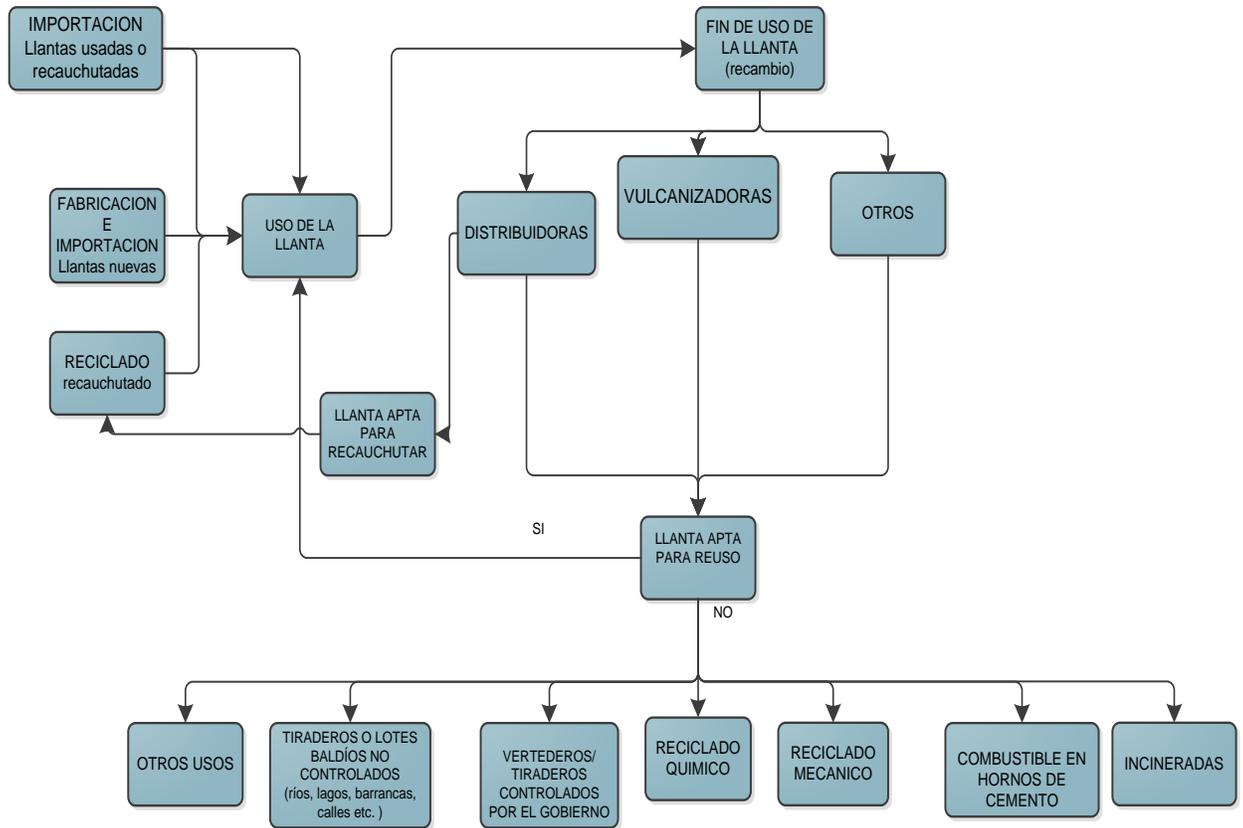


Diagrama 1 CICLO DE VIDA DE LA LLANTA. Fuente: Propia

Habiendo considerado los temas de este capítulo se puede decir que México genera una gran cantidad de todo tipo de basura aproximadamente 47 millones de toneladas en el 2011, las cuales terminan en tiraderos controlados o tiraderos clandestinos. Los estados de la república con mayor generación de basura son Distrito Federal y el Estado de México. Aunque la mayor parte de la basura 24 millones de toneladas (52 %) es orgánica de fácil degradación. El 38 % ya recibe en alguna proporción algún tipo de tratamiento, principalmente de "reciclamiento" (papel, cartón, vidrio y variedad de metales), sin embargo existe una gran proporción de más de 5 millones de toneladas (12%) de materiales clasificados como "otro tipo de basura" (incluidas las llantas), los cuales en transcurso de los años se han ido acumulando, convirtiéndose en una fuente grave de contaminación, además de haber ocupado un gran espacio en los tiraderos o basureros. Urgen soluciones para la disposición o tratamiento adecuado de este último tipo de residuo, ya sea reduciéndolos, reutilizarlos o reciclarlos.

Analizando en específico el tema de llantas de desecho, es claro que aparte de haberse convertido en una fuente grave de contaminación, también se han ido acumulando y ocupando un espacio considerable en tiraderos controlados o ilegales.

Finalmente se recomendaría la creación de leyes claras o iniciativas que promuevan la disposición o tratamiento adecuado de nuestra basura. Es por lo anterior que se deben impulsar proyectos que ataquen las problemáticas asociadas a la basura.

CAPITULO 2

DEFINICION, CLASIFICACION Y ANALISIS DEL
MERCADO DE LLANTAS EN MEXICO

2.1 DEFINICIÓN DE UNA LLANTA

El Ing. Guillermo castro del departamento de Ingeniería Mecánica de La Universidad de Buenos Aires en un estudio realizado en el 2008 llamado “Materiales y compuestos para la industria del neumático”⁹ define a la llanta de la siguiente manera: Consiste en una cubierta principalmente de caucho que contiene aire el cual soporta al vehículo y su carga. Su invención se debe al norteamericano Charles Goodyear quién descubrió, accidentalmente en 1880, el proceso de vulcanización, con el que se da al caucho la resistencia y solidez necesaria para fabricarlo.

La llanta es un elemento elástico de las ruedas de los vehículos con una envoltura que contiene aire a presión, la cual tiene por objeto soportar las cargas que actúan sobre el vehículo y transmitir al terreno las fuerzas necesarias para el movimiento. Está constituida por una cubierta, banda de rodadura de goma labrada, que tiene la finalidad de evitar el derrape del vehículo; una carcasa, estructura resistente, formada por capas de hilos o de cables incorporados en el caucho, y una cámara de aire (ausente en aquellas llantas en las que la presión de aire está asegurada por una mezcla especial con la que se recubre el interior de la carcasa).

La complejidad de la forma y de las funciones que cada parte de la llanta tiene que cumplir se traduce también en una complejidad de los materiales que lo componen. El principal componente de las llantas es el caucho (más de la mitad de su peso).

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

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

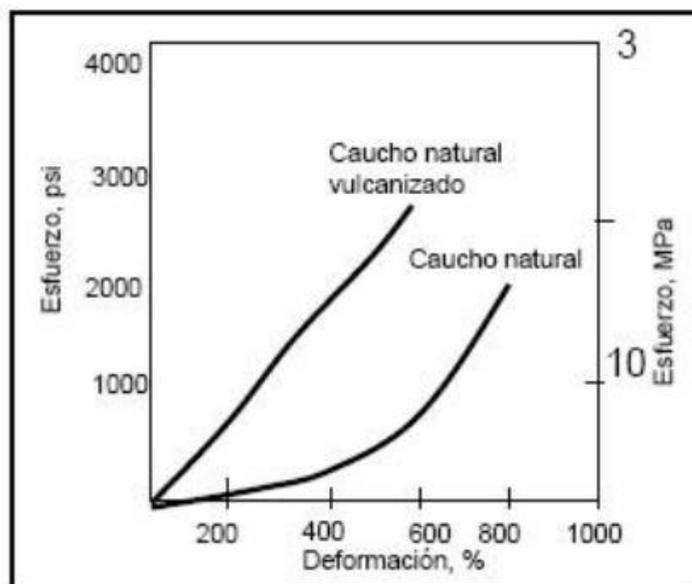
⁹ Materiales y compuestos:
http://materias.fi.uba.ar/6715/Material_archivos/Material%20complementario%2067.17/Materiales%20y%20Compuestos%20para%20la%20Industria%20del%20Neumatico.pdf

Los tipos de caucho más empleados en la fabricación de las llantas son:

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

Todos los tipos de cauchos poseen diferentes propiedades, pero también con algo en común: todos, una vez vulcanizados pueden ser muy duraderos, por lo que necesitarían una gran cantidad de tiempo para su degradación. La combinación se realiza de modo que los cauchos naturales proporcionen elasticidad y los sintéticos, estabilidad térmica. Esta combinación de efectos favorece la durabilidad y la capacidad de adaptarse a las nuevas exigencias del tránsito.

El proceso de vulcanización a que se someten las llantas es un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión y temperatura: En el proceso de vulcanización el caucho pasa de ser un material termoplástico a ser uno elastomérico. Las posibilidades de deformación son muy diferentes, como se ilustra en la siguiente figura.



COMPARACIÓN ESFUERZO-DEFORMACIÓN DEL CAUCHO⁹

⁹ Materiales y compuestos:
http://materias.fi.uba.ar/6715/Material_archivos/Material%20complementario%2067.17/Materiales%20y%20Compuestos%20para%2001a%20Industria%20del%20Neumatico.pdf

La adición de cargas hace abaratar el valor de la llanta, dándole cuerpo y rigidez, se utilizan negro de humo, arcillas modificadas, además en los últimos años se ha utilizado como carga inerte o de relleno el caucho obtenido del reciclaje de llantas.

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

Además de caucho, las llantas están compuestas por:

- Rellenos reforzantes: el negro de humo, formado de partículas muy pequeñas de carbono, que aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste.
- Fibras reforzantes: textiles y de acero, usualmente en forma de hilos, que aportan resistencia a las llantas: algodón, nylon y poliéster. La cantidad de acero y fibras sintéticas reforzantes en las llantas varía según el fabricante.
- Plastificantes: se adicionan para facilitar la preparación y elaboración de las mezclas, utilizándose para el control de la viscosidad. Reducen la fricción interna durante el procesado y mejoran la flexibilidad a bajas temperaturas del producto: aceites minerales (aromáticos, nafténicos y parafínicos) y de tipo éster.
- Agentes vulcanizantes: el azufre se usa para entrecruzar las cadenas de polímero en el caucho
- Acelerantes: compuestos órgano - sulfurados, benzotiazol y derivados, óxido de zinc y ácidoesteárico.
- Retardantes: N-nitroso difenil amina.
- Otros componentes (antioxidantes o antiozonizantes, adhesivos).

La RUBBER manufacturers association (la asociación nacional de fabricantes de llantas de EE.UU.) describe¹⁰ que en forma general la llanta está compuesta por los siguientes componentes.

Llantas MCT (camiones y microbuses) Peso promedio 45Kg	% de Composición de la llanta (Camiones y Microbuses)	% de Composición de la llanta (Autos y Camionetas)
Caucho Natural	28%	18%
Caucho sintético	20%	30%
Carbón negro	22%	22%
Acero	15%	15%
Fibra, suavizantes, óxidos, antioxidantes, etc.	15%	15%
Total	100%	100%

Tabla 4 COMPOSICIÓN DE LLANTAS¹⁰

Cabe mencionar que al reciclar la llanta se pueden obtener nuevamente las materias primas de su elaboración, ya sea químicamente o mecánicamente. En el caso del tratamiento químico se obtiene un mayor número de materiales (Metales, Carbones, Hidrocarburos gaseosos, Aceites, Coque de petróleo etc.) mientras que mecánicamente solo se puede obtener el siguiente porcentaje del total de la llanta: el 15% es acero, 5% es fibras textiles y finalmente obtenemos 80% de una mezcla de diferentes componentes (caucho natural, caucho sintético, carbón negro o negro de humo, antioxidantes entre otros). Finalmente es importante mencionar que la información anterior es de gran importancia para el desarrollo de la presente tesis, por ello será retomada en el siguiente capítulo.

¹⁰composicion de una llanta: <http://www.rma.org/>

2.2 LA CLASIFICACIÓN DE LAS LLANTAS

Michelin describe¹¹ que existen las llantas del tipo diagonal y las de tipo radial.

2.2.1 LLANTA CONVENCIONAL

La llanta es llamada diagonal o convencional cuando la carcasa está compuesta por lonas superpuestas y cruzadas unas en relación a las otras. Dichas lonas están compuestas por fibras textiles. En este tipo de construcción, los costados son solidarios a la banda de rodadura. Cuando la llanta está en movimiento, cada flexión de los costados es transmitida a la banda de rodadura, deformando la elipse de contacto al terreno.

Características

- Mayor desgaste - Menor kilometraje.
- Mayor consumo de combustible.
- Mayor generación de calor - Mayor fricción contra el terreno, fricción entre lonas y poca disipación del calor por parte del material textil.
- Menor adherencia - Menor área de contacto llanta/terreno, deformaciones en la banda de rodadura.
- Menor estabilidad - Pérdida de la trayectoria causada por las deformaciones en la banda de rodadura.
- Mayor posibilidad de cortes/perforaciones - Carcasa rígida y de material textil.

2.2.2 LLANTA RADIAL

En la llanta radial, los cables de la carcasa están dispuestos en arcos perpendiculares al plano de rodadura y orientados en dirección al centro de la llanta. La estabilización al terreno es obtenida a través de 3 o 4 lonas de acero superpuestas.

¹¹ Tipo de llantas: <http://www.michelin.com.ar>

Por ser una carcasa única, no existe fricción entre lonas - sólo flexión - lo que evita el aumento de la temperatura interna de la llanta.

Características

- Menor desgaste - Aumento del kilometraje.
- Mayor ahorro en el consumo de combustible.
- Reducción del calentamiento - No existe fricción entre las lonas de la carcasa, disminuye el frotamiento con el suelo y el acero es un excelente transmisor de calor.
- Mayor adherencia - El área de contacto la llanta/terreno es mayor y constante.
- Mayor estabilidad - Con la reducción de las deformaciones de la banda de rodamiento, la llanta sigue una trayectoria definida.
- Menor posibilidad de cortes/perforaciones - Carcasa más flexible y con "alma de acero".



ESTRUCTURA RADIAL Y CONVENCIONAL ¹¹

El avance y el uso de llantas radiales han sido muy importantes. Sin embargo aún existen en uso llantas convencionales tanto para camioneta como para camión. En el caso de camionetas o camión ligero la proporción es de 47% para llantas convencionales y 53% para llantas radiales. En llantas para autobuses y camiones actualmente la proporción es de 51% para llantas radiales y 49% para llantas convencionales.

¹¹ Tipo de llantas: <http://www.michelin.com.ar>

2.3 DIMENSIONES POR TIPO DE LLANTA

Es importante mencionar que las medidas o especificaciones de las llanta varían dependiendo el tipo de rin. En el cuadro siguiente se muestran las medidas de las llantas más comunes.

Piezas	Especificaciones	Diámetro Promedio (cm)	Ancho de llanta Promedio (cm)
Llantas automóvil	Tipo de rin 10 a 15 pulgadas	55	17
Llantas camioneta	Tipo de rin de 16 a 18 pulgadas	64	19
Llantas camión	Tipo de rin de 19 a 24.5 pulgadas	100	22

Tabla 5 DIMENSIONES POR TIPO DE LLANTA FUENTE "PROPIA (2012)"

2.4 PARTES QUE CONFORMAN LA LLANTA

Michelin describe¹² de forma general como está conformada o construida una llanta. Estas se conforman por diferentes partes que en general se puede considerar que son las siguientes: la banda de rodadura, el cuerpo y las cuentas.

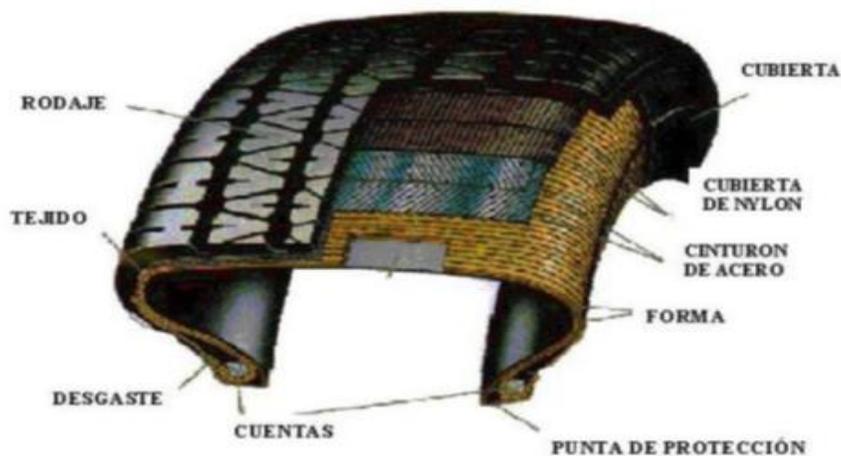
La banda de rodadura es una almohadilla espesa de caucho con ranuras para formar listones o espinazos, la banda proporciona tracción para mover y detener (frenar) al vehículo, también previene el deslizado y patinado del vehículo, cuando éste se encuentra en movimiento.

El cuerpo está constituido por capas de textil intercaladas en el caucho, el cual da fuerza y forma a la llanta.

Las cuentas, son las dos vendas que sostienen a la llanta o su rueda, estas se localizan a lo largo de los bordes internos de la llanta y se componen de cuerdas de alambre rodeadas por caucho que se cubre con textil.

¹² Partes de una llanta: <http://www.michelin.com.mx/tires-101/tire-basics/about-tires/tire-construction.page>

PRINCIPALES PARTES DE UNA LLANTA



PRINCIPALES PARTES DE UNA LLANTA¹²

A su vez estas tres partes están constituidas por las siguientes:

- Cinturón estabilizador: en su mayoría son de acero y proporcionan resistencia a la llanta, estabiliza la banda de rodamiento y protege a esta contra pinchaduras.
- Capa radial: contiene la presión del aire de la llanta y junto a los cinturones estabilizadores transmite toda la fuerza del freno y dirección entre la rueda y la banda de rodamiento.
- Costados: su hule está especialmente compuesto para resistir la flexión y la intemperie, proporcionando al mismo tiempo protección a la capa radial.
- Sellante: Consiste en adicionar una o dos capas de hule, esto es para las llantas que no usan cámara.
- Relleno de la ceja: piezas de hule con características especiales que se usan para llenar el área de la ceja y la parte inferior del costado, para proporcionar una transición suave al área rígida de la ceja del área flexible del costado.
- Refuerzos de ceja: es una capa colocada sobre el interior del amarre de la capa radial, en el área de la ceja y la parte inferior del costado, proporciona una transición de la ceja al costado.
- Ribete: usado como referencia para el asentamiento adecuado de la ceja sobre el rin.

¹² Partes de una llanta: <http://www.michelin.com.mx/tires-101/tire-basics/about-tires/tire-construction.page>

2.5 PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO

Para la realización de este proyecto es importante analizar varios factores relacionados con las llantas desechadas en México, un factor clave para visualizar el impacto que se genera por el consumo de llantas se ve reflejado en el parque vehicular. Actualmente el parque vehicular de México se ubica en alrededor de 30 millones unidades en circulación en 2009, y se estima que entidades como Guadalajara, Monterrey, el Estado de México, y por supuesto el Distrito Federal, son las que más unidades tienen en circulación, como se indica en la tablas 9 y 10 obtenidas por el INEGI¹³ 2011. Es importante resaltar este tema ya que el aumento del parque vehicular en México va de la mano con el aumento en el consumo y desecho de llantas.

Vehículos de motor registrados en circulación por entidad federativa según clase de servicio

Entidad federativa	Total	Automóviles			Camiones de pasajeros				
		Total	Oficial	Público	Particular	Total	Oficial	Público	Particular
2009 P/									
Estados Unidos Mexicanos	30 904 659	20 523 704	54 488	513 563	19 955 653	337 391	1 706	170 634	165 051
Aguascalientes	411 864	261 876	1 414	5 186	255 276	1 982	5	1 466	511
Baja California al	1 475 939	1 085 329	0	13 320	1 072 009	12 600	0	6 267	6 333
Baja California Sur	470 410	300 870	320	4 465	296 085	2 129	194	948	987
Campeche	169 739	90 701	429	2 794	87 478	870	21	608	241
Coahuila de Zaragoza	679 745	417 651	410	8 333	408 908	52 088	9	4 989	47 090
Colima	214 082	109 734	688	1 925	107 121	800	16	584	200
Chiapas	559 845	283 318	2 717	11 785	268 816	8 294	68	7 094	1 132
Chihuahua al	1 181 161	787 052	2 989	2 912	781 151	5 635	0	4 097	1 538
Distrito Federal	4 120 535	3 824 532	0	114 037	3 710 495	32 304	0	1 964	30 340
Durango	432 122	245 915	601	9 438	235 876	2 424	19	2 049	356
Guanajuato	1 251 246	678 548	5 360	10 530	662 658	18 615	425	5 084	13 106
Guerrero	666 071	408 177	363	34 697	373 117	44 461	62	8 083	36 316
Hidalgo	821 939	461 001	1 392	5 947	453 662	3 759	5	2 699	1 055
Jalisco	2 672 455	1 558 614	4 692	15 105	1 538 817	10 773	74	6 197	4 502
México	2 913 512	2 303 728	6 664	69 481	2 227 383	44 131	19	43 276	836
Michoacán de Ocampo	1 499 714	727 833	2 033	22 556	703 244	10 878	52	8 836	1 990
Morelos	358 219	246 864	0	14 700	232 164	4 631	0	4 631	0
Nayarit	309 753	152 031	0	5 316	146 715	1 646	0	1 063	583
Nuevo León	1 890 350	1 327 025	2 947	22 772	1 301 306	15 321	100	14 226	995
Oaxaca	356 439	176 290	2 126	13 580	160 604	3 567	140	969	2 458
Puebla	1 138 679	695 365	4 221	25 034	666 110	9 237	113	6 165	2 959
Querétaro	426 844	278 785	2 120	6 152	270 513	3 389	52	2 902	435
Quintana Roo	431 244	259 395	186	26 031	233 178	2 045	4	1 605	436
San Luis Potosí	776 561	426 905	1 156	6 285	419 464	3 845	20	3 308	517
Sinaloa	854 368	473 569	197	3 490	469 882	6 611	1	4 096	2 514
Sonora al	689 176	559 455	0	5 053	554 402	5 940	0	3 275	2 665
Tabasco	388 266	229 935	2 524	7 066	220 345	2 386	84	1 497	805
Tamaulipas	932 874	617 613	2 462	8 822	608 329	5 613	141	4 386	1 086
Tlaxcala	207 279	171 139	742	1 104	169 293	5 733	4	5 492	237
Veracruz de Ignacio de la Llave	1 420 654	843 590	1 491	30 171	811 928	11 003	23	9 354	1 626
Yucatán	492 699	310 670	3 430	5 454	301 786	2 530	45	2 038	447
Zacatecas	490 875	210 194	614	2 042	207 538	2 151	10	1 386	756

Tabla 6 PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO INEGI 2011¹³

¹³ Parque vehicular: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/registros/economicas/vehiculos/default.aspx>

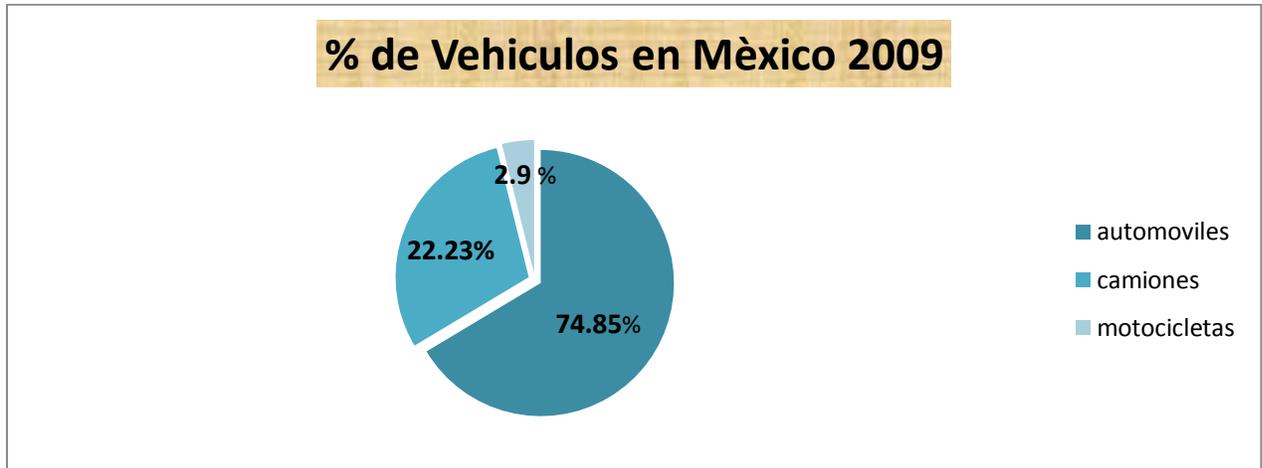
Vehículos de motor registrados en circulación por entidad federativa según clase de servicio

Entidad federativa	Camiones de carga			Motocicletas				
	Total	Oficial	Público	Particular	Total	Oficial	De alquiler	Particular
2009 P/								
Estados Unidos Mexicanos	8 842 518	70 150	144 751	8 627 617	1 201 046	10 812	15 692	1 174 542
Aguascalientes	133 239	1 426	1 192	130 621	14 767	291	1	14 475
Baja California al	367 864	0	1 127	366 737	10 146	0	0	10 146
Baja California Sur	160 727	380	3 633	156 714	6 684	24	693	5 987
Campeche	40 931	859	1 009	39 063	37 237	94	8 159	28 984
Coahuila de Zaragoza al	206 385	964	2 943	202 478	3 621	282	0	3 339
Colima	83 059	798	359	81 902	20 489	168	0	20 321
Chiapas	232 682	4 789	6 885	221 008	35 551	645	499	34 407
Chihuahua al	380 791	0	1 113	379 678	7 683	0	0	7 683
Distrito Federal	98 990	0	3 021	95 969	164 709	0	0	164 709
Durango	177 582	1 351	2 947	173 284	6 201	109	0	6 092
Guanajuato	491 062	7 822	1 664	481 576	63 021	1 526	0	61 495
Guerrero	190 993	617	12 720	177 656	22 440	36	181	22 223
Hidalgo	352 524	1 407	7 182	343 935	4 655	93	0	4 562
Jalisco	940 371	5 457	1 110	933 804	162 697	642	381	161 674
México	501 184	2 391	576	498 217	64 469	220	0	64 249
Michoacán de Ocampo	687 803	4 778	2 596	680 429	73 200	433	0	72 767
Morelos	93 556	0	999	92 557	13 168	0	0	13 168
Nayarit	142 963	0	856	142 107	13 113	0	0	13 113
Nuevo León	511 962	3 100	35 966	472 896	36 042	889	0	35 153
Oaxaca	154 599	6 055	6 054	142 490	21 983	645	4 018	17 320
Puebla	406 116	5 636	1 125	399 355	27 961	759	0	27 202
Querétaro	137 759	3 500	3 976	130 283	6 911	546	0	6 365
Quintana Roo	79 664	414	3 509	75 741	90 140	195	1 733	88 212
San Luis Potosí	304 377	1 754	913	301 710	41 434	652	0	40 782
Sinaloa	342 403	534	8 813	333 056	31 785	171	0	31 614
Sonora al	313 875	0	5 437	308 438	9 906	0	0	9 906
Tabasco	117 914	4 067	2 995	110 852	38 031	263	1	37 767
Tamaulipas	298 488	3 453	9 495	285 540	11 160	308	0	10 852
Tlaxcala	23 933	669	5 099	18 165	6 474	199	0	6 275
Veracruz de Ignacio de la Llave	504 542	2 310	4 296	497 936	61 519	432	0	61 087
Yucatán	99 727	4 304	2 747	92 676	79 772	1 073	6	78 693
Zacatecas	264 453	1 315	2 394	260 744	14 077	117	20	13 940

Tabla 7 PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO INEGI 2011¹³

¹³ Parque vehicular: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/registros/economicas/vehiculos/default.aspx>

Por lo tanto en cuanto a porcentajes de vehículos se estiman que el 74.85% son automóviles y camionetas, 22.23% camiones pesados y ligeros así como autobuses y el 2.9 % motocicletas como se muestra en la siguiente gráfica:



Gráfica 1 PORCENTAJE DE PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO fuente "INEGI" (2011)

En cuanto al parque vehicular la tabla siguiente muestra los estados con mayor parque vehicular al 2009 de un total de 30.904 millones (100%) que comprenden todo tipo de vehículos.

Estado	Cantidad	Porcentaje
Distrito Federal	4,120,535	13.3%
Estado de México	2,913,512	9.4%
Jalisco	2,672,455	8.6%
Nuevo León	1,890,350	6.1%
Veracruz	1,420,654	4.5%
Baja California Norte	1,475,939	4.7%
Michoacán	1,499,714	4.8%
Total	15,993,159	51.7%

Tabla 8 ESTADOS CON MAYOR PARQUE VEHICULAR FUENTE INEGI (2011)¹³

Una vez analizado el parque vehicular podemos deducir que existe una demanda, consumo y desecho de llantas principalmente en los estados enlistados en la tabla anterior.

¹³ Parque vehicular: <http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/registros/economicas/vehiculos/default.aspx>

2.6 EL MERCADO DE LLANTAS EN MEXICO

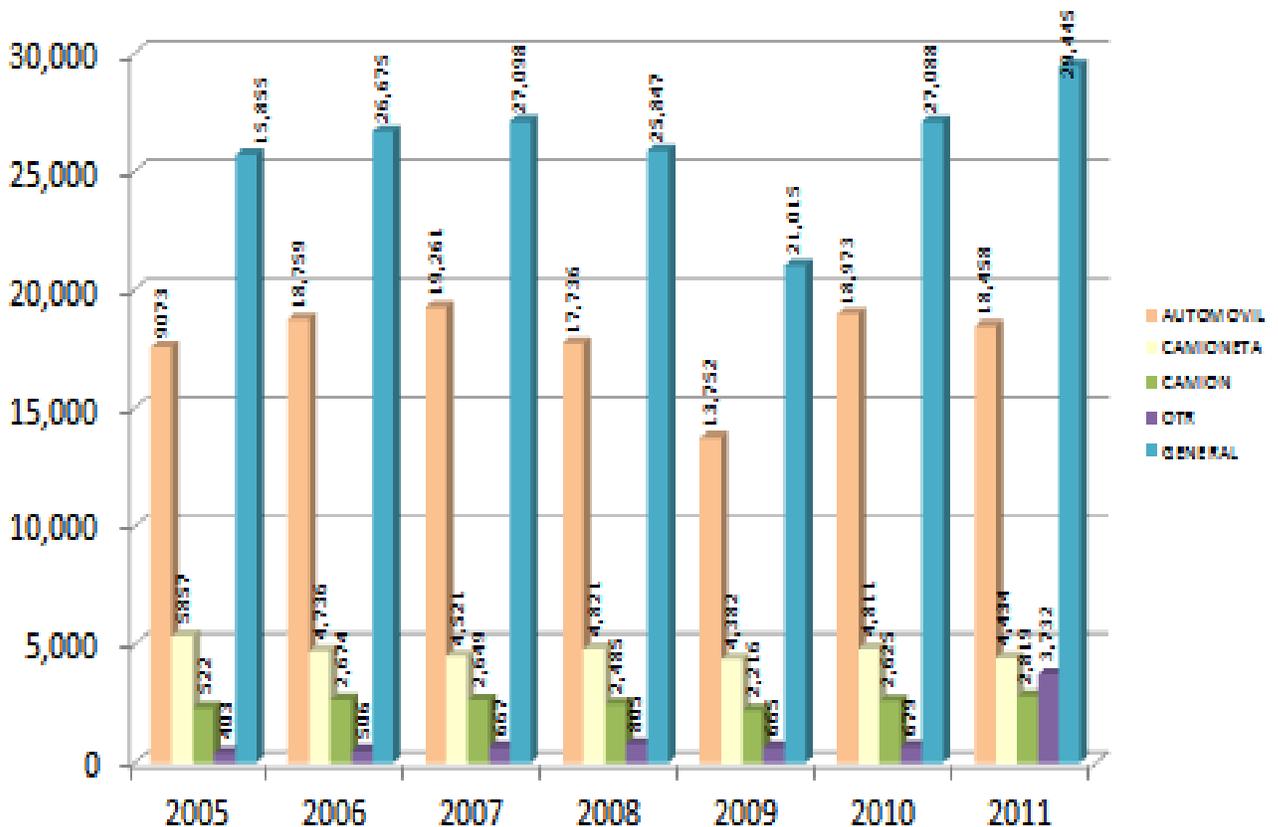
Habiendo revisado los datos anteriores se puede estimar el mercado de las llantas en México, que es una parte para el desarrollo de la presente tesis. Ya que refleja principalmente el número de llantas que se desechan anualmente en México. La Cámara Nacional de la Industria Hulera, estima⁸ que en 2011 se generó en la República Mexicana aproximadamente 29 millones de llantas como promedio anual. ANDELLAC estima que el 62.68% automóviles, el 15.05% camionetas, 9.57% de camiones pesados y pasajeros y el 12.67% restante son llantas especiales para motocicletas, aviones, equipo de construcción y otros vehículos.



Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas y Plantas Renovadoras, A.C.

MERCADO

Miles



Gráfica 2 MERCADO DE LAS LLANTAS EN MÉXICO⁸

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC)
ruben_andellac@hotmail.com

De las 29 millones de llantas son distribuidas⁸ o puestas a la venta en todo el país con la siguiente distribución y localización donde se puede ver qué el Estado de México y Distrito federal son las que cuentan con mayores sucursales.

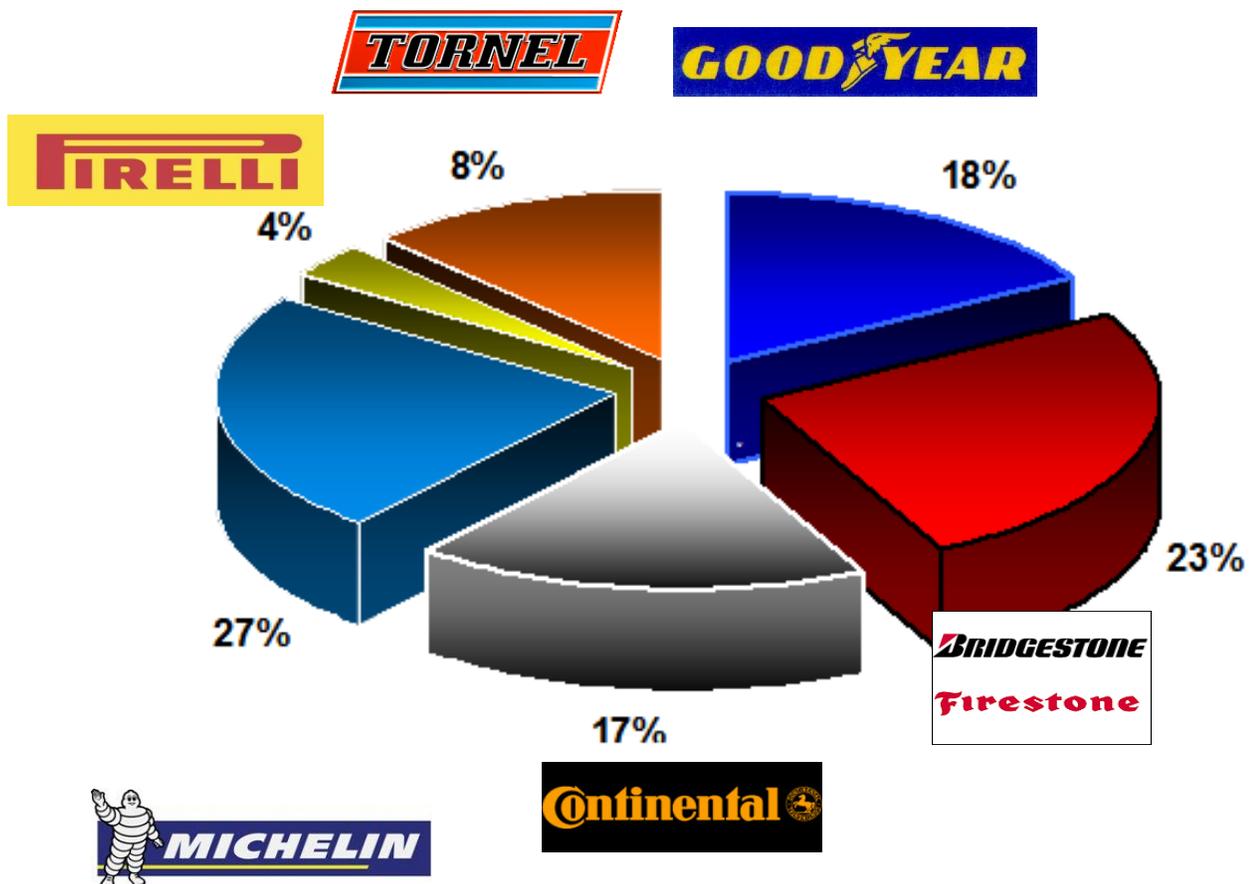
Entidad Federativa	B.F.	CONTINENTAL	GOOD YEAR	MICHELIN	PIRELLI	TORNEL	TOTAL
D.F.	89	43	45	46	22	39	284
Edo. México	73	46	40	38	13	52	262
Aguascalientes	7	6	7	4	1	4	29
Baja California	10	5	7	22	11	4	59
Baja California Sur	7	0	2	2	0	0	11
Campeche	4	6	3	4	0	1	18
Coahuila	15	14	9	18	2	5	63
Colima	11	7	4	3	1	4	30
Chiapas	13	5	9	16	5	8	56
Chihuahua	14	17	10	25	11	7	84
Durango	7	3	1	9	1	3	24
Guanajuato	23	22	27	37	12	5	126
Guerrero	12	7	4	12	3	5	43
Hidalgo	9	11	10	12	2	6	50
Jalisco	54	30	22	35	17	15	173
Michoacán	13	10	15	22	9	11	80
Morelos	11	8	9	5	5	12	50
Nayarit	2	5	1	2	0	1	11
Nuevo León	41	39	27	26	11	7	151
Oaxaca	15	8	14	9	2	10	58
Puebla	13	11	14	27	7	8	80
Querétaro	12	4	10	25	9	7	67
Quintana Roo	13	16	4	5	3	5	46
San Luis Potosí	10	9	13	10	3	7	52
Sinaloa	20	15	10	30	3	9	87
Sonora	28	12	20	27	1	3	91
Tabasco	9	5	7	16	5	3	45
Tamaulipas	19	22	17	15	0	16	89
Tlaxcala	3	4	1	6	0	2	16
Veracruz	35	21	24	41	9	25	155
Yucatán	21	26	11	10	4	5	77
Zacatecas	8	5	5	5	3	4	30
TOTAL	621	442	402	564	79	293	2401

Tabla 9 DISTRIBUIDORAS DE LLANTAS EN MÉXICO Fuente ANDELLAC (2012)⁸

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

2.7 PRINCIPALES FABRICANTE Y PROVEEDORES DE LLANTAS EN MÉXICO.

La ANDELLAC (Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas y Plantas Renovadoras, A.C) menciona⁸ que la industria llantera mexicana está creciendo a un ritmo constante calculan un crecimiento anual entre el 7 al 9 %. La industria llantera en México está compuesta por cuatro principales empresas fabricantes (Compañía Hulera Tornel, Bridgestone/Firestone, Continental Tire de México, S.A. e Industrias Michelin). Adicionalmente se encuentran tres empresas que son importadoras (Goodyear Servicios Comerciales, Compañía Hulera Euzkadi y Pirelli).



Gráfica 3 PRINCIPALES FABRICANTE Y PROVEEDORES DE LLANTAS EN MÉXICO. FUENTE ANDELLAC (2012)⁸

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC)
ruben_andellac@hotmail.com

2.8 PROYECCIÓN DE LA OFERTA

La ANDELLAC estima⁸ que en el 2012 la cifra de llantas desechadas o fuera de uso será de más de 30 millones de llantas. Esta cifra el promedio esta presentado un crecimiento anual del 8 % es decir que para el 2013 esta cifra aumentara a 32.400 millones de llantas.

Con lo anterior podremos concluir que el mercado de las llantas seguirá crecimiento de forma constante y estable los próximos años lo cual garantiza un mayor número de llantas desechadas y convertidas en basura, lo cual finalmente conllevara a agravar la contaminación producida por estas.

2.9 CONSUMO NACIONAL APARENTE DE CAUCHO

Habiendo analizando el mercado de llantas en México, se verá una vista general del posible mercado del caucho reciclado obtenido de las llantas de desecho, tanto mercado potencial como la demanda o consumo aparente de caucho en México.

En este rubro cabe aclarar que el proyecto busca como clientes potenciales a aquellas empresas que utilizan caucho natural y sintético del tipo SBR como materia prima.

Según informes de la Cámara de hules y plásticos de México¹⁴ en el año 2010 la industria está representada por más de 2500 empresas de las cuales el 73.8% se encuentran en cuatro Entidades Federativas: Guanajuato (27.1%), Distrito Federal (10.4%), Jalisco (12.4%) y Edo. de México (23.9%). Le siguen en importancia nuevo León y Puebla que sumadas significan el 8.7% de las unidades económicas del país el 17.5% restante se localizan distribuidas en toda la República Mexicana. Por ultimo aseguran que la industria hulera y de plástico en México presenta un incremento promedio anual del 17 %. Estas empresas requieren y consumen Caucho o hule tanto sintético como natural.

⁸RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC)
ruben_andellac@hotmail.com

¹⁴ Cámara de hules y plásticos de México
<http://hulesyplasticosdemexico.es.tl/LA-INDUSTRIA-DEL-PL%20C1STICO-EN-M%20C9XICO.htm>

En el caso del hule o caucho natural en el 2011 en México existió una demanda de aproximadamente de **100 mil Toneladas**¹⁵. Mientras que el consumo de Hule o Caucho sintético del tipo SBR alcanzó una cifra de **201 mil Toneladas**¹⁵ un precio ambos de aproximadamente de 5000 USD la tonelada.

Es claro que existe un potencial mercado para los productos obtenidos del reciclado de las llantas en desuso. Sin embargo aún hace falta promover este tipo de productos en la industria, además se deben seguir desarrollando nuevos productos fabricados a partir del reciclado de la llanta.

2.10 LA ACTUALIDAD Y OPORTUNIDADES DE NEGOCIO DEL RECICLAJES DE LLANTAS EN MEXICO.

A continuación se analizaran algunos aspectos del prometedor proyecto de implementar una recicladora de llantas en México.

2.10.1 LA SITUACIÓN ACTUAL DEL RECICLAJE DE LLANTAS EN MÉXICO.

En México el mercado de reciclado de llantas de desecho está en un claro rezago, aunque se esperan grandes avances en lo referente al acopio y reciclaje. Pero se puede afirmar que en México el reciclado de llantas está en pleno desarrollo. Esto es debido principalmente a la escasa conciencia ambiental, a un casi inexistente sistema de control, a la falta de leyes o normas mexicanas en el tratamiento o disposición final de las llantas en desuso, así como la falta de mecanismos o tecnologías necesarios para el correcto tratamiento/recuperación de llantas fuera de uso.

La magnitud del rezago en el reciclaje de llantas trasciende de tal forma ve reflejada en comparación con países de alto desarrollo como Estados Unidos que genera por año más de 300 millones de llantas usadas de los cuales se calcula que aproximadamente un 70% de ellas se recicla, así mismo la Unión Europea genera otros 120 millones de los cuales reciclan hasta el 60% por ciento de sus llantas usadas.

¹⁵CONTACTO CIUDADANO SECRETARIA DE ECONOMÍA: contacto.ciudadano@economia.gob.mx

Como ya se analizó anteriormente en México se generan entre 29 y 30 millones de llantas anualmente, solo del comercio formal, no se tomaron en cuenta las llantas provenientes de las fronteras norte y sur del país donde según la (SEMARNAT) ¹⁶ entran al país un aproximado de 6 millones de llantas, las cuales llegan junto a los carros llamados chocolate de estos 6 millones el 90 % entran por toda la frontera norte.

Algunas ciudades de México han iniciado programas de investigación, rehusó o reciclaje de llantas usadas, tales como todas las ciudades fronterizas, así como Guadalajara, Distrito Federal y su zona metropolitana.

El avance más claro del reciclado de llantas en México se refleja principalmente en la frontera norte con EUA donde surgió un proyecto denominado PROGRAMA FRONTERA¹⁷ el cual es un programa ambiental binacional a cargo de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT) y la Agencia de Protección al Medio Ambiente de los Estados Unidos (USEPA). Su misión es “proteger el medio ambiente y la salud pública en la región fronteriza México - Estados Unidos, de manera consistente con los principios de desarrollo sustentable”.

De igual manera su objetivo o finalidad es la limpieza del aire, provisión de agua potable, reducción del riesgo de exposición a desechos peligrosos, y aseguramiento de un programa de respuesta a emergencias; todo ello a lo largo de la frontera México-Estados Unidos. En cual se establece un plan sobre el tratamiento o disposición final de varios tipos de residuos nocivos para el medioambiente en el cual se incluye las llantas en desuso.

Cabe resaltar que hoy en día han surgido empresas dedicadas al reciclado y transformación de llantas en productos nuevos, como impermeabilizantes, variedad de productos en la industria hulera, así como los utilizados para enriquecer las mezclas de insumos en la construcción.

¹⁶ CONTACTO CIUDADANO SEMARNAT: atencion.ciudadana@semarnat.gob.mx

¹⁷ Programa frontera:

http://www.cocof.org/Esp/VLibrary/Publications/BECC_Publications/PoI%C3%ADtica%20Publica%20para%20Manejo%20Integral%20de%20Llantas%20de%20Desecho%20en%20la%20frontera.pdf

2.10.2 EL RECICLAJE DE LAS LLANTAS (VISTA COMO UNA NECESIDAD Y COMO UNA OPORTUNIDAD DE NEGOCIO)

La Red GIRE SOL (Gestión Integral de Residuos Sólidos) creada en el 2004 por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología (INE) y la cooperación Alemana al Desarrollo (GIZ), afirman¹⁸ que el negocio del reciclaje de llantas genera altas ganancias en países de alto desarrollo. En México este tipo de negocios aún se encuentra en una etapa inicial, no obstante se prevé que en los próximos años haya un mayor número de empresarios que se involucren en el alternativo mercado verde, en el que las cementeras del país parecen llevar la delantera.

Debido a esto el reciclaje de las llantas anteriormente tenía un alto costo de operación principalmente a que la tecnología se encuentra todavía en las etapas iniciales de desarrollo, lo que significa que hay grandes oportunidades en este campo para la inversión y expansión. Un factor importante para entender también que es un sistema de reciclado de llantas puede procesar otros materiales de desecho y lo que aumenta el valor de la maquinaria obtenida y mejora la oportunidad de crecimiento del negocio.

Esta es, sin duda es una oportunidad de negocio que en México está naciendo y que muestra, en algunos de sus usos, ser una solución que persigue mejorar el medio ambiente e incluso ser una opción a bajos costos en materia prima para una gran variedad de empresas o negocios.

¹⁸ Oportunidades de Negocio del reciclaje: <http://www.giresol.org/>

En este capítulo se analizó la estructura y composición de los diferentes tipos llanta, donde destacan la cubierta o cuerpo de la llanta la cual está constituida principalmente por una mezcla de caucho vulcanizado, refuerzos textiles y anillos estabilizadores de acero. La proporción de estos depende en gran medida del tipo de llanta (radial, convencional) para todos los tipos de vehículos (automóvil, camión o camioneta).

Se identificó la tendencia en el crecimiento del parque vehicular (30 millones hasta el 2009) así como las entidades federativas que cuentan con un mayor parque vehicular donde el D.F, Estado de México, Jalisco Nuevo León, Veracruz, Baja California Norte y Michoacán concentran más del 51 % del total nacional. Por consiguiente estas entidades están consumiendo una gran cantidad de llantas. A nivel nacional existe un consumo o mercado de más 29 millones llantas esto en el 2011 (este mercado está presentando un crecimiento promedio del 8 al 9 % anual).

De igual manera se identificó el consumo aproximado de caucho sintético y natural para las más de 2500 empresas que existen en México (las cuales se encuentran principalmente en Nuevo León y el área metropolitana de la ciudad de México). Donde estas empresas utilizan caucho como materia prima. En el 2011 estas empresas consumieron aproximadamente 300 mil toneladas de caucho (Recordando que el caucho es el principal componente de las llantas).

Como ya se ha mencionado las llantas de desecho son una fuente grave de contaminación. Sin embargo esto no debe ser así, ya que las llantas de desecho deben ser tratadas ya sea reduciéndolas o reciclándolas, además de que pueden convertirse en una oportunidad de negocio para nuevos emprendedores.

CAPITULO 3

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TECNICA PARA EL
RECICLADO DE LLANTAS

3.1 PROCESOS DE RECICLAJE Y PRODUCTOS OBTENIDOS DE LAS LLANTAS DE DESECHO.

Se consideraron varias fuentes con respecto a los posibles procesos de reciclado y reutilización de la llanta, así como los productos obtenidos de la llanta reciclada, muchas de estas coinciden en su información sin embargo la fuente más confiable que se tomara en cuenta fue la “Guía sobre aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México¹⁹” realizada en el 2012 por la EPA (Agencia de Protección Ambiental de los EE.UU.) con la colaboración de la SEMARNAT, en donde se describe los siguientes puntos.

3.1.1 REUTILIZACION

Existen Múltiples ejemplos en los cuales pueden utilizarse las llantas totalmente enteras, sus flancos y banda de rodamiento como: parques infantiles, defensa de muelles o embarcaciones, rompeolas, etc., o más directamente relacionado con las llantas, barreras anti-ruidos, taludes de carretera, estabilización de zonas anegadas, pistas de carreras, o utilidades agrícolas para retener el agua, controlar la erosión, etc.

Es posible encontrar llantas enteras en pistas de alta velocidad y Kartódromos así como en atracadero de botes y sitios de descarga, en donde son utilizados como barreras de contención y amortiguadores respectivamente.

3.1.2 REENCAUCHE

El recauchutado¹⁹ o reencauche de la llanta usada es un proceso que permite reutilizar la carcasa de la llanta, al colocar una nueva banda de rodadura, siempre que conserve las cualidades que garanticen su uso, como si fuera uno nuevo.

Otro proceso a destacar, en las llantas para vehículos industriales es el re-esculturado que permite aprovechar al máximo el potencial de la llanta, tanto del nuevo como del reencauchutado, a la vez que se restituye la seguridad, y se disminuye el consumo de combustible.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

3.1.3 RECICLADO

Como aprovechamiento de los materiales¹⁹, se puede señalar que existen diversos procedimientos para anular las características elásticas de los desperdicios del caucho, dotándoles nuevamente de propiedades plásticas como las del caucho no vulcanizado. Veremos a continuación los más importantes:

3.2 REGENERACION

La regeneración¹⁹ es el proceso que se basa generalmente en romper las cadenas que forman el material para obtener una materia prima que, aunque vista mucho de la original, puede volver a vulcanizarse y fabricar de nuevo el caucho. El caucho regenerado puede ser utilizado en la fabricación de llantas, pero cada día las mezclas utilizadas en la fabricación de llantas, a los que se exigen altísimas prestaciones, tienen que cumplir con unas especificaciones tan estrictas que hacen difícil, la utilización generalizada de caucho regenerado. Sin embargo experiencias europeas como de EUA su industria llantera utilizan con éxito un porcentaje de caucho reciclado entre un 10 y 15% de la mezcla de caucho total para la fabricación de llantas nuevas. De los métodos existentes de regeneración de una llanta destacan los siguientes:

3.2.1 TERMÓLISIS

La termólisis¹⁹ es un proceso similar a la pirólisis pero sustancialmente diferente. Mientras la segunda quema el residuo para obtener el producto final, la primera consiste en la degradación-disociación térmica de materiales a temperaturas bajas con una total ausencia de oxígeno de tal forma que el contacto entre la fuente de calor y el producto a termolizar es indirecto. Para entender la diferencia en el lenguaje común, mientras la pirólisis quema, la termólisis puede ser algo similar al calentamiento “al baño maría”.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de la llanta a un calentamiento en un medio en el que no existe oxígeno. Las altas temperaturas y la ausencia de oxígeno tienen el efecto de destruir los enlaces químicos, aparecen entonces cadenas de hidrocarburos. Es la forma de obtener de nuevo los compuestos originales de la llanta, por lo que es el método que consigue la recuperación total de los componentes de la llanta.

Se obtienen:

- Metales
- Carbones
- Hidrocarburos gaseosos

3.2.2 PIROLISIS

La pirólisis¹⁹ (del griego piro, 'fuego' y lisis, 'rotura') es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales, excepto metales y vidrios, causada por el calentamiento en ausencia de oxígeno. En este caso, no produce ni dioxinas ni furanos. En la actualidad hay una tecnología muy eficiente en Inglaterra que puede tratar todo tipo de residuos.

La pirólisis extrema, que sólo deja carbono como residuo se llama "carbonización". La pirólisis es un caso especial de termólisis.

En este contexto del reciclado de llantas, la pirólisis es la degradación del caucho de la rueda mediante el calor en ausencia de oxígeno.

Está poco extendido, debido a problemas de separación de compuestos carbonados que ya están siendo superados. Este procedimiento (fabrica piloto) está operativo en Taiwán desde 2002 con cuatro líneas de pirolisis que permiten reciclar 9000 toneladas / año. En la actualidad el procedimiento ha sido mejorado y es capaz de tratar 28.000 toneladas de llantas usadas/año, a través de una sola línea.

¹⁹Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

Los productos obtenidos después del proceso de pirólisis son principalmente:

- GAZ, similar al propano que se puede emplear para uso industrial
- Aceite industrial líquido que se puede refinar en Diesel
- Coque de petróleo: Producto sólido, muy cargado de carbono, de densidad próxima a 1.2 kg/dm³, color entre pardo oscuro y gris negro, de estructura celular o granular.

3.3.3 INCINERACION

Proceso por el que se produce la combustión de los materiales orgánicos de las llantas a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad¹⁹. Es un proceso costoso y además presenta el inconveniente de la diferente velocidad de combustión de los diferentes componentes y la necesidad de depuración de los residuos por lo que no resulta fácil de controlar y además es contaminante. Genera calor que puede ser usado como energía, ya que se trata de un proceso exotérmico. Con este método los productos contaminantes que se producen en la combustión son muy perjudiciales para la salud humana, entre ellos el Monóxido de carbono, Xileno, Hollín, Óxidos de nitrógeno, Dióxido de carbono, Óxidos de zinc, Benceno, Fenoles, Dióxido de azufre, Óxidos de plomo, Tolueno. Además el hollín contiene cantidades importantes de hidrocarburos aromáticos policíclicos, altamente cancerígenos. El zinc en concreto es particularmente tóxico para la fauna acuática. También tiene el peligro de que muchos de estos compuestos son solubles en el agua, por lo que pasan a la cadena trófica y de ahí a los seres humanos.

3.3.3.1 LLANTAS CONVERTIDOS EN ENERGIA ELECTRICA

Los residuos de las llantas una vez preparados¹⁹, puede convertirse también en energía eléctrica utilizable en la propia planta de reciclaje o conducirse a otras instalaciones distribuidoras, los residuos se introducen en una caldera donde se realiza su combustión.

El calor liberado provoca que el agua existente en la caldera se convierta en vapor de alta temperatura y alta presión que se conduce hasta una turbina.

Al expandirse mueve la turbina y el generador acoplado a ella produce la electricidad, que tendrá que ser transformada posteriormente para su uso directo.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

3.3 TRITURACION CRIOGENICA

Este método necesita unas instalaciones muy complejas¹⁹ lo que hace que tampoco sean rentables económicamente y el mantenimiento de la maquinaria y del proceso es difícil. La baja calidad de los productos obtenidos, la dificultad material y económica para purificar y separar el caucho y el metal entre sí y de los materiales textiles que forman las llantas, provoca que este sistema sea poco recomendable.

3.4 TRITURACIÓN MECÁNICA

Es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad limpios de todo tipo de impurezas¹⁹, lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones. La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de las llantas. Este concepto incluye la fragmentación de la llanta en gránulos (GTR, Caucho de Ruedas Granulado) y separación de componentes (acero y fibras).

Ejemplos de usos principalmente son: materiales de relleno o cargas inertes en productos de caucho, modificadores de asfalto, superficies de atletismo y deportes, y productos moldeados y calandrados. Lo que se pretende es incrementar la calidad y consistencia del GTR, y ello conducirá a un reciclado del material mucho más extenso.

Algunos fabricantes indicaron que el uso de hasta un 10% de GTR como relleno en las llantas no altera sus prestaciones y calidad. Hoy en día en varias regiones del mundo se fabrican cierto tipo de llantas las cuales contienen entre un 5% y 10 % de material obtenido del reciclaje de llantas.

Es importante resaltar que de los métodos mencionados todos tienen pros y contras en sus procesos, ya sea que son muy costosos, por la calidad obtenida del producto reciclado o por el grado de contaminación producido. Cabe mencionar que estos métodos son en la actualidad los más utilizados en el mundo, aunque en un futuro muchos de ellos pueden ser mejorados o desplazados por otros más eficientes.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

Sin embargo estos tardaran todavía varios años más en ser puestos en marcha debido principalmente a que aunque han demostrado buenos resultados en fase de laboratorio, todavía están en etapa de pasar a pruebas piloto. Además es de gran importancia mencionar que estos nuevos procesos vendrán acompañados con su respectiva patente que las hará en un principio poco viables o caras para personas o instituciones que deseen utilizar estas tecnologías para implementar una planta de reciclado de llantas propia.

Habiendo explicado lo anterior, el método más conveniente para implementar una planta recicladora de llantas en México es la trituración mecánica, principalmente por los siguientes aspectos:

- La trituración mecánica es el proceso primario de la mayoría de los métodos de reciclado, ya que separa los principales componentes, en consecuencia disminuye significativamente el volumen originan de la llanta lo cual facilita su manejo e incorporación a otros procesos.
- Es un proceso que no genera contaminación alguna.
- Existen empresas, Norte Americanas, Europeas y Chinas que ofrecen líneas completas de trituración de llantas.
- El costo de las líneas de reciclaje ha disminuido de manera significativamente, anteriormente llegaban a alcanzar un costo de hasta 30 millones USD. Hoy en día gracias a la introducción de empresas asiáticas principalmente chinas al mercado de fabricación de varios tipos de líneas de reciclaje, los costos se han abaratado alcanzando precios de hasta 10-11 millones de pesos en promedio.
- Es el proceso que tiene la mayor capacidad de reciclaje de llantas.
- Se necesita entre 4 a 8 trabajadores para todo el proceso de reciclaje, los cuales solo necesitarían la capacitación mínima.

3.5 PRODUCTOS DERIVADOS DEL RECICLAJE DE LLANTAS

Los materiales que se obtienen tras los diferentes tratamientos de los residuos de llantas¹⁹ y una vez separados son utilizados en la industria los cuales pueden tener varios usos.

Como ya se ha mencionado anteriormente de los procesos químicos se pueden obtener diferentes materiales reutilizables de la llanta como son:

- Metales
- Carbones
- Hidrocarburos gaseosos
- GAZ, similar al propano que se puede emplear para uso industrial
- Aceite industrial líquido que se puede refinar en Diesel
- Coque de petróleo: Producto sólido, muy cargado de carbono, de densidad próxima a 1,2 kg/dm³, color entre pardo oscuro y gris negro y estructura celular o granular utilizado como combustible.

Dentro de los usos de los productos obtenidos mecánicamente se encuentran los siguientes:

Una aplicación realmente interesante para caucho granulado es la aplicación como parte de los componentes de las capas asfálticas que se usan en la construcción de carreteras, con lo que se consigue disminuir la extracción de áridos en canteras. Las carreteras que usan estos asfaltos son mejores y más seguras.

El caucho procedente de las llantas usadas puede utilizarse como parte del material ligante o capa selladora del asfalto (caucho asfáltico) o como árido (hormigón de asfalto modificado con caucho). Dependiendo del sistema adoptado se pueden emplear entre 1000 y 7000 llantas por kilómetro de carretera de dos carriles, cifras tan elevadas colocan a la reutilización en pavimento asfáltico como una buena forma de emplear las llantas fuera de uso.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

El empleo del caucho en la construcción de carreteras le confiere unas características especiales que se muestran en la siguiente tabla:

<p>CAUCHO en la Capa de rodadura</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Mayor media de vida · Más elasticidad (menos deformaciones) · Más resistencia al agrietamiento (frío). · Más resistencia al arrastramiento (calor).
<p>PAVIMENTO DRENANTE (POROSO)</p>	<ul style="list-style-type: none"> · Impide acumulación de agua. · Incrementa adherencia. · Evita proyecciones de agua. · Buenas condiciones ópticas · Bajo nivel de ruido.

Tabla 10 PROPIEDADES OBTENIDAS DEL CAUCHO RECICLADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS.¹⁹

Los usos más comunes que se le ha dado al caucho reciclado de manera mecánica son¹⁹:

- La fabricación de llantas nuevas.
- Llanta para bicicletas.
- Macetas.
- Mangueras de jardín.
- Equipamiento para minas.
- Zapatas de frenos de bicicleta.
- Ingrediente de relleno para moldes y extrusiones de goma y plástico.
- Pintura antideslizante y texturizada.
- Componente de sellante y adhesivos.
- Acolchado antichoques para maquinaria.
- Compuesto impermeabilizante para tejados, paredes, silos y balsas.
- Zócalos (rodapiés).- Drenaje en campos de deporte y pistas deportivas.
- Como aditivo en la fabricación de goma.
- Losetas y paneles acústicos y antivibraciones.
- Pavimentos estriados para suelos de edificios, aeropuertos, etc.
- Aislante y revestimiento de tuberías.
- Tuberías de porosas de irrigación.
- Tuberías de drenaje.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México: <http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

- Alfombrillas de coches.
- Protección de zonas peatonales, alrededores de piscinas
- Superficies no deslizantes en cubiertas de barco.
- Pistas de baloncesto y tenis.
- Pistas de atletismo.
- Industria zapatera (suelas y tacones).
- Pavimento en zonas deportivas o en zonas de juegos infantiles en donde por su elasticidad y resistencia reducen la fatiga y el riesgo de lesiones.
- Conos para señalización de tráfico y pies de señales.
- Cintas transportadoras.
- Cajas de baterías.
- Aislantes para cables.
- Juntas de expansión.

Para la elaboración de la variedad productos de caucho se requiere caucho de diferentes medidas o tamaños de grano, a continuación se ejemplifica la clasificación:

De 5 a 2 mm.

- Superficies deportivas.
- Tapetes, alfombrillas.

De 2 a 0,85 mm.

- Conos para señalización de tráfico.
- Pies de señales.
- Ladrillos entrelazables.
- Pavimentos deportivos.

De 0,85 a 0,60 mm.

- Asfalto carreteras.
- Zapatas de frenos.
- Productos moldeados.

- PVC PE.
- Revestimiento de suelos.
- Sellador de grietas.

De 0,60 mm a 0.01 mm.

- Llantas de nueva fabricación.
- Mangueras.
- Carga inertes o de relleno para variedad de productos a base caucho.

Es de gran importancia mencionar que una gran variedad de productos pueden ser fabricados casi en su totalidad por caucho reciclado y en muchos otros representan un gran porcentaje de la composición de productos a base de caucho.

La proporción del caucho reciclado¹⁹ utilizado en la fabricación de diferentes productos está relacionado con las diferentes exigencias o especificaciones técnicas requeridas, es decir entre más altas sean las prestaciones técnicas que se le exijan a los productos será menor la cantidad de caucho reciclado que pueda incorporarse a la mezclas utilizadas en fabricación de nuevos productos.

Las utilidades son infinitas y crecen cada día, existen avances en el desarrollo de una gran variedad productos fabricados a partir del reciclado de caucho triturado

Se puede concluir que el caucho reciclado presenta características inferiores al caucho virgen, natural o sintético pero económicamente es ventajoso ya que se comercializa un precio no mayor a una cuarta parte del precio original.

3.6 CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Para este proyecto se han considerado varios factores para determinar la capacidad de producción ideal para una planta recicladora de llantas.

3.6.1 DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS DE LA CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN

Se comenzó considerando la información proporcionada por la ANDELLAC⁸ y descrito en el tema de **EL MERCADO DE LLANTAS EN MEXICO** donde se menciona que existe un consumo nacional de 29.445 millones de llantas anuales.

Como paso siguiente se determinó las toneladas que estas 29.445 millones de llantas representan en el total de residuos sólidos producidos a nivel nacional que asciende a un total de 47, 811,350 toneladas anuales cifra descrita en la tabla de **Generación estimada de residuos sólidos urbanos por Entidad Federativa**³ en donde los estados con más generación de residuos sólidos son:

Entidad Federativa	Toneladas de Residuos Solidos	Porcentaje Nacional
Estado de México	6,610,150	14%
Distrito Federal	4,891,000	10%
Total	11,501,150	24%

Tabla 11 RESIDUOS SOLIDOS EN EL ESTADO DE MÉXICO Y DISTRITO FEDERAL³

Como se puede observar en la tabla anterior el Estado de México y el Distrito Federal generan el 24% de los residuos sólidos en todo México.

El proyecto se enfocara en la región con mayor problema para el tratamiento de los residuos sólidos, como se aprecia en la tabla el área metropolitana de la ciudad de México se concentra la mayor cantidad de residuos sólidos que también se reflejara en el número de llantas desechadas o fuera de uso.

³SEMARNAT indicadores: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU_01.html

⁸RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

A continuación basándose en los datos proporcionados por la ANDELLAC⁸ del tipo y cantidad de llantas existentes en el país, y los pesos promedio de las llantas se correlacionara con los desechos de residuos sólidos³ generados en todo México para obtener la cantidad de llantas desechadas se presenta la siguiente tabla.

Llanta	Llantas En México ⁸	% de Llantas	Peso Promedio (kg/llanta)	Equivalencia de Llantas En México (Toneladas)	Equivalencia del % de Llantas En México
Automóvil	18,456,126	62.68%	9	166,105	47.38%
Camión	2,817,886	9.57%	45	126,804	36.17%
Camioneta	4,431,472	15.05%	13	57,609	16.43%
Otro tipo de llanta	3,739,515	12.7%	—	—	—
Total	29,445,000	100%	—	350,519	100%

Tabla 12 CANTIDAD DE LLANTAS EN MEXICO

Sabiendo el total en toneladas de los residuos sólidos en México que es de acuerdo a la tabla anterior es de 350,519 toneladas anual y el datos mencionado en el capítulo 1 del total de residuos sólidos en México que es de 47.811 millones de toneladas³, se determina el porcentaje que representan las llantas que es 0.73%. Donde el porcentaje anterior es el 100 % de llantas en todo México, por lo tanto se puede calcular la cantidad de toneladas de llantas en el Estado de México y Distrito Federal.

Entidad	Cantidad por Año (Toneladas de Residuos Sólidos)	Llantas de Automóvil	Llanta de Camión	Llanta Camioneta	Total
Porcentaje de Llantas en México	—	0.3474%	0.2652%	0.1205%	0.7331%
Distrito Federal (Toneladas)	4,891,000	16,992	12,971	5,893	35,857
Estado de México (Toneladas)	6,610,150	22,964	17,531	7,964	48,460

Tabla 13 TONELADAS DE LLANTAS EN EL ESTADO DE MEXICO Y DISTRITO FEDERAL

³SEMARNAT indicadores: http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU_01.html

⁸RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

En la tabla siguiente se determina la cantidad de llantas recordando hacer la conversión de toneladas a kilogramos, y los pesos promedio de las respectivas llantas ya mencionados anteriormente.

Llantas	Llantas de Automóvil	Llanta de Camión	Llanta Camioneta	Total de Llantas por Año
Numero de Llantas Distrito Federal	1,888,022	288,263	453,330	2,629,616
Numero de llantas Estado de México	2,551,648	389,586	612,672	3,553,907
Total de llantas en el Distrito Federal y Estado de México	4,439,671	677,850	1,066,002	6,183,524
Porcentajes de las llantas en Estado de México y Distrito Federal	72%	11%	17%	100%

Tabla 14 NUMERO DE LLANTAS POR ESTADO

*Nota.-Como se ha mencionado anteriormente para este proyecto no se tomara en cuenta las llantas del tipo especial.

De acuerdo con la tabla anterior y con el estudio realizado en el Distrito Federal y Estado de México existen 6,183,524 llantas cifra que se consideró para determinar la capacidad de producción.

Para establecer la capacidad de producción se tomaron en cuenta los siguientes factores:

- La demanda actual del caucho tanto natural como sintético es de 300,000¹⁵ toneladas anuales.
- Debido a que la obtención de la materia prima está basada en la recolección de llantas se analizó la capacidad de transportar las llantas mediante camiones propios en el cual se concluyó que un camión es capaz de recolectar 586 llantas en rutas de 100 km en un promedio de 8 horas. (En el caso de la producción de caucho reciclado del 5 % se obtendrían 3854.9 toneladas lo cual representa el 1.28 % de la demanda nacional).

¹⁵ CONTACTO CIUDADANO SECRETARIA DE ECONOMÍA:
contacto.ciudadano@economia.gob.mx

Por lo tanto el objeto inicial para el estudio de este proyecto técnico se basó en considerar el 5% de las llantas que se desechan anualmente en el Estado de México y Distrito Federal lo que representa un reto para reciclar 307,259 llantas, dato que se toma como insumo de materia prima para la factibilidad técnica del reciclado de llantas

Por lo tanto la producción deseada por día, semana y año de acuerdo a tipo de llanta se obtendrá:

Producción Estimada 5 % del mercado (DF, Edo de México)	Llanta de Automóvil	Llanta Camioneta	Llanta Camión	Total Anual	Total Semanal	Total por Día
N° de Llantas anual	220,102	33,885	53,271	307,259	5,908	1,181
Kg obtenidos anual de caucho/complementos	1,584,738	352,411	1,917,758	3,854,907	74,132	14,826
Kg obtenidos anual de acero	297,138	66,077	359,579	722,795	13,899	2,779
Kg obtenidos anual de fibras textiles	99,046	22,025	119,859	240,931	4,633	926

Tabla 15 PRODUCCION DESEADA PARA LA EMPRESA EN CUESTIÓN

Se debe recolectar como mínimo 1181 llantas al día con variaciones en cantidad y tipos de llantas recolectadas lo que representa una capacidad de reciclado para obtener 4,818 toneladas anuales.

3.7 ANÁLISIS Y ELECCIÓN DE MAQUINARIA PARA EL RECICLADO DE LLANTAS

Como ya se mencionó el procedimiento del reciclado de la llanta se realizará por el método mecánico para obtener polvo o grano, por lo que es necesario evaluar varias alternativas de fabricación de equipos de reciclado de llantas, cuatro mostraron ser más eficientes para el objetivo que se estableció en la capacidad de producción anteriormente mencionada.

En la tabla siguiente se describe las características principales para la selección de la maquinaria

EMPRESA	 GUANGZHOU 3E MACHINERY CO.,LTD. ²⁰	 ²¹	 ²² una división de QMPS, Corp.	 ²³ Elida Lee Internacional co., Ltd
UBICACIÓN	JINXIU INDUSTRIAL AREA XINGUANG CHINA.	ESPAÑA	FLORIDA, EUA	Golden Luo Hu, Yan He South Road District ShenZhen, China
PRODUCCIÓN MÁXIMA ESTIMADA T/H	3-4 T/Hr	1,8T/Hr	3,7 T/Hr	1 T/6Hr
CONSUMO ELÉCTRICO (ESTIMADO)	841.75 kw	707.4 KW	1,400 Kw	66 kw
TAMAÑO DE GRANO O POLVO OBTENIDO	Desde 5 mm hasta 0.02 mm	desde 6 mm hasta 0.05 mm	De 5 mm a 0,1 mm	De 2 mm a 0.6 mm
PRECIO DE ADQUISICIÓN DE LA LÍNEA DE RECICLADO	800,000 USD 10,400,000.00 \$ Pesos	1,895,825 € 31,641,319.25 \$ Pesos	1,500,000 USD 19,500,000.00 \$ Pesos	49,000 USD 637,000.00 \$ Pesos
Nº DE EMPLEADOS REQUERIDOS PARA LA OPERACIÓN DE LA LÍNEA	3	4	3	4
AÑOS DE GARANTIA	1	2	2	1
TIEMPO DE VIDA	8-10 años bajo el correcto funcionamiento y Mantenimiento.	8-10 años bajo el correcto funcionamiento y Mantenimiento.	7-9 años bajo el correcto funcionamiento y Mantenimiento.	5-7 años bajo el correcto funcionamiento y Mantenimiento.
DISPONIBILIDAD DE PIEZAS	SI	SI	SI	SI
PRESTIGIO	Cuenta con un prestigio de casi 10 años en el Mercado dicen ser la mejor la empresa en suministrar maquinaria recicladora en toda China.	Cuenta con casi 8 años y avalada por más de 30 años de experiencia con proveedores ubicados en Alemania principalmente ingeniería SIEMENS.	Cuenta con 16 años de experiencia y en el 2009 se unió a un convenio Tecnológico con Mitsubishi Plastics.	Cuenta con 15 años de prestigio en toda china y Taiwán, expandiendo su mercado a América Latina.

Tabla 16 CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA DE RECICLADO DE LLANTAS

De acuerdo a la tabla anterior se concluyó que 3E es la mejor opción posible para el proyecto en cuestión debido a que cumple principalmente con los requerimientos establecidos como lo son: La capacidad de producción de 3E es óptima ya que puede producir un volumen mayor de nuestra capacidad de producción establecida.

²⁰ Mary Solís (Ventas – FLOPLASTICS): (sales@floplastics.com) , ²¹ BIOMATIC <http://www.unoreciclaje.com/productos/bomatic/>

²² Allen Wang (Gerente de ventas 3E): (sales801@3e-recycling.com), ²³ Tom Lin; tom@alianzachina.com

El consumo de energía eléctrica que aunque no es el más bajo se encuentra dentro del rango de las otras empresas fabricantes de maquinaria, produce una gran variedad de grano o polvo, el precio de la línea de reciclaje es el más atractivo y por último se cuenta con el pleno apoyo de la empresa fabricante en cuanto a asesoramiento técnico y operacional.

3.8 EMPRESAS DEDICADAS AL RECICLAJE DE LLANTAS EN MEXICO

Debido principalmente a que el tema del reciclado de llantas es relativamente nuevo en México no existe un mercado formal o competitivo sin. A continuación se mostrara las empresas dedicadas al reciclaje de llantas en el territorio Nacional.

EMPRESA	UBICACIÓN	PROCESO DE RECICLAJE	PRODUCTOS OBTENIDOS	CAPACIDAD MAXIMA DE LLANTAS PROCESADAS
 R-Tyre ²⁴	Zapopan Jalisco	Mecánico, Químico	Hule SBR & BR, metal, poliéster y carbón	1,000,000 anual
TIRECHIP Y VOLKSWAGEN MÉXICO ²⁵	Puebla	Mecánico, Químico	Llancreto	1,000,000 anual
Grupo Recyhuil ²⁶	Chihuahua, Tamaulipas, Matamoros Ciudad Juárez	Mecánico	Acero, fibra y diferentes medidas de grano de caucho.	1,300,000 anual
 neo HABITAT ²⁷	Ciudad Juárez, Chihuahua	Mecánico	Acero, fibra y diferentes medidas de grano de caucho.	1,500,000 llantas anual
 Ferrostaal ²⁸	Zona norte de la república Mexicana.	Mecánico	Acero, fibra y diferentes medidas de grano de caucho.	245,440 llantas anual
 TRANSFORMADORA INDUSTRIAL DE PLASTICO ²⁹	Av Reforma no. 69 Col.Apepechoca 42950, Tlaxcoapan, Hidalgo, México	Mecánico	Acero, fibra y diferentes medidas de grano de caucho.	150,000 llantas anual
 RECICLANDO LLANTAS ³⁰	Coyoacán México DF.	Mecánico, Químico.	Tipos de Impermeabilizantes.	1000,000 llantas anual
 Tire ROOF ³¹	Toluca Edo de México.	Mecánico, Químico.	Tipos de Impermeabilizantes.	111,654 llantas anual
A3P IMPERLLANTA ³²	Tula, Hidalgo	Mecánico, Químico.	Tipos de Impermeabilizantes.	23,917 llantas anual
 Green llantas ³³	Mexicali, Baja California Norte	Mecánico, Químico	Gas, combustible, negro de humo, acero	1,500,000 llantas anual
Empresa Propuesta	Ecatepec Edo de México	Mecánico	Caucho molido, acero y textil	307,259 llantas anual

Tabla 17 EMPRESAS DEDICADAS AL RECICLAJE DE LLANTAS EN MEXICO

Analizando la tabla anterior, se puede decir que el mercado es poco competitivo ya que existen un número reducido de empresas que reciclan llantas o las usan como materia prima para la elaboración de sus productos.

También podemos observar que los competidores o empresas que ofrecen un producto similar a la empresa propuesta en esta tesis son: R-Tyre, Grupo Recyhul, Neo Habilidad, Ferrostaal, Transformado Industrial de Plástico (TIP). De las cuales solo Transformado Industrial de Plástico (TIP) se encuentra cerca de la capital del país el resto se localizan desde Guadalajara hasta el norte del país estas últimas se encargan principalmente de llantas provenientes de estados Unidos de Norte América.

3.9 INFORMACIÓN ESPECÍFICA DE LOS TRÁMITES A CUBRIR PARA LA APERTURA DE UNA EMPRESA RECICLADORA

A continuación se describen los trámites a realizar para poder instalar una empresa recicladora de llantas. Cabe aclarar que el número de trámites y el costo de estos varían dependiendo de la región o entidad federativa, pero en términos generales los principales trámites para abrir un negocio de reciclamiento se describen a continuación³⁴:

Trámite federal

- Inscripción al Registro Federal de Contribuyentes, en el régimen que más te convenga, según las actividades que vaya a realizar tu empresa.

Trámite estatal

- Registro Estatal de Causantes (REC). En cada entidad federativa hay un Módulo de Asistencia al Contribuyente para orientarlo al respecto.

Trámite municipal

- Solicitud de Licencias de Uso de Suelo, Edificación y Construcción ante el municipio correspondiente: Para obtener el certificado te piden copia de la identificación oficial y copia de la última boleta predial. Tardan aproximadamente cinco días hábiles en entregarlo. Es importante aclarar que el permiso se expide para el inmueble no para la

³⁴ Trámites para una empresa:

<http://qacontent.edomex.gob.mx/ime/Empresas/asesoriaycapacitacion/procesoparaabrirunnegocio/index.htm>

persona; tiene vigencia de dos años, es decir que el interesado cuenta con dos años para concluir con el proceso para abrir su establecimiento.

- Aviso de Declaración de Apertura o licencia de funcionamiento (según el caso): La Declaración de Apertura no tiene vigencia. Mientras el establecimiento no cambie de giro no es necesario renovar este documento, sin embargo, cuando se va a cerrar se tiene que dar aviso de que se cierra o traspasa.
- Inscripción del Registro Empresarial ante el IMSS: La inscripción debe hacerse dentro de un plazo no mayor de cinco días de iniciadas las actividades. Al patrón se le clasificará de acuerdo con el Reglamento de Clasificación de Empresas y denominación del Grado de Riesgo del Seguro del Trabajo, base para fijar las cuotas que deberá cubrir.
- Apertura de Establecimiento ante la Secretaría de Salud: Esta licencia tiene por lo general una vigencia de dos años y debe revalidarse 30 días antes de su vencimiento.
- Inscripción en el Sistema de Información Empresarial Mexicano SIEM ante la Secretaría de Economía, con lo cual tendrán la oportunidad de aumentar sus ventas, acceder a información de proveedores y clientes potenciales, obtener información sobre los programas de apoyo a empresas y conocer sobre las licitaciones y programas de compras del gobierno.
- Inscripción al Padrón de Importadores ante la Secretaría de Economía.
- Trámite del Registro de la Propiedad: Sirve para comprobar la situación Jurídica Registral que guarda un Inmueble, en lo relativo a los gravámenes, limitación de dominio o anotaciones preventivas por el tiempo solicitado.

Finalmente se ejemplificara el tramite realizar para conseguir la autorización de parte del gobierno estatal para poder hacer uso de las llantas de desecho.

³⁴ Trámites para una empresa:

<http://qacontent.edomex.gob.mx/ime/Empresas/asesoriaycapacitacion/procesoparaabrirunnegocio/index.htm>



REGISTRO ESTATAL DE TRÁMITES
EMPRESARIALES

NOMBRE DEL TRÁMITE		FECHA DE REGISTRO		
REGISTRO DE PRESTADOR DE SERVICIOS EN MATERIA DE RECOLECCIÓN, TRASLADO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS EMPRESARIALES DE MANEJO ESPECIAL.		19	06	2007
DESCRIPCIÓN DEL TRÁMITE				
CONSISTE EN LA AUTORIZACIÓN DEL REGISTRO QUE SE OTORGA A LAS EMPRESAS PRESTADORAS DE SERVICIO DEDICADAS A LA RECOLECCIÓN, TRASLADO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL, A EFECTO DE REGULAR SU ACTIVIDAD.				
OBJETIVO				
AUTORIZAR A EMPRESAS PRESTADORAS DEL SERVICIO DE RECOLECCIÓN, TRASLADO, APROVECHAMIENTO Y SU DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL, GENERADOS POR LAS FUENTES FIJAS CON EL PROPÓSITO DE REGULAR A ESTOS ESTABLECIMIENTOS Y ASÍ UBICAR LOS SITIOS Y LAS CANTIDADES DE RESIDUOS QUE FUERON RETIRADOS, TRASLADADOS, APROVECHADOS Y CONFINADOS.				
FUNDAMENTOS JURÍDICO - ADMINISTRATIVOS				
<ul style="list-style-type: none"> CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO, ARTÍCULOS.- 1.1 FRACCIÓN III, 1.2, 1.3, 1.6 FRACCIONES I, V, IX, X, XI Y XII, Y 1.9; 2.1, 2.2 FRACCIONES I, II, III, XVI, Y XXII, 2.4, 2.5, 2.6, 2.8 FRACCIONES XVII, XXXI, XXXII, XXXIX Y XL, 2.139, 2.149 FRACCIÓN XIV Y XVI, 2.164 FRACCIÓN II, 2.165 FRACCIÓN III, 2.166, 2.167, 2.168 FRACCIONES I, II Y III, Y 2.183, 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.25, 4.26, 4.27, 4.28, 4.29, 4.30, 4.31, 4.32, 4.43, 4.44, 4.45, 4.46, 4.47, 4.48, 4.50, 4.51, 4.52, 4.53, 4.54, 4.67, 4.68, 4.69, 4.70, 4.71, 4.72, 4.73, 4.74, 4.75, 4.76 Y 4.98. REGLAMENTO DEL LIBRO SEGUNDO DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO, ARTÍCULOS.- 1, 2, 3, 4 FRACCIONES XII, XIV, XVI, XIX, XX, XXIII, XXVII, XXXII Y XXXIII, 52 FRACCIONES IV Y XII, 53, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 311, 312 FRACCIONES I, II Y III, 314, 327, 328, 329, 351, 352, 354 Y 403. REGLAMENTO DEL LIBRO CUARTO DEL CÓDIGO PARA LA BIODIVERSIDAD DEL ESTADO DE MÉXICO 1, 2, 3, 4 FRACCIONES IV, V Y VI, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 54, 57, 61, 63 Y 64. 				
REQUISITOS		DOCUMENTO QUE SE REQUIERE		
		ORIGINAL	COPIA	
1. REQUISITAR DEBIDAMENTE EL FORMATO DENOMINADO "SOLICITUD DE REGISTRO DE PRESTADOR DE SERVICIOS EN MATERIA DE MANEJO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL FORMA 212110000-TE-04B.		1	1	
2. ESCRITO DIRIGIDO AL DIR. GRAL. EN HOJA MEMBRETADA DE LA EMPRESA, SOLICITANDO EL REGISTRO.		1	1	
3. DETALLAR LOS DATOS GENERALES DE LA EMPRESA O PERSONA FÍSICA Y DEL REPRESENTANTE LEGAL Y/O PROPIETARIO.			1	
4. ACREDITAR LOS DATOS DE LOS VEHÍCULOS O MEDIOS DE TRANSPORTE USADOS PARA EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN (COPIA SIMPLE DE LA TARJETA DE CIRCULACIÓN Y DE LA LICENCIA VIGENTE DEL CHOFER).		1 (PARA COTEJO)	1	
5. MANIFESTAR LOS DATOS DE LA(S) EMPRESA(S) A QUIEN(ES) LE(S) REALIZA EL SERVICIO (CONTRATO, CONVENIO, RECIBO DE PAGO, ETC. Y REGISTRO VIGENTE DEL GENERADOR).			1	
6. DESCRIPCIÓN DETALLADA DEL TIPO Y SU PESO EN KILOGRAMOS DE LOS RESIDUOS QUE RETIRA (DESCRIBIÉNDOSE EN CADA UNA DE LAS EMPRESAS).			1	
7. COMPROBAR EL DESTINO FINAL DE LOS RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL RETIRADOS, ASÍ COMO LA FORMA EN QUE SON TRANSPORTADOS.			1	
DATOS GENERALES				
DEPENDENCIA U ORGANISMO		HORARIO	09:00 A 15:00 HRS.	
SECRETARÍA DEL MEDIO AMBIENTE		DIRECCIÓN	VÍA GUSTAVO BAZ PRADA No. 2160, PLANTA BAJA, COL. VIVEROS DEL RÍO, TLALNEPANTLA, MÉXICO, CP. 54060 VILLADA SUR No. 212, PLANTA BAJA, COL. CENTRO, TOLUCA, MÉXICO	
UNIDAD ADMINISTRATIVA RESPONSABLE DEL TRÁMITE		TEL/	01 (55) 53668265, 53668264 Y 01(722) 2156557	
DIRECCIÓN GENERAL DE PREVENCIÓN Y CONTROL DE LA CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA.		FAX	01 (55) 53668265, 53668264 Y 01(722) 2156557	
CORREO ELECTRÓNICO		prevencionatmosferica.ret@edomex.gob.mx		
CASOS EN LOS QUE SERÁ APLICABLE EL TRÁMITE		ACTIVIDAD EMPRESARIAL SUJETA A ESTE TRÁMITE		
INSTALACIÓN	OPERACIÓN	INDUSTRIAL	COMERCIAL	SERVICIOS
<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
AMPLIACIÓN	REGULARIZACIÓN			
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
TIPO DE EMPRESA				
MICRO	PEQUEÑA	MEDIANA	GRANDE	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
FORMATO (S) AUTORIZADO (S) QUE SE UTILIZA (N) EN EL TRÁMITE				
CODIFICACIÓN:	SOLICITUD DE REGISTRO DE PRESTADOR DE SERVICIOS EN MATERIA DE RECOLECCIÓN, TRASLADO, APROVECHAMIENTO Y			



REGISTRO ESTATAL DE TRÁMITES
EMPRESARIALES

212110000-TE-04B	DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS EMPRESARIALES DE MANEJO ESPECIAL.		
TIEMPO DE RESPUESTA	DOCUMENTO QUE SE OBTIENE		
30 DÍAS HÁBILES	REGISTRO DE PRESTADOR DE SERVICIOS EN MATERIA DE RECOLECCIÓN, TRASLADO, APROVECHAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS EMPRESARIALES DE MANEJO ESPECIAL.		
VIGENCIA:	UN AÑO		
COSTO	SIN COSTO		
NOTA			

3.10 LOCALIZACIÓN DE PLANTA

3.10.1 MACROLOCALIZACIÓN

La Empresa Propuesta, es una empresa dedicada al reciclado de llantas. Se ha considerado el área metropolitana de la ciudad de México, principalmente por la gran cantidad de llantas que se consumen y desechan, dentro de esta área se tomaran en cuenta los municipios con mayor porcentaje en los parámetros de decisión establecidos. Utilizando el método de factores de ponderación, se consideró los siguientes factores como los más importantes para la localización, a continuación se muestra la tabla con el peso que tiene cada uno de ellos en la toma de decisiones de la macrolocalización:

3.10.2 PARÁMETROS DE DECISIÓN

FACTOR	PESO
Mano de Obra	0.10
Materia Prima disponible	0.30
Infraestructura	0.15
Cercanía con el mercado	0.25
Comunicaciones	0.20
Total	1

Tabla 18 PARÁMETROS DE DECISIÓN

Para la recopilación de estos datos se tuvieron que ingresar a diversas fuentes que proporcionaron datos para los factores que se están considerando, se decidió tomar como referencia los indicadores económicos de cada estado.

3.10.3 MICROLOCALIZACIÓN (EVALUACIÓN POR MUNICIPIO)

Los siguientes datos son los obtenidos por cada municipio, en el cual se basó la toma de decisión para la localización de la planta:

3.10.3.1 ECATEPEC

A continuación se detallan los parámetros considerados para la evaluación del municipio de Ecatepec de Morelos³⁶

Mano de obra

Cuenta con una población económicamente activa de 699,245 personas de las cuales el personal ocupado se divide en las siguientes actividades económicas como lo son: En el sector industrial (155,230), servicios (469,162), no especificados (14,251) y otros menores (1,106). De los cuales 441,834 personas cuentan con nivel secundaria, 45,247 cuentan con nivel bachillerato y escuelas técnicas por ultimo 23,396 se concentran en nivel superior

Materia Prima

Ecatepec cuenta con un parque vehicular registrado según la Secretaría de Finanzas mexiquense. De 500,000 vehículos, los cuales remplazan llantas cada 90,000 K.M. o 2 años en condiciones normales.

Vías de comunicación

Entre las principales Avenidas y autopistas de Ecatepec destacan las siguientes:

- Vía Morelos: es la continuación de la Avenida Centenario, comienza en los límites con la delegación Gustavo A. Madero y con el municipio de Tlalnepantla, atraviesa por importantes zonas industriales de Ecatepec como Xalostoc, Santa Clara, Tulpetlac, San Andrés y otras. Concluye entroncando en la Carretera libre a Pachuca o Av. Nacional, en la colonia Venta de Carpio, Ecatepec.

³⁶ ESTADISTISCA BASICA DEL ESTADO DE MEXICO ECATEPEC DE MORELOS 2011
<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Ecatepec%20de%20Morelos.pdf>

- Avenida Central: también conocida como Av. Central Carlos Hank González, comienza en los límites con la delegación Gustavo A. Madero, es la continuación de las avenidas Oceanía y Avenida 608 atraviesa toda la zona de Aragón desde el Bosque de Aragón, pasando por varias colonias como San Juan de Aragón, Bosques de Aragón, Valle de Aragón en todas sus secciones, Melchor Muzquiz, Jardines de Aragón, Rinconada de Aragón. La Avenida Central continúa después de Aragón pasando por otras colonias como Ciudad Azteca, Río de Luz, Industrias, Progreso de la Unión, Alfredo del Mazo, Valle de Ecatepec, Juan de la Barrera, Las Américas, Jardines de Morelos, 19 de septiembre, Venta de Carpio y finaliza en la colonia Venta de Carpio, después de pasar la Central de Abastos de. La avenida no solo es de suma importancia para el municipio de Ecatepec, sino también para toda la Ciudad de México ya que forma parte del Eje Troncal Metropolitano que conecta el sur de la ciudad (Xochimilco) con el norte (Ecatepec).
- Avenida R-1 (o Vía Adolfo López Mateos): Esta avenida comienza en los límites de Ecatepec con la delegación Gustavo A. Madero. La Avenida R-1 es la continuación de la Avenida León de los Aldama, pasa a un costado de las zonas industriales y habitacionales. Concluye entroncando con la Avenida Central después de La Curva, a un costado del depósito de evaporación solar de la Ciudad de México "El Caracol".
- Anillo Periférico Oriente (o Boulevard Río de los Remedios) Esta vialidad tiene gran importancia para la comunicación vial de Ecatepec y de toda la Ciudad de México. El Periférico marca el límite sur de Ecatepec. Mediante el Periférico, Ecatepec marca sus límites territoriales con la delegación Gustavo A. Madero y con el municipio de Nezahualcóyotl, además a un costado del Periférico corre el cauce del Río de los Remedios, que junto con el Gran Canal, son los canales más importantes del desagüe de la ciudad.
- Autopista México-Pachuca, Esta autopista comienza en la Ciudad de México pero posee una salida a San Cristóbal Ecatepec o te conecta con el Circuito Exterior Mexiquense para salir a la altura de los Héroes sobre la libre de Lechería-Texcoco, también la autopista tiene un ramal que se dirige al sitio arqueológico de las pirámides de Teotihuacán.
- Avenida 30-30 (o Avenida Revolución), Esta avenida se ubica en San Cristóbal (centro de Ecatepec). La Avenida 30-30 comienza entroncando con la Vía Morelos en donde se encuentra el distribuidor vial "Generalísimo José María Morelos y Pavón

³⁶ ESTADÍSTICA BÁSICA DEL ESTADO DE MÉXICO ECATEPEC DE MORELOS 2011
<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Ecatepec%20de%20Morelos.pdf>

esta avenida comunica a los provenientes de Ecatepec, hacia la Vía José López Portillo, que comunica hacia municipios como Coacalco de Berriozábal, Tultitlán y Cuautitlán Izcalli. El nombre real y original de esta avenida es Avenida Revolución, pero la mayoría de la gente la conoce como Avenida 30-30.

- Autopista Circuito Exterior Mexiquense, si bien esta autopista comienza en los límites de Ecatepec con el Anillo Periférico, la cual es la vialidad que marca los límites al sur del municipio y llega hasta la autopista a Querétaro, conectando al norte de Ecatepec, tiene dos salidas a la Av. Central a la altura de Las Américas pasando la caseta viniendo de Periférico señalizada como Venta de Carpio-Pachuca Libre y saliendo por la caseta señalizada como Av. Central-México D.F. viniendo de la autopista a Querétaro o de la carretera Lechería-Texcoco. Esta autopista en su tramo Periférico-Las Américas sirve como libramiento de la Avenida Central para evitar el tráfico varios automovilistas usan esta autopista en horas pico. También esta autopista conecta a la autopista a Indios Verdes para todos los habitantes de San Cristóbal y los Héroes Bosques

Cercanía con el mercado

La cámara nacional de la industria hulera describe¹⁴ que en México existe más de 1700 empresas relacionadas con el consumo como materia prima el caucho de las cuales el 16% de las industrias se encuentran establecidas en el Distrito Federal y el 13% en el Estado de México.

Teniendo en cuenta lo anterior Ecatepec se encuentra a una distancia aproximada de 26 kilómetros del D.F el cual será el principal mercado a demandar producto.

Infraestructura

Por el número de industrias manufactureras (más de 6193) medianas y pequeñas, el municipio ocupa el 4° lugar de los municipios más industrializados del país, el cual aporta un producto interno bruto (PIB) de 84,331 millones de pesos; se cuenta principalmente con fábricas de hierro, productos químicos, muebles, textiles, hidroeléctrica y otras de diversa actividad en este ramo.

¹⁴ Cámara de hules y plásticos de México

3.10.3.2 NAUCALPAN

A continuación se detallan los parámetros considerados para la evaluación del municipio del municipio de Naucalpan³⁷

Cuenta con una población económicamente activa de 642,405 personas de las cuales el personal ocupado se divide en las siguientes actividades económicas: en el sector industrial (80,112), servicios (247,250), no especificados (12,915) y otros menores (1,340). De los cuales 42,699 personas cuentan con nivel secundaria, 26,047 cuentan con nivel bachillerato y escuelas técnicas por último 36,691 se concentran en nivel superior

Materia Prima

Naucalpan cuenta con un parque vehicular de 348,000 vehículos, los cuales remplazan llantas cada 90,000 K.M. o 2 años en condiciones normales.

Vías de comunicación.

Algunas de las vialidades más importantes del municipio son:

- Periférico Norte (tramo comprendido entre el Toreo de Cuatro Caminos y el límite con Tlalnepantla cerca de Santa Mónica)
- Avenida Adolfo López Mateos (Vía paralela al Periférico, para ingresar a Santa Cruz Acatlán y San Mateo, tramo comprendido entre el Bosque de los Remedios y la colonia Magisterial Vista Bella en Tlalnepantla)
- Súper Avenida Lomas Verdes (considerados tramos importantes de los ejes 2 y 3 Norte del D.F. Inicia en la colonia Echegaray, cruza las distintas secciones de la zona de Lomas Verdes, hasta llegar a la parte más alta conocida como Petroquímica Lomas Verdes)
- Vía doctor Gustavo Baz (tramo comprendido entre Periférico Norte y el límite de Ciudad Satélite frente al municipio de Tlalnepantla.
- Av. Primero de mayo (cercana a las industrias de Alce Blanco y Naucalpan Centro, iniciando en Periférico Norte y terminando en una bifurcación hacia la Autopista Naucalpan-Toluca o Avenida Universidad que conecta directamente con la avenida Adolfo López Mateos.

³⁷ ESTADÍSTICA BÁSICA DEL ESTADO DE MÉXICO NAUCALPAN DE JUÁREZ 2011

<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Naucalpan%20de%20Ju%C3%A1rez.pdf>

- Av. 16 de septiembre (vía directa al centro de Naucalpan, pasando por debajo de Periférico y por un número reducido de unidades habitacionales)
- Av. Ingenieros Militares proveniente de avenida San Esteban (el Molinito) y con dirección al paradero del Metro Cuatro Caminos.
- Diversos circuitos de Ciudad Satélite como Médicos, Escultores, Novelistas y Cirujanos.
- Boulevard Luis Donaldo Colosio (prolongación de la avenida Primero de mayo y Gustavo Baz, en la zona de Chamapa, antes fue parte de la Carretera a Toluca)
- Viaducto Elevado también llamado Viaducto Elevado Bicentenario, se trata de un segundo piso recorriendo sobre periférico desde lo que antes fue el Toreo de Cuatro Caminos y se planea llegue hasta Tepotzotlán.

Cercanía con el mercado

La cámara nacional de la industria hulera describe¹⁴ que en México existe más de 1700 empresas relacionadas con el consumo como materia prima el caucho de las cuales el 16 % de las industrias se encuentran establecidas en el Distrito Federal y el 13% en el Estado de México.

Teniendo en cuenta lo anterior Ecatepec se encuentra a una distancia aproximada de 21 kilómetros del D.F el cual será el principal mercado a demandar producto.

Infraestructura.

En la zona colindante con el Distrito Federal se ubican un sinnúmero de industrias pequeñas y medianas; entre las que se pueden mencionar laboratorios farmacéuticos, industria de autopartes, industria química, manufactura de textiles y de inyección de plásticos.

Naucalpan junto con Ecatepec de Morelos agrupan el 19% de población del Estado y producen un poco más del 22% de ingreso del Estado, el cual aporta un producto interno bruto (PIB) de 84,766 millones de pesos.

Naucalpan cuenta con 2229 industrias manufactureras de todo tipo.

¹⁴ Cámara de hules y plásticos de México
<http://hulesyplasticosdemexico.es.tl/LA-INDUSTRIA-DEL-PL%C1STICO-EN-M%C9XICO.htm>

3.10.3.3 TLALNEPANTLA

A continuación se detallan los parámetros considerados para la evaluación del municipio de Tlalnepantla de Baz³⁸

Mano de obra

Cuenta con una población económicamente activa de 526,142 personas de las cuales el personal ocupado se divide en las siguientes actividades económicas: en el sector industrial (60,326), servicios (200,721), no especificados (8,072) y otros menores (205). De los cuales 28,655 personas cuentan con nivel secundaria, 27,757 cuentan con nivel bachillerato y escuelas técnicas por ultimo 21,063 se concentran en nivel superior.

Materia Prima

Tlalnepantla cuenta con un parque vehicular de 311,000 vehículos, los cuales remplazan llantas cada 90,000 K.M. o 2 años en condiciones normales.

Vías de Comunicación.

Algunas de las arterias viales más importantes del municipio son:

- Vía Gustavo Baz Prada (desde el límite con Ciudad Satélite hasta la colonia La Quebrada donde empieza el municipio de Tultitlán)
- Periférico Norte (desde Valle Dorado hasta el límite con Ciudad Satélite)
- Av. Presidente Juárez (desde la colonia Puente de Vigas hasta la Avenida Mario Colín)
- Autopista México-Querétaro (desde Valle Dorado Hasta Perinorte)
- Av. Mario Colín (desde Tenayuca hasta Periférico Norte)
- Viaducto Bicentenario (desde la colonia Viveros de la Colina hasta Perinorte)
- Autopista Urbana Los Remedios - Ecatepec (tramo inicial desde Prolongación Aquiles Serdán hasta el Eje 1 Pte).

³⁸ ESTADISTISCA BASICA DEL ESTADO DE MEXICO TLALNEPANTLA DE BAZ 2011
<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Tlalnepantla%20de%20Baz.pdf>

Cercanía con el mercado

La cámara nacional de la industria hulera describe¹⁴ que en México existe más de 1700 empresas relacionadas con el consumo como materia prima el caucho de las cuales el 16 % de las industrias se encuentran establecidas en el Distrito Federal y el 13% en el Estado de México.

Teniendo en cuenta lo anterior Ecatepec se encuentra a una distancia aproximada de 16 kilómetros del D.F el cual será el principal mercado a demandar producto.

Infraestructura.

Se considera uno de los más industrializados del país aportando un producto interno bruto (PIB) de 82,950 millones de pesos, dentro de este municipio hay 2,345 empresas manufactureras. Cuenta con, aproximadamente 49 ramas industriales, tales como la industria del alimento, de bebidas y tabaco, textil (prendas de vestir e industrias del cuero), industrias de la madera (papel, productos del papel, cartón). Empresas grandes: Productos no minerales no metálicos. Industrias metálicas básicas e Industrias manufactureras. Empresas medianas: químicos y productos derivados del petróleo y del carbón, hule, plástico, maquinaria y equipo. Empresas pequeñas: madera y productos de madera.

3.10.3.4 CUAUTITLÁN IZCALLI

A continuación se detallan los parámetros considerados para la evaluación del municipio del municipio de Cuautitlán Izcalli³⁹

Mano de obra

Cuenta con una población económicamente activa de 400,706 personas de las cuales el personal ocupado se divide en las siguientes actividades económicas: en el sector industrial (51,484), servicios (152,768), no especificados (4,337) y otros menores (664). De los cuales 25,328 personas cuentan con nivel secundaria, 22,234 cuentan con nivel bachillerato y escuelas técnicas por ultimo 27,794 se concentran en nivel superior.

¹⁴ Cámara de hules y plásticos de México <http://hulesyplasticosdemexico.es.tl/LA-INDUSTRIA-DEL-PL%C1STICO-EN-M%C9XICO.htm>

³⁹ ESTADÍSTICA BÁSICA DEL ESTADO DE MÉXICO CUATITLÁN IZCALLI 2011

<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Cuautitlan%20Izcalli.pdf>

Materia Prima

Cuautitlán Izcalli cuenta con un parque vehicular de 55,200 vehículos, los cuales remplazan llantas cada 90,000 K.M. o 2 años en condiciones normales.

Vías de comunicación

Hoy en día el acceso principal al municipio es la Autopista México-Querétaro sobre la cual, se encuentra el Viaducto Elevado Bicentenario. Así mismo, atraviesa del lado oriente las vías del ferrocarril a Guadalajara y a Querétaro sobre las cuales se adecuaron para el paso del Ferrocarril Suburbano estación Lechería.

El municipio cuenta actualmente con el entronque a la autopista Chamapa – Lechería, el nuevo entronque Izcalli - Tultepec, que ya conecta con las autopistas México - Pachuca y México - Texcoco. Entre los medios de transporte se encuentran algunas rutas de camiones y microbús que entre sus principales destinos se encuentran los paraderos del metro, terminal del toreo de Cuatro Caminos, Indios Verdes, el Rosario y Politécnico.

Las principales carreteras intermunicipales son las siguientes:

- Avenida a Cuautitlán México • Carretera a Tultitlán • Carretera a Nicolás Romero Rubio • Carretera Cuautitlán – Teoloyucan (centro – norte) Avenida Cuautitlán – Tlalnepantla (centro – sur). • Carretera Cuautitlán - Naucalpan • Avenida Cuautitlán - Ecatepec • Avenida Cuautitlán Izcalli – Atizapán.

Cercanía con el mercado

La cámara nacional de la industria hulera describe¹⁴ que en México existe más de 1700 empresas relacionadas con el consumo como materia prima el caucho de las cuales el 16 % de las industrias se encuentran establecidas en el Distrito Federal y el 13% en el Estado de México.

Teniendo en cuenta lo anterior Ecatepec se encuentra a una distancia aproximada de 43 kilómetros del D.F el cual será el principal mercado a demandar producto.

¹⁴ Cámara de hules y plásticos de México <http://hulesyplasticosdemexico.es.tl/LA-INDUSTRIA-DEL-PL%C1STICO-EN-M%C9XICO.htm>

Infraestructura.

Cuautitlán Izcalli cuenta con 1288 industrias manufactureras de las cuales están distribuidas en seis parques industriales. La rama de producción alimenticia, bebidas y tabacos representa el 30.6%; la de textiles y prendas de vestir el 10%; productos de madera el 5.22%; productos de papel 3.83%; sustancias químicas y productos derivados del petróleo, carbón, hule y plástico el 13.25%; productos no metálicos el 1.74%; industria metálica básica 3.83% y, en productos metálicos, maquinaria y equipo 31.56%. Aportando un producto interno bruto (PIB) de 42,442 millones de pesos.

3.10.4 EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

De acuerdo a lo descrito y mencionado en los cuatro municipios mencionados se hará una tabla en donde se tomaran los factores de dichos municipios tomando en cuenta de que el mayor porcentaje es la opción ideal de acuerdo al método de factores ponderados.

Municipio	Personas	Vehículos	Infraestructura		Distancia km	Comunicaciones	
	Mano de obra	Materia Prima Disponible	Industrias Manufactureras	Aportación (PIB) millones de pesos	Cercanía Con el mercado	Avenida	Autopistas
ECATEPEC	699,245	500,000	6,193	84.331	26	5	3
NAUCALPAN	642,405	348,000	2,229	84.766	21	10	0
TLALNEPANTLA	526,142	311,000	2,345	82.950	16	5	2
CUAUTITLAN	400,706	55,200	1,288	42.442	43	8	2

Tabla 19 RESUMEN ESTADÍSTICAS BÁSICAS DE LOS MUNICIPIOS A CONSIDERAR ^{36,37, 38 Y 39}

De acuerdo a esta tabla anterior se va a determinar la puntuación por cada municipio:

FACTORES PONDERADOS

Municipio	Mano de obra	Materia Prima disponible	Infraestructura	Cercanía con el Mercado	Comunicaciones
ECATEPEC	9	10	10	9	9
NAUCALPAN	9	8	10	9	9
TLALNEPANTLA	9	8	9	10	9
CUAUTITLAN IZCALLI	8	5	5	7	9

Tabla 20 EVALUACIÓN DE LOS FACTORES POR LOCALIDAD

3.10.5 LA DECISIÓN SOBRE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA

Aplicando el método de factores ponderados:

FACTOR	PESO	ECATEPEC	FACTOR CALCULADO	NAUCALPAN	FACTOR CALCULADO	TLALNEPANTLA	FACTOR CALCULADO	CUAUTITLAN IZCALLI	FACTOR CALCULADO
Mano de Obra	0.1	9	0.9	9	0.9	9	0.9	8	0.8
Materia Prima disponible	0.25	10	2.5	8	2	8	2	5	1.25
Infraestructura	0.15	10	1.5	10	1.5	9	1.35	5	0.75
Cercanía con el mercado	0.2	9	1.8	9	1.8	10	2	7	1.4
Comunicaciones	0.2	9	1.8	9	1.8	9	1.8	9	1.8
TOTAL	1	TOTAL	8.5	TOTAL	8	TOTAL	8.05	TOTAL	6

Tabla 21 DECISIÓN SOBRE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA

De acuerdo con el método propuesto el cual indica que la mejor opción es Ecatepec siguiéndole Tlalnepantla y Naucalpan en ese orden, Cuautitlán Izcalli como la opción más baja de acuerdo a los valores de los factores que se consideraron ideales para este tipo de proyecto.

3.11 PROCESO PRODUCTIVO DEL RECICLADO DE LAS LLANTAS

3.11.1 ACOPIO DE MATERIA PRIMA

A continuación se describirá las formas como hacer llegar la materia prima a la planta productiva. Se consideran tres camiones propios⁴⁰, dado que contratar empresas de transporte o fletes resulta tener un costo más elevado que tener camiones propios, se cotizo⁴¹ el precio del servicio requerido para el traslado de llantas el cual varía entre los 4000\$ a 6000\$ pesos diarios.

Los camiones tienen capacidad de transportar un promedio de entre 586 hasta 700 llantas las cuales serán recolectas en vulcanizadoras, centros de acopio y distribuidoras) Siendo las vulcanizadoras la principal fuente de recolección de llantas. También se propone habilitar dentro de la planta de producción un centro de acopio en las cuales las personas podrán dejar sus llantas para ser recicladas.

Se debe cubrir una recolección diaria de 1181 llantas como mínimo para estandarizar la capacidad de producción la cual ya se ha detallado en otra sección del proyecto.

Se plantea abarcar una variedad de rutas, las cuales se basaran en recorrer las avenidas principales y secundarias de los municipios de Ecatepec, Tlalnepantla, Naucalpan, Cuautitlán Izcalli en ese orden de prioridad. Esta decisión se toma principalmente por ser municipios con un gran parque vehicular además de ser vías primarias para la circulación de todo tipo de vehículos (pasajeros, Camiones de carga particulares etc.), además los municipios cuentan con vías que conectan con el D.F además de contar con accesos o tramos de algunas autopista importantes del país.

Hay que dejar claro que aunque se le dé prioridad a los municipios anteriormente mencionados no se descartara tener rutas alternas en algunas delegaciones del D.F. principalmente las ubicadas al norte de la ciudad así mismo se consideraran para la recolección otros municipios del Estado de México como Nezahualcóyotl, Coacalco, Tecámac etc.

⁴⁰ Transporte (Fletes) <http://www.mudanzasyfletes.com/cotizaciones.htm>, <http://fletes.com/tortn-2.aspx>

⁴¹ Camión Tipo Torton <http://www.isuzumex.com.mx/> es el forward 800

3.12 FLUJOGRAMA DE PROCESO

A continuación se describirá a detalle las etapas que atravesara la llanta desde que llega a la planta recicladora hasta que es reciclada y convertida en diferentes productos (acero, caucho, textil)

El Flujograma del proceso mostrara la secuencia del proceso de reciclado de llantas.

Tarea	Descripción	Tareas que deben proceder
A	SUMINSTRO DE MATERIAL	_____
B	DESTALONAMIENTO	A
C	TRITURACION	B
D	SEPARADOR DE ALAMBRE	C
E	BANDA MAGNETICA	D
F	CANAL VIBRANTE	C
G	SEPARADOR DE GOMA	F
H	CLASIFICADOR	G
I	MOLINOS	H
J	EMPAQUETADO	B-D-E-G-H-I
K	ALAMACEN DE PRODUCTO TERMINADO	B-D-E-G-H-I

Tabla 22 FLUJOGRAMA DE PROCESO

A continuación se presenta el esquema del flujo del proceso productivo:

DIAGRAMA DE PROCESO

Símbolo	Descripción
	Almacén
	Operación
	Inspección
	Transporte

Tarea	Descripción
A	SUMINSTRO DE MATERIAL
B	DESTALONAMIENTO
C	TRITURACION
D	SEPARADOR DE ALAMBRE
E	BANDA MAGNETICA
F	CANAL VIBRANTE
G	SEPARADOR DE GOMA
H	CLASIFICADOR
I	MOLINOS
J	EMPAQUETADO
K	ALAMACEN DE PRODUCTO TERMINADO

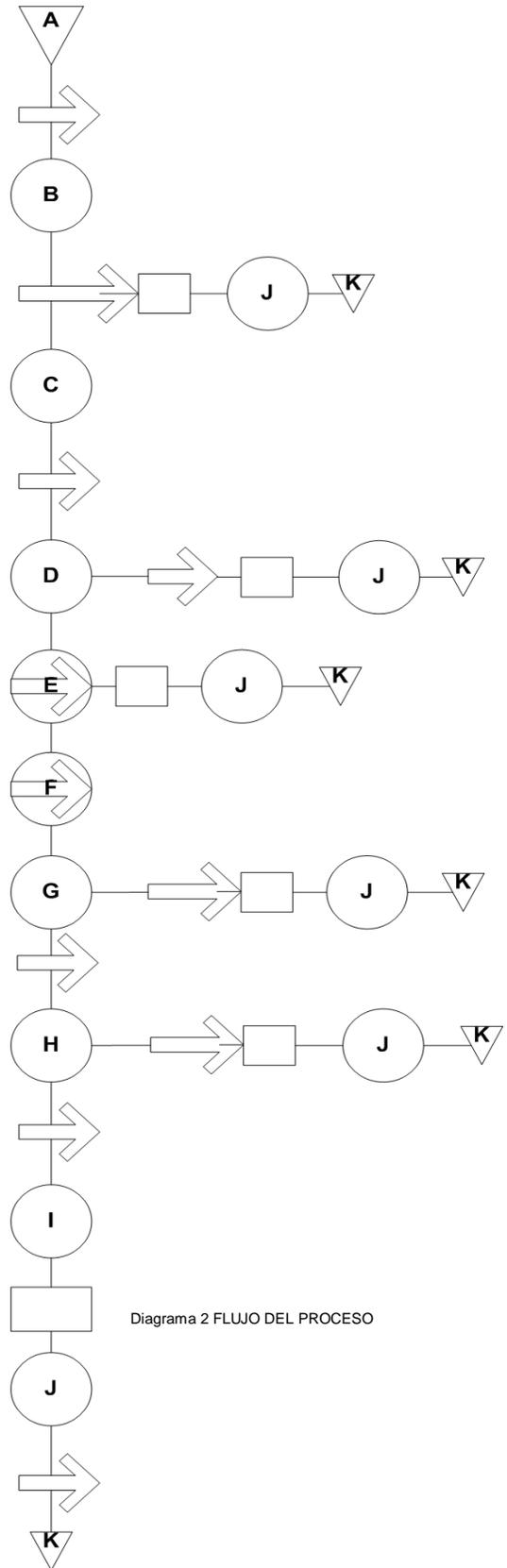


Diagrama 2 FLUJO DEL PROCESO

3.13 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO DE LA MAQUINARIA

A continuación se describe el productivo llevado a cabo por las diferentes máquinas de la línea de reciclado 3E²² propuesta para este proyecto.

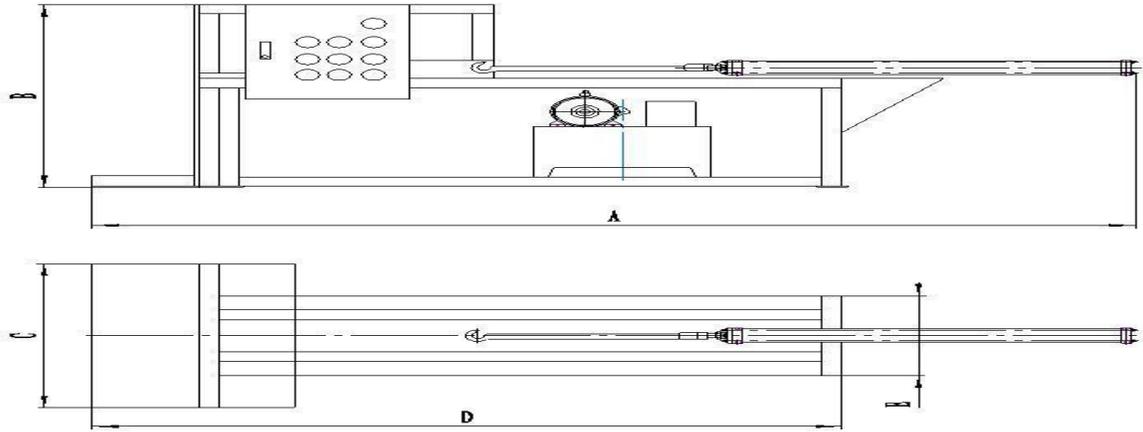
1) Destalonador



La llanta entera es colocada en el destalonador que es utilizado para extraer los anillos de alambres de acero que se encuentran en el interior del talón de la llanta. Cada llanta cuenta con dos anillos, los cuales si no son extraídos, pueden comprometer seriamente la eficiencia de las fases sucesivas de la línea, debido a la dureza de los alambres.



²² Allen Wang (Gerente de ventas 3E):
(sales801@3e-recycling.com)



DESTALONADOR

Especificaciones técnicas:

Modelo\Dato	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	Poder Máximo (Mpa)	Diámetro Máximo (mm)	Capacidad (pc/h)	Poder de Motor (kw)	Peso (kg)
YGLJ-1200	3750	1700	1230	2750	660	15	12000-800	15-80	18.5	2500

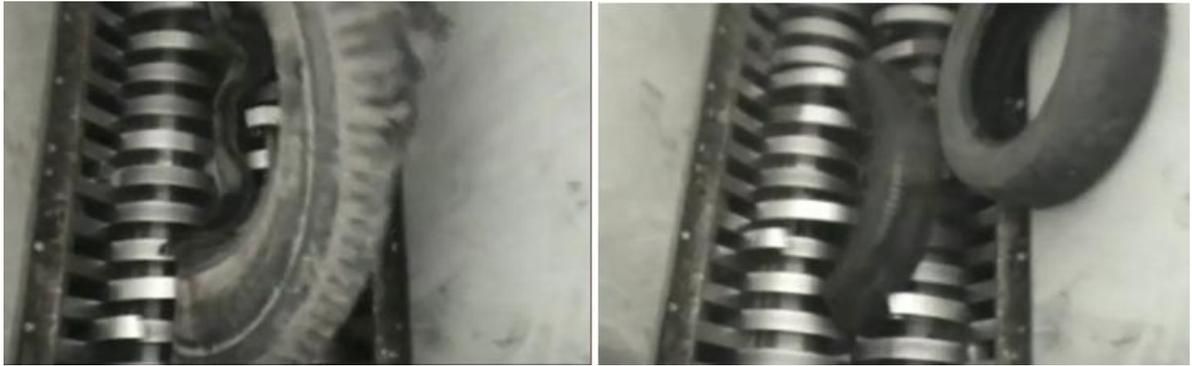
Tabla 23 DESTALONADORA (ESPECIFICACIONES)

2) Cinta de extracción y de elevación (Transporte de material)



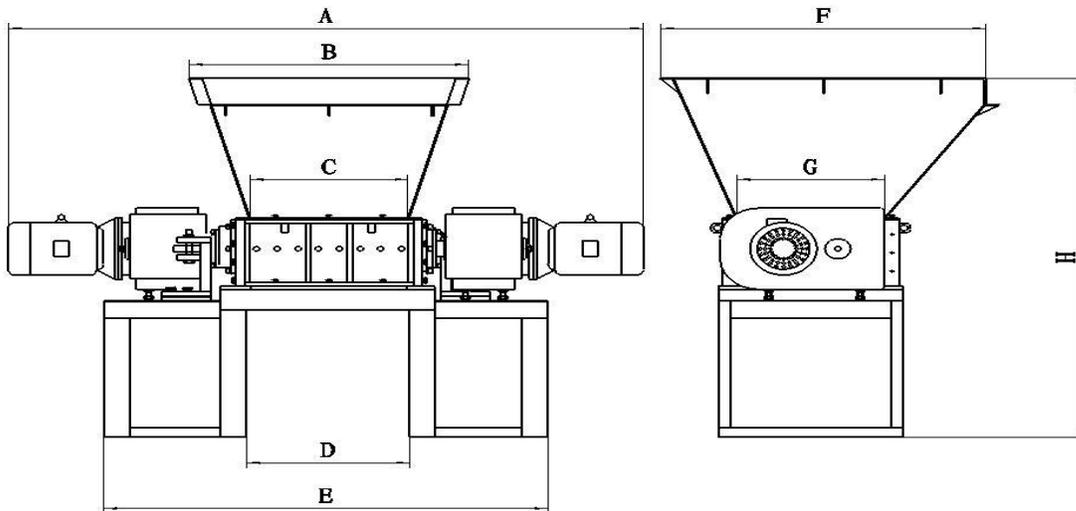
3) Triturador

Una vez que la llanta entera “sin anillos” de acero llega a la trituradora esta se encarga de la trituración de la llanta, la trituradora es una maquina con transmisión hidráulica con dos ejes (rotores) en los cuales se encuentran las cuchillas de corte. El resultado de dicha operación la obtención de trozos no uniformes de 9*16 cm de longitud.

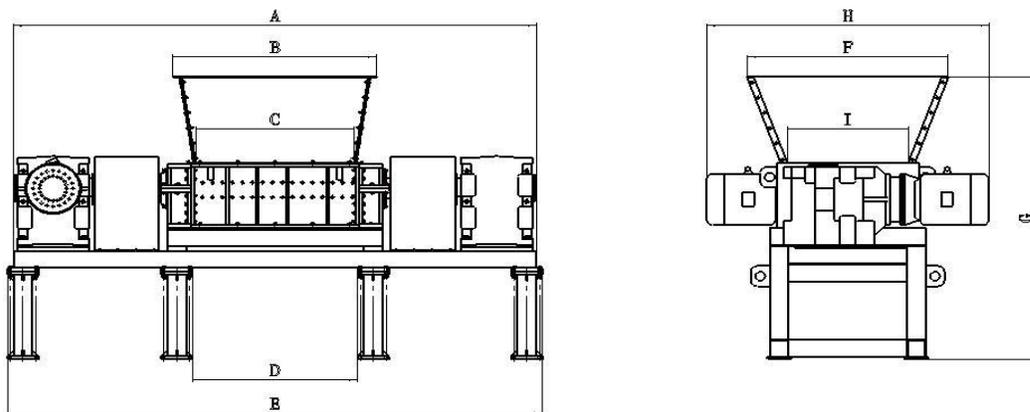


TRITURADORA DE DOS EJES GL40





TRITURADOR DE DOS EJES



ESQUEMA TRITURADOR DE DOS EJES

Especificaciones técnicas:

Modelo	Item	A	B	C	D	H	Diámetro del rotor	Velocidad del eje principal	Rotor de cuchillas	Estator cuchillas	Poder de Motor	Peso
	unidad	mm	mm	mm	mm	mm	mm	r/min	PCS	mm	Kw	Kg
GL40100		3334	1866	984	948	2670	φ514	14.8	20	50	22+22	4600

Tabla 24 TRITURADORA DE DOS EJES GL40 (ESPECIFICACIONES)

4) Cinta de extracción y de elevación (Transporte de material)



5) Separador de alambre

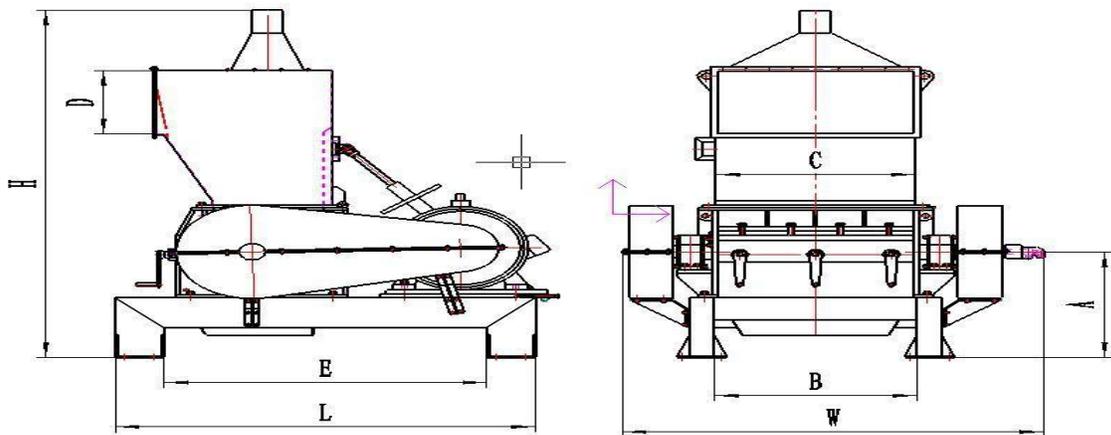
El separador de alambre se utiliza principalmente para la trituración del bloque de caucho proveniente de la trituradora de dos ejes. Se obtiene de esta operación gránulo de llanta 8*15 mm aproximadamente. En esta etapa los cables de acero y la fibra textil todavía se encuentran en la mezcla.



SEPARADOR DE ALAMBRE LGF



SEPARADOR DE ALAMBRE



ESQUEMA SEPARADOR DE ALAMBRE

Especificaciones técnicas:

Modelo	A	B	C	D	E	L	W	H	Velocidad	Poder	Rotor cuchillas	Cuchillas fijas	Tamaño de Pantalla	Peso
Dato	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	rmp	KW	PCS	PCS	(mm)	(kg)
LGF52120	1970	1250	1200	550	1510	2010	2562	4110	570	132	92	6	Φ12 Φ15 Φ20	5500

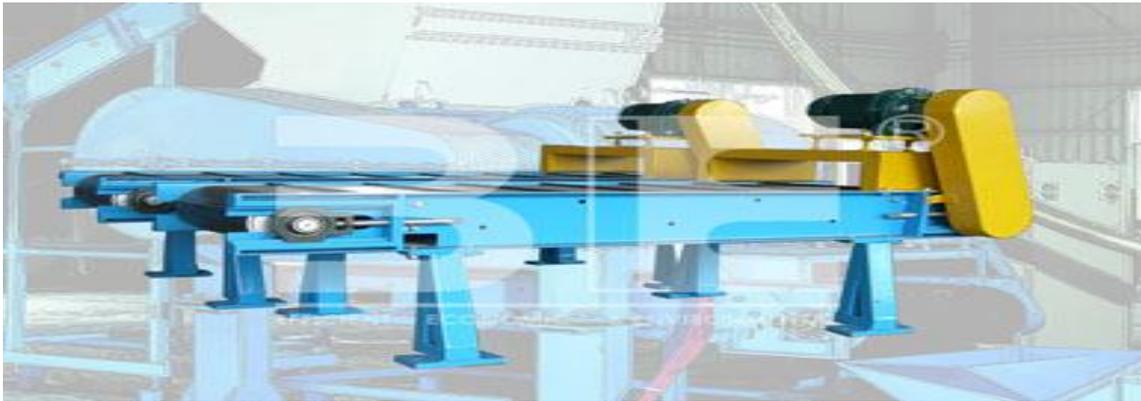
Tabla 25 SEPARADOR DE ALAMBRE LGF (ESPECIFICACIONES)

6) Banda magnética

El separador magnético se utiliza para separar el alambre de acero de la mezcla que está llegando desde el separador de alambre.



SEPARADOR MAGNETICO



SEPARADOR MAGNETICO

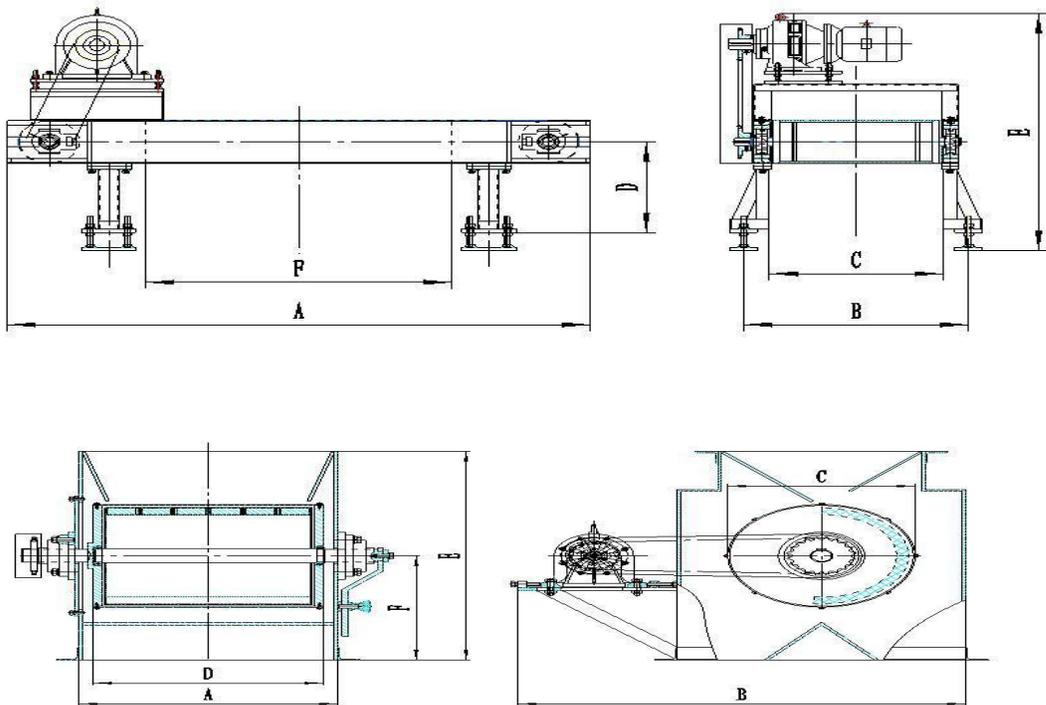


Figura 11 ESQUEMAS DEL SEPARADOR MAGNETICO

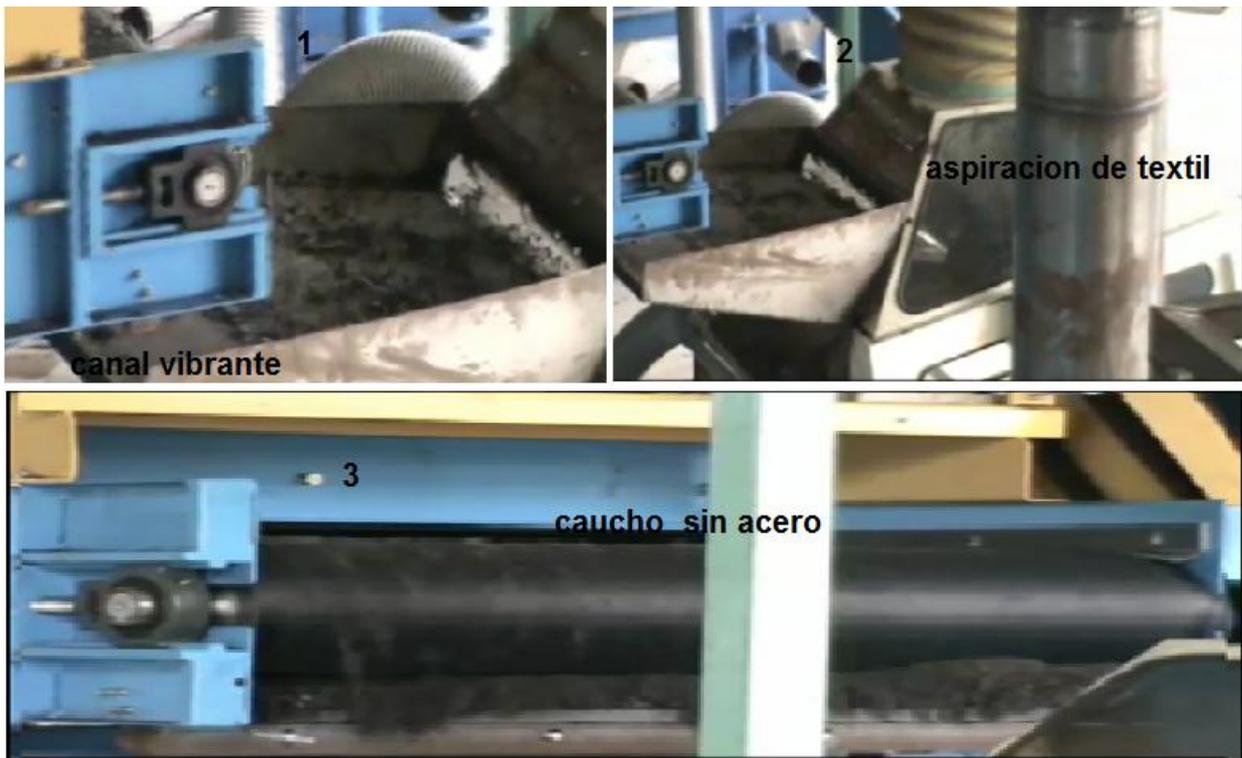
Especificaciones técnicas:

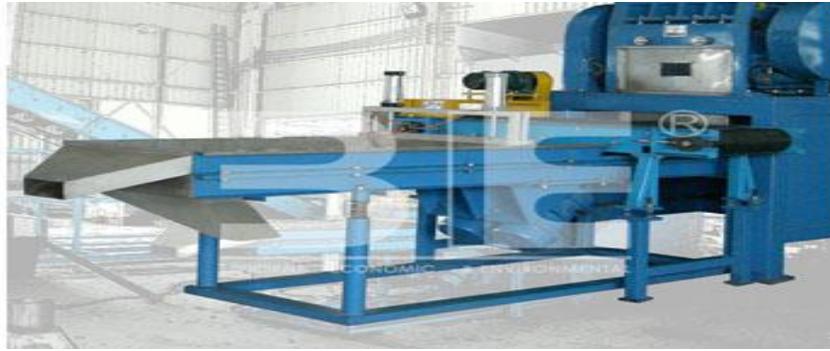
Modelo	Data	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	E(mm)	F(mm)	Poder del Motor (kw)	Velocidad de rotación (rpm)	Peso (KG)
CXH 5080		1712	660	510	400	985	800	1.5	36	200

Tabla 26 SEPARADOR MAGNETICO (ESPECIFICACIONES)

7) Vibrador

El vibrador está conectado debajo del separador magnético. Se en carga de separar una cierta parte de la fibra.





VIBRADOR

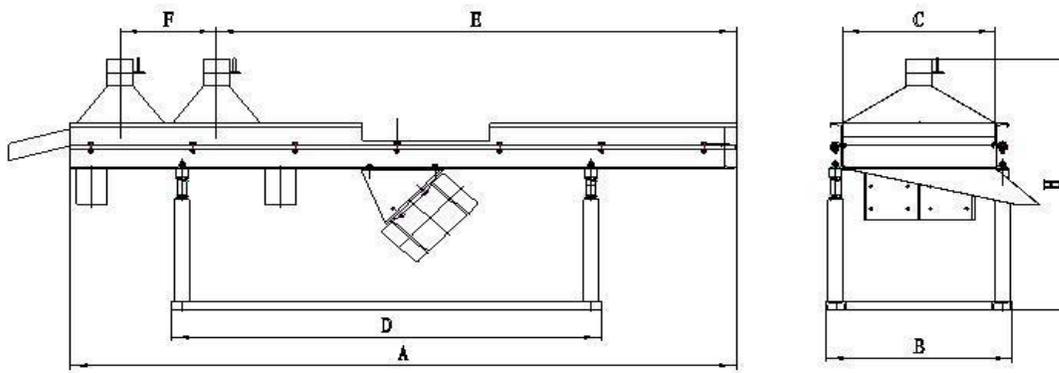


DIAGRAMA DEL VIBRADOR

Especificaciones técnicas:

Modelo	A	B	C	D	E	F	Pantalla Frontal	Pantalla Trasera	Velocidad	Poder	Peso
Dato	mm	mm	mm	mm	mm	mm			mrp	Kw	Kg
ZDS 7530	3258	941	750	2100	2543	470	6/14	2.5/3.5	1500	0.55×2	200

Tabla 27 VIBRADOR (ESPECIFICACIONES)

8) Trituradora de goma

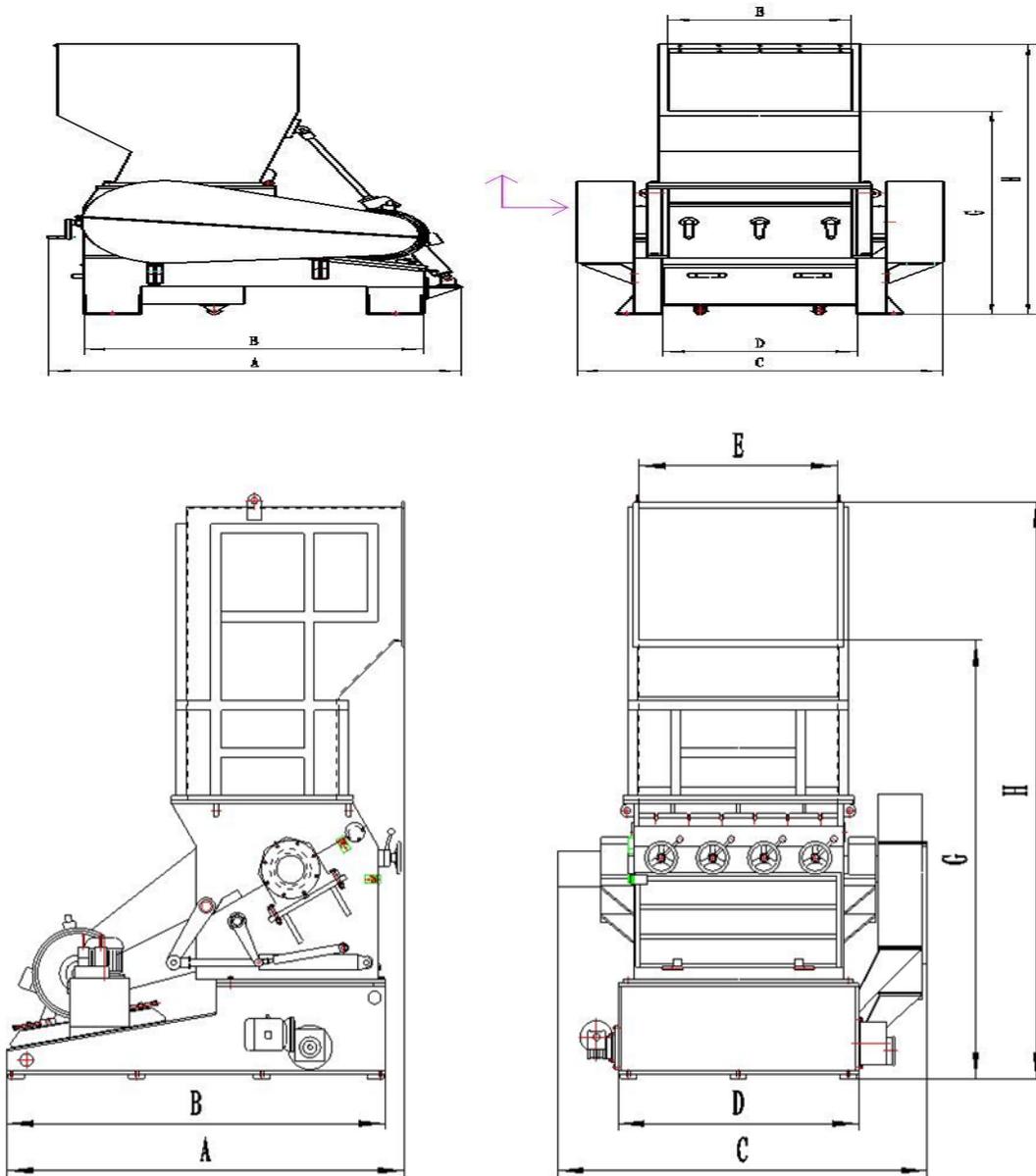
La trituradora de goma se encarga de aplastar el gránulo de 8-15mm de goma obtenido del separador LGF en gránulo de goma 2-4mm.



TRITURADO DE GOMA



TRITURADORA DE GOMA



ESQUEMA DE TRITURADOR DE GOMA

Especificaciones técnicas:

Modelo	A	B	C	D	E	H	G	Diámetro	Velocidad	Poder	Rotor cuchilla	Hojas Fijas	Pantalla	Peso
Dato	mm	mrp	Kw			mm	Kg							
PC42100RII(53)	1800	1485	1800	1050	1002	2400	1800	Φ420	526	45	5X2	3X2	Φ4	3300

Tabla 28 TRITURADO DE GOMA (ESPECIFICACIONES)

9) Clasificador

El clasificador es un dispositivo para separar las mezclas de acuerdo con la diferente densidad. La presión del viento ejercida en la cámara sobre la mezcla de caucho y fibra y ya que la densidad y el tamaño de la fibra es mucho menor que la del caucho, la fibra pasa a través de la cámara y entra en el colector de fibras, mientras que el caucho pasa a la siguiente etapa).



ZIG-ZAG CLASIFICADOR DE FIBRA



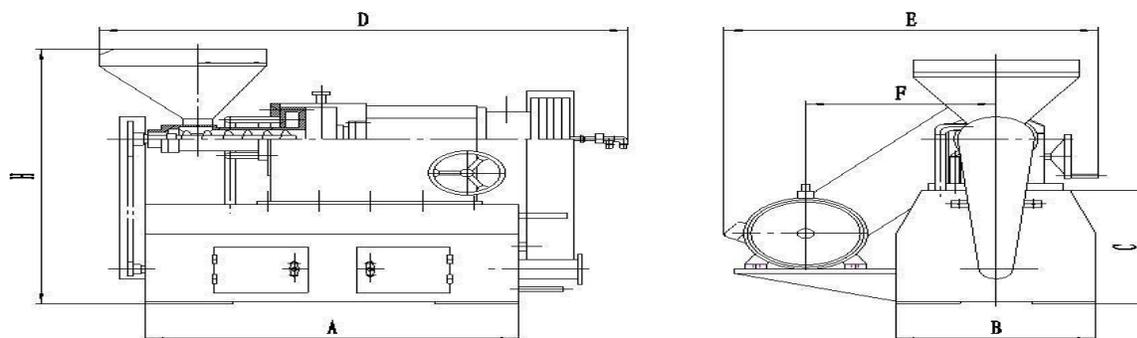
CALSIFICADOR DE FIBRA

10) Molinos (es para producir polvo de caucho de malla 40-200)

El molino es económico con un bajo consumo y pequeño tamaño. Cuando la producción, las condiciones de trabajo es limpio y cómodo. Bajo condiciones normales de temperatura, se puede producir polvo de caucho de malla 40-200.



MOLINO



ESQUEMA MOLINO

Especificaciones técnicas:

Dato	A(mm)	B(mm)	C(mm)	D(mm)	E(mm)	F(mm)	H(mm)
XJFS-280	1207	645	640	1710	1863	585	1352

Tabla 29 MOLINO (especificaciones)

11) Tornillos sin fin con dos direcciones de almacenaje.



Este tornillo es el encargado de realizar el transporte del caucho totalmente molido a la sección de llenado de sacos para concluir con el empaquetado.

Tabla resumen de maquinaria a utilizar (consumo eléctrico- Cantidad)

NO.	Maquina/Modelo	Power (KW)	Cantidad
1	Destalonadora	18.15	3
2	Banda de Transporte	1.1	2
3	Trituradora	90	1
4	Separadora de alambre	315	1
5	Banda Magnética	1.5	1
6	Banda de Transporte	1.1	1
7	Banda Transporte	1.1	4
8	Vibradores	3	2
9	Trituradores de Goma	90	2
10	Sopladores de Alta Presión	5.5	4
11	Clasificador de Fibra	1.1	1
12	Tornillo cargador	4	1
13	Molinos	40	4
14	Control Eléctrico		1

Tabla 30 TOTAL DE MAQUINARIA

3.13.1 DIAGRAMA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA LLANTA

En el diagrama siguiente se detalla la descomposición de las llantas en los siguientes productos, indicando el porcentaje obtenido por tipo de producto.

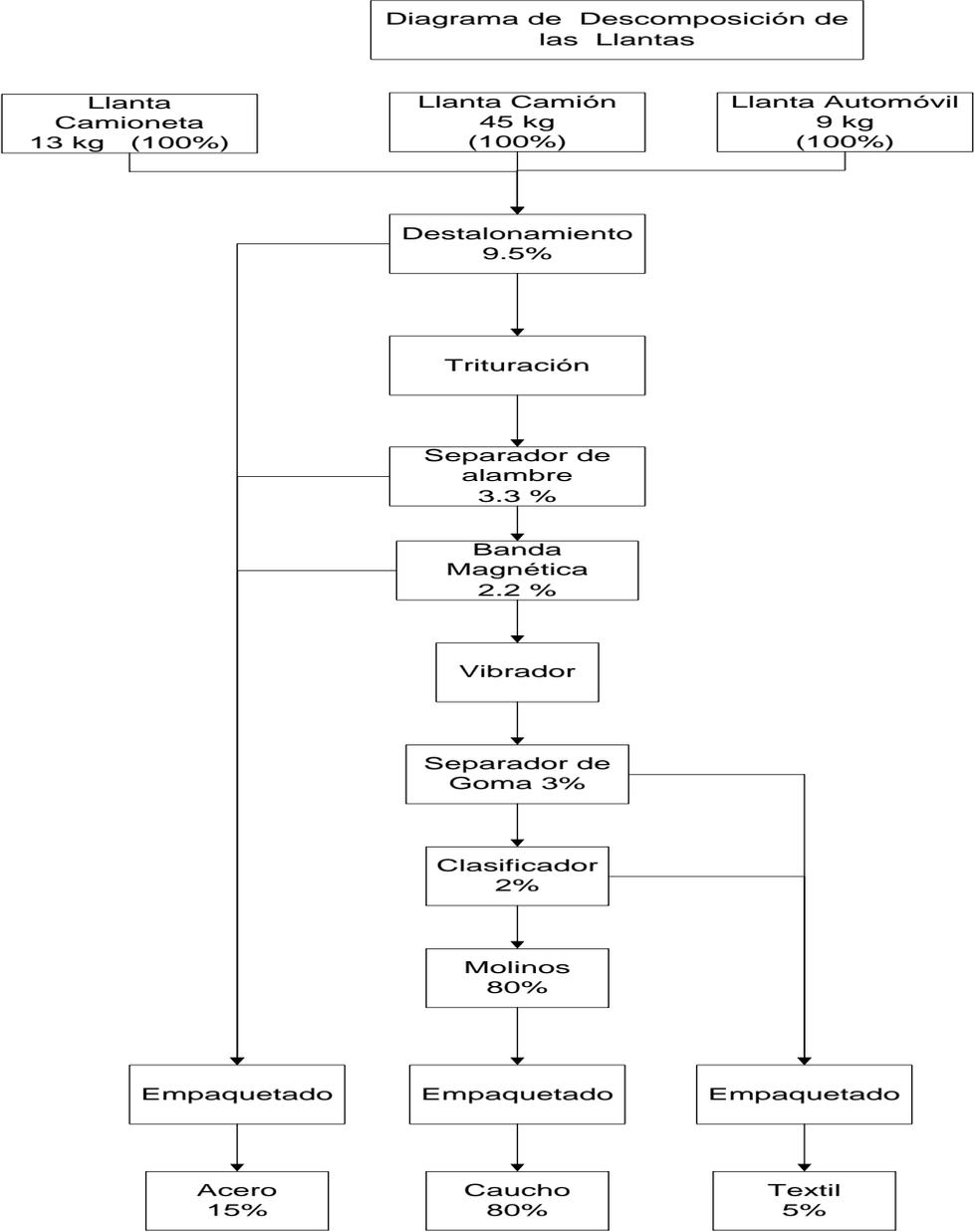


Diagrama 3 DIAGRAMA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA LLANTA

3.14 ALMACENES

3.14.1 ALMACÉN DE MATERIA PRIMA

Para garantizar el suministro adecuado de Materia Prima, se propone contar en el almacén de (MP) la demanda semanal de llantas para reciclamiento. A continuación se describe tanto el número de llantas como el espacio requerido para almacenar 5 días de materia prima.

Llantas requeridas	Día	Semana
Cantidad mínima requerida	1181.8	5909

Tabla 31 LLANTAS REQUERIDAS

Las llantas serán colocadas en el suelo de concreto, ya que estas no requieren instalaciones especiales para su almacenaje. Por cuestiones de seguridad y accesibilidad las llantas serán apiladas procurando no rebasar los 2.60 m de altura.

El espacio requerido será determinado considerando los siguientes datos.

Proporción de Llantas:	Llantas de automóvil 71.19%	Llanta de camión 17.23%	Llanta camioneta 10.96%
Cantidad de llantas	4206	1018	647

Tabla 32 PROPORCIÓN DE LLANTAS REQUERIDAS

Medidas de las Llantas:

Tipo de Llanta	Ancho cm	Diámetro cm
Automóvil	17	55
Camión	22	100
Camioneta	19	64

Tabla 33 MEDIDAS DE LAS LLANTAS

Considerando el límite para apilar (2.6 m) y el ancho de las llantas obtenemos lo siguiente:

Tipo de llanta	Llantas máximas apiladas	Altura metros	*Distribución de columnas de llantas apiladas
Automóvil	15	2.55	280
Camión	11	2.42	92.5
Camioneta	13	2.47	50

Tabla 34 APILAMIENTO DE LLANTAS

*Cantidad de llantas /llantas máximas apiladas

A continuación se calculara el espacio mínimo requerido para cada tipo de llanta, sabiendo el diámetro promedio de cada llanta y la *distribución de llantas apiladas se obtendrán una medida en m2 para almacenar cinco días de inventario para los distintos tipos de llantas.

Tipo de Llanta	Espacio requerido por llanta m2	Espacio requerido m2 total
Automóvil	0.3	84.7
Camión	1	92.5
Camioneta	0.41	20.28
Total		197.68

Tabla 35 ESPACIO REQUERIDO

Se puede concluir que se requiera un espacio mínimo de 197.68 m2 de almacén de materia prima (5909 Llantas de todo tipo) para una producción de 5 días.

3.14.2 ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO

Se plantea tener un almacén de producto terminado con capacidad para 5 días de producción, esta cantidad no requiere de instalaciones especiales para ser almacenada.

El caucho reciclado será empacado en costales⁴² de 50 Kg que a su vez será apilados o colocados en tarimas de madera con medidas de 1m de ancho y 2m de largo, serán colocados un aproximado de 32 costales por tarima con una altura aproximada de 2 m de altura, teniendo un peso aproximado de 1.6 Toneladas, las tarimas⁴² se colocaran a nivel de suelo y una vez cargadas con los costales serán trasportadas por patines hidráulicos hacia los camiones para la entrega al cliente.

Para el almacenamiento de Textil se utilizara como base la metodología anterior, es decir el material textil será empacado en costales de 50 kg, posteriormente 32 costales⁴³ se estibarán en una tarima.

Como se mencionó al colocar las tarimas a nivel de suelo se debe determinar el espacio requerido para almacenar 5 días de producción.

Producto	Producción semanal kg	N° de costales (50 kg)	N° de Tarimas (32 costales)
Caucho reciclado	74,133	1,483	46
Textil	4,633	93	3

Tabla 36 CANTIDAD DE COSTALES Y TARIMAS PARA 5 DIAS DE PRODUCCIÓN

Se puede resumir que se necesita el espacio para colocar 46 tarimas en las cuales se almacenara la producción de 5 días.

Finalmente se calcula el espacio en m2 ocupados por 46 tarimas.

N° de Tarimas	M2 necesarios por Tarima	Total m2 necesarios
49	2	98

Tabla 37 ESPACIO REQUERIDO PARA TARIMAS

⁴² Costales <http://www.costalespolicrisan.com/productos.html>

⁴³ TARIMAS http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-414345848-tarimas-de-plastico-nuevas-_JM

Se puede afirmar que se requieren 98 m² para almacenar 5 días de producción de caucho reciclado y textil.

Para el caso específico del almacenamiento del acero se considerara un empaquetado diferente al caucho y textiles. La razón será principalmente a las características físicas del acero obtenido del reciclaje, ya que este puede perforar con facilidad los costales dificultan su manejo.

El acero será empaquetado en contenedores⁴⁴ de Medidas: Largo: 208.5 cm, Ancho: 82.0 cm, Alto: 145.0 cm con una capacidad mayor a los 1500 kg

Para empaquetar la producción de acero semanal se calculara el N° de contenedores necesarios.

Producto	Producción Semanal (Toneladas)	Producción diaria (Toneladas)
Acero	13.8	2.7

Tabla 38 PRODUCCION DE ACERO

Ya calculado la producción de un día se calcula que se necesitan dos contenedores para el alojo de por lo menos 3 toneladas de acero.

Se puede concluir que se necesitan un mínimo de 101.5 m² para almacenar un día de acero y 5 días de producto terminado de caucho y textil.

Producto	Espacio Requerido m ²
Caucho	92
Acero	3.5
Textil	6
Total	101.5

Tabla 39 ESPACIO REQUERIDOS POR TIPO DE PRODUCTO

⁴⁴ CONTENEDORES http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-416550960-contenedor-para-basura-capacidad-2000-lt-con-ruedas-_JM

3.15 DISTRIBUCIÓN DEL PRODUCTO TERMINADO

En este proyecto en el que se piensa producir polvo de caucho reciclado para su introducción en el mercado. La distribución del producto será a través de sacos de 50 kg o dependiendo de la demanda del cliente, los cuales se distribuirán a los clientes utilizando los camiones, donde tendrán una capacidad estimada por viaje de 224 sacos estibados en tarimas. Se plantea que no representara ningún costo de flete del producto terminado hacia los posibles clientes.

3.16 ORGANIGRAMA

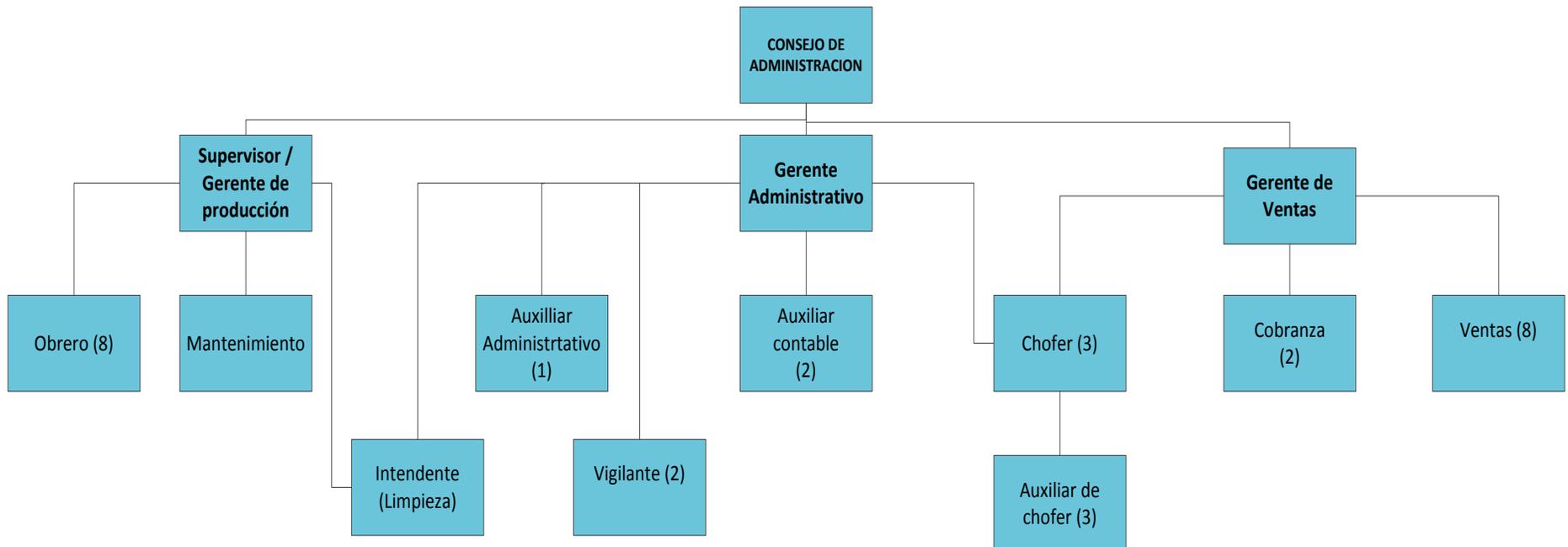


Diagrama 4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA RECICLADORA DE LLANTAS

3.16.1 DESCRIPCIÓN DE PUESTOS

El organigrama de la planta estará compuesto por niveles jerárquicos.

En el primer nivel se encuentra el consejo administrativo (Dueños / socios). En el segundo nivel gerentes de producción y administración, por último el nivel compuesto por personal operativo.

Para que pueda existir una organización eficaz es necesario conocer las actividades que deberá desempeñar cada uno de los miembros de la organización.

A continuación se describirán las actividades principales a desarrollar por el personal.

CONSEJO DE ADMINISTRACIÓN (DUEÑOS / SOCIOS).

Son los encargados de velar por la buena marcha de todas las actividades de la planta además de representar a la misma ante terceros.

Serán responsables de tomar las decisiones y discutir acciones a realizar que lleven al buen desarrollo del negocio.

SUPERVISOR / GERENTE DE PRODUCCIÓN

Descripción

Del desempeño del gerente de producción dependerá en gran parte el éxito o el fracaso de la planta. El gerente de producción fungirá como eslabón de enlace entre el área operativa y el consejo de administración. El área de producción estará bajo su mando y de él dependerá obtener el nivel de producción requerido de calidad y tiempo de entrega requeridas por los posibles clientes.

GERENTE ADMINISTRATIVO

Descripción

El gerente administrativo es responsable de planear dirigir y evaluar las actividades, financieras, administrativas, contables, presupuestarias y de la gestión de recursos

humanos de la empresa, con el propósito de optimizar los activos humanos y materiales. Así mismo será el encargado de hacer las gestiones pertinentes con proveedores.

AUXILIAR ADMINISTRATIVO

Descripción:

Es un puesto de alta confianza ya que sus funciones son básicamente de apoyo a la dirección de la empresa, es un puesto de carácter coordinador entre la dirección y todo el personal que conforma la empresa, debido a sus funciones las aptitudes comprenden básicamente las de una persona de trato amable, de alto nivel de responsabilidad y de un alto nivel profesional.

AUXILIAR CONTABLE

Descripción

El Auxiliar contable es responsable de apoyar en registro y control de los movimientos de comprar y ventas, revisión y análisis financieros y en general prestar apoyo para el buen manejo de las finanzas de la empresa.

OBRERO

Descripción de actividades:

Será el encargado de la operación de las diferentes maquinas del área de producción

- Descargar y Trasladar las llantas al almacén.
- Trasladar las llantas al área de destalonamiento y su trituración.
- Se encargara de almacenar y cargar en el camión los productos terminados a través del uso de un patín hidráulico.
- Auxiliar al chofer en la recolección de llantas.
- Eventual se encargara de:
- Dar mantenimiento a la maquinaria y equipos.

CHOFER

Descripción de actividades.

- El chofer será el encargado de transportar las llantas de desecho desde las vulcanizadoras hasta la planta.
- Llevar los productos terminados a los clientes.
- Mantenimiento al vehículo.

MANTENIMIENTO

Descripción de actividades:

- Será el encargado de realizar mantenimiento a las diferentes áreas incluyendo máquinas y equipos.
- Apoyo en otras áreas que se requiera.
- Elaboración de informes de mantenimiento sobre el estado de maquinaria y equipos.

GERENTE DE VENTAS

Descripción

El gerente de ventas es responsable de la gestión de recursos humanos del área de ventas así como de planear dirigir y evaluar las actividades de su área a cargo, como lo son la promoción del producto y la elaboración de la logística de ventas y cobranza. Todo con el propósito de optimizar la venta y la entrada del dinero a la empresa. Así mismo será el encargado de hacer las gestiones pertinentes con los clientes.

VENTAS

Descripción

El personal de ventas será el encargado de realizar directamente la venta del producto con los clientes, así como de promocionar el producto con clientes potenciales.

COBRANZAS

Descripción

El personal de cobranzas es responsable de garantizar el pago de dinero por parte de los clientes

VIGILANTE

Descripción del puesto:

El vigilante será el encargado de resguardar los bienes propiedad de la empresa.

INTENDENTE

Descripción del puesto:

El intendente será el encargado de mantener limpias las diferentes áreas de trabajo de la empresa, así como de brindar apoyo en mantenimiento menor de las instalaciones.

3.17 LAYOUT

DESCRIPCION DE AREAS

A continuación se dará a conocer las cantidades de metros requeridos para cada área de trabajo:

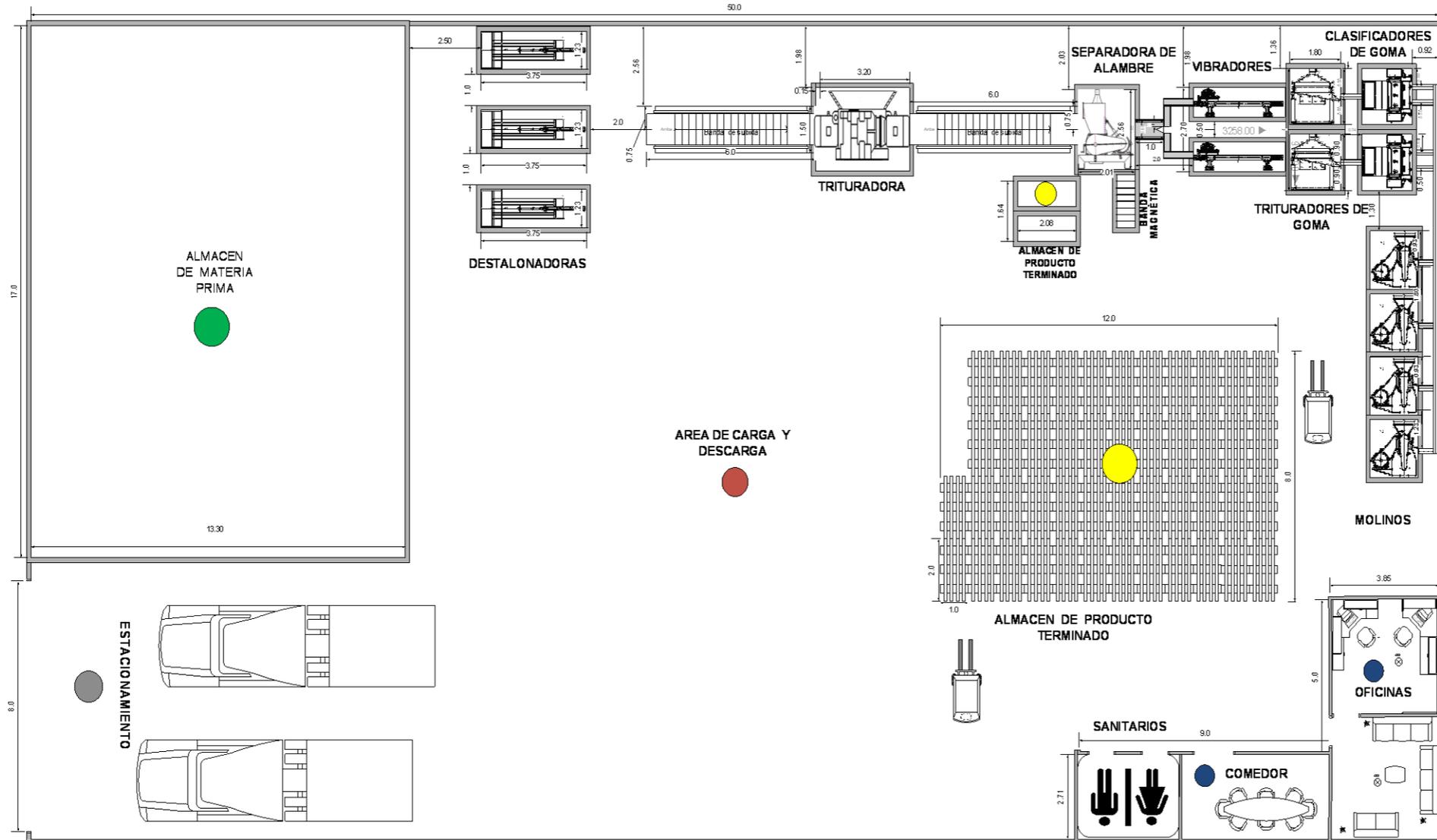
- Almacén de materia prima: El almacén de materia prima como se ha mencionado en el capítulo 3.14.2 ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO tendrá una capacidad como mínima requerida para alojar 5909 llantas de todo tipo que esto equivale a 5 días con un área de 226.1 metros cuadrados.
- Almacén de producto terminado: El almacén de producto terminado como se ha mencionado en el capítulo 3.14.2 ALMACÉN DE PRODUCTO TERMINADO tendrá una capacidad como mínima requerida de 5 días de producto textil y caucho alojados en un total de 93 costales de textil y 1483 costales de caucho. 1 día de acero donde se producirá diario 2.78 toneladas empaquetadas en dos contenedores todo esto debe ocupar un espacio no mayor a 101.5 metros cuadrados.
- Línea de reciclado: La línea de reciclado de llantas tendrá a cubrir un espacio no mayor a 300 metros cuadrados.
- Área de carga y descarga: Este límite será donde los camiones podrán desplazarse para carga y descarga de producto terminado y materia prima.
- Estacionamiento: El estacionamiento permite que entren y salgan por lo menos dos camiones de 9 toneladas.

Ahora se muestra en la siguiente tabla la cantidad de metros requerida por cada departamento de trabajo:

Descripción	Área m ²
Almacén de Materia Prima	226.1
Almacén de Producto Terminado	100
Oficinas Sanitarios y Comedor	54
Estacionamiento	106.5
Área de Carga y Descarga	342
Línea de Reciclado	278.5
Total	1,107.1

Tabla 40 DESCRIPCIÓN DE ÁREAS

LAYOUT



- ALMACEN DE MATERIA PRIMA 226.1 m²
-
- OFICINAS, SANITARIOS Y COMEDOR 53.85 m²
- ESTACIONAMIENTO 106.4 m²
- AREA DE CARGA Y DESCARGA 342.24 m²

MAQUINARIA 278.431 m²

NO.	Maquina/ Modelo	Power (KW)	Cantidad
1	Destalonadora	18.15	3
2	Banda de transporte	1.1	2
3	Trituradora	90	1
4	Separadora de alambre	315	1
5	Banda Magnética	1.5	1
6	Banda de transporte	1.1	1
7	Banda Transporte	1.1	4
8	Vibradores	3	2
9	Trituradores de Goma	90	2
10	Sopladores de Alta Presion	5.5	4
11	Clasificador de Fibra	1.1	1
12	Tomillo cargador	4	1
13	Molinos	40	4
14	Control Eléctrico		1

TOTAL= 1107 m²

NAVE INDUSTRIAL= 1300 M²

Como resultado de la investigación presentada en el estudio de factibilidad técnica del presente proyecto, se tiene información suficiente que permite llegar a las siguientes conclusiones:

- El proceso de reciclaje mecánico que se propone para el proyecto es el que más ventajas técnicas presenta. Es un proceso que puede procesar un gran volumen de llantas. Finalmente el tratamiento mecánico es un proceso que no produce contaminación alguna.
- Existe un desconocimiento de todas las ventajas y usos de los productos obtenidos del reciclaje. Existe una amplia variedad de productos que se pueden fabricar en su totalidad de caucho reciclado y otra gran variedad podrían fácilmente utilizarlo como carga inertes o relleno.
- El mercado del caucho en México está constituido por más de 1700 empresas las cuales demandaron en 2011 más de 300 mil toneladas de caucho. El proyecto en cuestión propone una producción estimada de 3,855 toneladas solo el 1 % del mercado Mexicano. En cuestión de materia prima para el proyecto en México se desechan más de 29 millones de llantas anualmente las cuales se planea abarcara en los primeros años más de 307,259 llantas equivalente a solo el 1% del total de llantas desechadas en todo México.
- Para la selección de maquinaria se consideró la marca 3E principalmente por que cumple con los requerimientos propuestos para proyecto: con respecto a la capacidad de producción, se obtendrá **caucho de llanta triturado y molido** (tamaño de grano obtenido desde 5 mm hasta 0.02 mm), además de obtener el **acero y fibras textiles que componen la llanta**. El volumen de llantas procesadas será aproximadamente de (3-4 T/Hr). La empresa 3E proporciona un amplio soporte técnico, finalmente el precio de adquisición de la maquinaria es atractivo (10 millones de pesos aproximadamente).
- Con respecto al tema de la decisión sobre localización propuesta para el proyecto, la ubicación propuesta fue establecer una planta recicladora en el Estado de México principalmente por ser de los estados que genera más llantas de desecho con un total de 3,353,907, además de colindar con el Distrito Federal ya que las dos regiones generan un total de 6,183,524 de llantas en desuso lo que representa un 21% en todo México. El municipio propuesto para instalar una empresa y designado mediante método de factores ponderados es Ecatepec se consideró principalmente: mano de obra, obtención de materia prima, infraestructura, la cercanía con el mercado (caucho) y finalmente sus vialidades factor primordial para la recolección materia prima. Los factores anteriores fueron analizados entre 4 municipios de los cuales el puntaje más alto fue arrojado por Ecatepec (8.5) y quedando como segunda opción Tlalnepantla de Baz con 8.05.

CAPITULO 4

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD ECONOMICA PARA EL RECICLADO DE LLANTAS

4.1 CONSIDERACIONES PARA LA FIJACIÓN DEL PRECIO DE LOS PRODUCTOS RECICLADOS.

En México al no existir un mercado formal del caucho reciclado de llantas nos basaremos en Datos del mercado de Estados Unidos proporcionado por la EPA ¹⁹ en el cual el precio varía conforme a los cambios en el precio de caucho natural y sintético.) En la siguiente tabla se muestra el rango de precios estimados del caucho reciclado en el mercado de los E.U.

SIZE	AVG. PRICE USD. DLLS.	RANGE/US. DLLS.
3/8	10.5 ¢ lb. / \$240 ton.	06-20 ¢ lb. / \$155-\$410 ton.
1/4	11 ¢ lb. / \$270 ton.	08-20 ¢ lb. / \$122-\$425 ton.
10 mesh	9 ¢ lb. / \$218 ton.	7.5-22 ¢ lb. / \$240 ton.
20 mesh	14 ¢ lb. / \$292 ton.	10.5 ¢ lb. / \$190-\$280 ton.
30 mesh	13.2 ¢ lb. / \$367 ton.	12-21 ¢ lb. / \$200-\$302 ton.
40 mesh	21.30 ¢ lb. / \$422 ton.	13.4-26 ¢ lb. / \$279-\$398 ton.
80 mesh	33 ¢ lb. / \$496 ton.	29-39 ¢ lb. / \$450-\$590 ton.
100+ mesh	52.3 ¢ lb. / \$552 ton.	23-75 ¢ lb. / \$510-\$610 ton.
200+ mesh	65 ¢ lb. / \$1275 ton.	30-80 ¢ lb. / \$600-\$1500 ton.
MARKET PRICES FOR TIRE-DERIVED MATERIALS		
SCRAP TIRE AND RUBBER		

Tabla 41 (CRUMB RUBBER) EN EL MERCADO DE E.U.¹⁹

Se propone para el proyecto producir tamaños desde 6mm (40 mesh) hasta 0.02mm (200 mesh). El número de Malla se refiere “al material que se ha dimensionado al pasar a través de un tamiz o rejillas con un número dado de orificios por pulgada”. Por ejemplo, 10 de malla o mesh de polvo de llanta ha pasado a través de un tamiz con 10 orificios por pulgada, resultando en un granulado de caucho que es ligeramente menor que 1/10 de una pulgada. Como se muestra en la tabla anterior existe un rango de precios estimados, el precio del caucho reciclado varía y depende del tamaño del grano. Para la elaboración de este proyecto se tomara como referencia la malla de 40 mesh con un precio medio (AVG PRICE) de 422 dlls la tonelada. Dado que esta es la media estándar comercial. Aclarando que el tipo de maquinaria descrita en el estudio de factibilidad técnico puede producir todos los mallajes descritos en la tabla anterior únicamente haciendo un cambio de rejillas.

¹⁹ Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México <http://www.epa.gov/>

En cuanto a los productos restantes se tiene como referencia que en el mercado de materiales de reciclado, los precios del acero reciclado (Fierro) está en un precio aproximado \$ 2000 pesos por tonelada. En cuanto al textil este oscila por tonelada entre 400\$ y \$500 pesos. Explicado lo anterior el caucho reciclado será nuestro producto principal ya que será la principal fuente de ingreso para la empresa.

Por lo tanto para estimar los ingresos que se pueden generar a través de los 3 productos obtenidos de la llanta reciclada, se consideró un procesamiento de 3,373 toneladas de llantas el primer año, equivalente a un 30% menos de la producción asignada en el Estudio Técnico de 4,818 t (100%), además recordando los porcentajes estimados en el capítulo 2 de una llanta obtendremos en promedio 80% de caucho, 15% acero y 5% de fibras textiles.

Producto	Recolección de llantas				Ingresos				
	Día	Semana	Mes	Año		Día	Semana	Mes	Año
Llantas	826	4130	68.8	826					
Toneladas de Llantas	13.5	67.5	281.1	3373.0	Precio por Tonelada (\$)	Miles de (\$)	Miles de (\$)	Miles de (\$)	Miles de (\$)
Caucho Reciclado	2.0	10.1	42.2	506.0	5,486	59.21	296.07	1,233	14,803.62
Acero Reciclado	10.8	54.0	224.9	2698.4	2,000	4.04	20.23	84.32	1,011.91
Textil Reciclado	0.7	3.4	14.1	168.7	500	0.33	1.68	7.02	84.33
					Total	63.58	317.98	1,324.34	15,899.86

Tabla 42 INGRESOS DE UN AÑO

4.2 COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA

A continuación se mostraran los costos de mano de obra directa que participa en el proceso productivo y la mano de obra indirecta de la empresa en cuestión. Se describe el número de empleados presentados en el organigrama de la empresa, sus salarios correspondientes más las prestaciones⁴⁵ de ley los trabajadores.

Mano de Obra Directa					
Puesto	Cantidad	Salario Mensual por persona (\$)	* 35% de prestaciones	Salario Mensual (\$)	Salario Anual (\$)
Obrero	8	4,000	5,400	43,200	518,400
Mantenimiento	1	8,000	10,800	10,800	129,600
Supervisor	1	10,000	13,500	13,500	162,000
Total	10	22,000		67,500	810,000
Total costo/tonelada					168.1

Tabla 43 MANO DE OBRA DIRECTA

⁴⁵ Porcentaje de prestaciones <http://www.contabilidadyfinanzas.com/prestaciones-sociales.html>

Mano de Obra Indirecta					
Puesto	Cantidad	Salario Mensual por Persona (\$)	* 35% de Prestaciones (\$)	Salario Mensual (\$)	Salario Anual (\$)
Auxiliar Administrativo	1	6,500	8,775	8,775	105,300
Seguridad	2	6,000	8,100	16,200	194,400
Ventas	8	10,000	13,500	108,000	1,296,000
Gerente de ventas	1	20,000	27,000	27,000	324,000
Gerente	1	20,000	27,000	27,000	324,000
Auxiliar contable	2	6,500	8,775	17,550	210,600
Cobranzas	2	8,000	10,800	21,600	259,200
Limpieza	1	4,000	5,400	5,400	64,800
Total	18			231,525	2,778,300

Tabla 44 MANO DE OBRA INDIRECTA

Cabe mencionar que la mano de obra indirecta son 10 trabajadores a comparación de la mano de obra indirecta que son 8 personas más, en los sueldos la mano de obra directa representa un 29.14% comparándola con la mano de obra indirecta.

4.3 IMPUESTOS

El pago de impuestos se refiere al pago de los siguientes conceptos: consumo de energía eléctrica, agua, predial, también se ejemplifica el pago de teléfono e internet.

Para el pago de la energía eléctrica se toma las tarifas impuestas por la comisión federal de electricidad⁴⁶ (CFE) que se muestran en la siguiente tabla:

The screenshot shows the CFE website interface. At the top, there are navigation links: Inicio, Conoce CFE, Preguntas frecuentes, Glosario, Contacto, Mapa del sitio, Sala de prensa. Below that, there are tabs for 'CASA', 'NEGOCIO', 'INDUSTRIA', and 'PROVEEDORES'. A search bar with 'gob.mx' and an 'ir' button is visible. A breadcrumb trail reads 'CFE > Negocio > Conoce tu tarifa > Consulta tu tarifa'. On the left, there are menu items under 'MI CUENTA' and 'SERVICIOS EN LÍNEA'. The main content area is titled 'Tarifas generales en alta tensión' and includes a 'Consultar tarifas de:' dropdown set to '2012'. Below this, it says 'Nivel subtransmisión' and 'Tarifa'. A table follows with columns for months (DIC./11, ENE., FEB., MAR., ABR., MAY., JUN., JUL., AGO., SEP., OCT., NOV., DIC.) and rows for 'CARGOS', 'CENTRAL', 'Demanda Facturable (\$/kW)', 'Energía Punta (\$/kWh)', 'Energía Intermedia (\$/kWh)', and 'Energía Base (\$/kWh)'. The value for 'Energía Punta' in January 2012 is 1.7207.

Tabla 45 TARIFAS CFE⁴⁶

Teniendo una tarifa de 1.7 kw/h mostrada en la tabla anterior y como se describió en el capítulo 3 el consumo de energía de la maquinaria que es de 841 kw/h se calculara el consumo de un año.

Consumo de Energía Eléctrica	
COSTO UNIT \$/ TON	VOLUMEN TON (AÑO)
340	3,373.0

Tabla 46 CONSUMO DE ENERGIA ELCTRICA

⁴⁶Tarifas CFE: http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp?Tarifa=HS&Anio=2013&mes=1

Ahora se describirá el desarrollo de como calcular el pago predial en el Estado de México mediante la siguiente formula de valor catastral⁴⁷:

TARIFA

Rango	Valor Catastral Resultante \$		Cuota Fija \$	Factor Aplicable al Rango
	Límite Inferior	Límite Superior		
1	0.01	5,000,000.00	2,000.00	0.0003999
2	5,000,000.01	20,000,000.00	4,000.00	0.0003332
3	20,000,000.01	40,000,000.00	9,000.00	0.0000749
4	40,000,000.01	60,000,000.00	10,500.00	0.0000749
5	60,000,000.01	80,000,000.00	12,000.00	0.0000749
6	80,000,000.01	100,000,000.00	13,500.00	0.0000749
7	100,000,000.01	En adelante	15,000.00	0.0001200

Tabla 47 TARIFAS DE VALOR CATASTRAL EN EL ESTADO DE MEXICO

Donde se sabe que el costo de la nave industrial oscila en 6,000,000 de pesos donde se tomara el límite inferior de .01 y límite superior de 5,000,000 con una cuota fija de 2,000 y el factor aplicable de 0.0003999 de este modo se obtiene el valor a pagar del predial.

valor del inmueble	(\$)
6,000,000	5,000,000
(Lim. Inf.)	1,000,000
X0.0018530(Factor s/exc)	333.2
+ 4,000,000 (Cuota Fija)	4333.2
Anual	
Mes	361.1
Día	11.87

Tabla 48 VALOR CATASTRAL POR AÑO, MES Y DÍA

⁴⁷ Valor catastral Edo de México
http://portal2.edomex.gob.mx/dictamun/normatividad/normas_generales_de_dictaminacion/index.htm

Desglosado el predial y la energía eléctrica continuaremos con el pago de agua, teléfono con internet: estos datos son estimados ya que el consumo de estos dos últimos conceptos serán mínimos.

Pago de Agua	
Pago Mensual (\$)	Pago Anual (\$)
125	1500
Pago de Teléfono	
Pago Mensual (\$)	Pago Anual (\$)
400	4800

Tabla 49 PAGO DE AGUA Y TELEFONO ANUAL Y MENSUAL

Otro factor que es importante es el equipo de trabajo para los empleados donde se buscaron precios adecuados, calculándose el precio para un año de trabajo.

EQUIPO DE TRABAJO				
Material	Cantidad	Precio Unitario (\$)	Personal	Total Anual (\$)
Botas	2	450	10	9,000
Camisas	10	265	8	21,200
Pantalones	10	348	8	27,840
Lentes	20	20	10	400
Casco	20	150	10	3,000
Guantes	20	50	10	1,000
Extintores	10	479		4,790
Total				67,230

Tabla 50 EQUIPO DE TRABAJO PARA UN AÑO

Los principales impuestos a considerar en un estudio económico para una empresa son:

Impuesto Sobre la Renta (ISR)⁴⁸	30%
Reparto de Utilidades a los Trabajadores (RUT)⁴⁹	10%

Tabla 51 IMPUESTOS ISR Y RUT

⁴⁸ Porcentaje de ISR http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/isr_provisional/38_24271.html

⁴⁹ Porcentaje de RUT http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/servicios/noticias_boletines/33_5822.html

4.4 DESCRIPCIÓN DE PAGO DEL TRANSPORTE DE LA MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

A continuación se resume el monto que se debe de pagar por el transporte de materia prima y producto terminado, aclarando que se contarán con 3 camiones con 6 personas al mando de ellos con 260 días para el trabajo de un año.

Concepto	Mensual + Prestaciones (\$)	Anual (\$)
Chofer	9,450.00	113,400.00
Ayudante	4,725.00	56,700.00
Total	14,175.00	170,100.00
Costo de Tres Camiones⁵⁰		510,300.00
Concepto	1 Camión	Anual
Días a Trabajar		260
Km * día	240	62400
Consumo por el Camión Km/Lt	3.4	18,352.9
Precio de Gasolina (\$)	10.63	
Costo Anualizado por Camión de Consumo de Diésel de un Camión (\$)		195,091.8
Costo Anualizado de Tres Camiones (\$)		585,275.29
Concepto	1 Camión (\$)	
Costo de Mantenimiento a lo 65,000 Km	25,340.00	
Costo de 8 Llantas	16,000.00	
Total de mantenimiento	41,340.00	
Total de 3 Camiones	124,020.00	
Concepto	Costo (\$)	
Tramites por Camión ⁵¹	5,907.00	
Total de Tres Camiones	17,721.00	
Total	1,237,316.29	
Total Costo / Tonelada(4818*2)	128.41	

Tabla 52 COSTO DE MATERIA PRIMA POR TONELADA

⁵⁰ Costo camión <http://www.isuzumex.com.mx/> es el forward 800

⁵¹ Tramites Pago Transporte

<http://sistemas.edomex.gob.mx/TramitesyServicios/jsp/Contenido.jsp>

4.5 INVERSIÓN Y DEPRECIACIÓN

La siguiente tabla muestra depreciación e inversión de maquinaria y equipos de la empresa recicladora de llantas.

Concepto	Cantidad	Costo/Unit (\$)	Inversión Inicial (\$)	Vida Útil (Años)	Depreciación (\$)
Maquinaria de reciclado(Línea completa)	1	10,400,000	10,400,000	10	1,040,000
Contenedores	3	21,900	65,700	10	6,570
Camiones	3	850,000	2,550,000	5	510,000
Equipo de computo	14	8,000	112,000	3	37,333
Muebles de oficina	5	2,500	12,500	3	4,167
Patín Hidráulico	3	8,000	24,000	10	2,400
Maquina Cosedora de costales	4	9,600	38,400	5	7,680
Nave Industrial (1300 m2)	1	6,000,000	6,000,000	20	118,000
Total			19,202,600		1,726,150

Tabla 53 DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS

En la siguiente tabla se describe los montos a depreciar en los próximos cinco años considerando inflación para los activos fijos en la vida útil establecida de los equipos.

Concepto	Años Pronosticados				
	Año 1 Miles (\$)	Año 2 Miles (\$)	Año 3 Miles (\$)	Año 4 Miles (\$)	Año 5 Miles (\$)
Maquinaria de reciclado(Línea completa)	1.040	1.040	1.040	1.040	1.040
Camiones	510	510	510	510	510
Equipo de computo	37	37	37	39	39
Muebles de oficina	4	4	4	4	4
Patín Hidráulico	2	2	2	2	2
Maquina Cosedora de costales	8	8	8	8	8
Nave Industrial (1300 m2)	118	118	118	118	118
Contenedores	7	7	7	7	7
Total de Depreciación	1.726	1.726	1.726	1.728	1.728

Tabla 54 DEPRECIACIÓN PRONOSTICADA PARA 5 AÑOS 5 AÑOS

Como consecuencia se concluye que la inversión o financiamiento requerida es de \$19,202,600 pesos los cuales se financiaran de la siguiente manera:

Financiamiento del proyecto

Para la realización del proyecto se ejemplificara un financiamiento mediante bancos y aportaciones de socios.

El 50 % corresponderá a apalancamiento financiero a través de NAFIN⁵² (crédito para pymes) con una tasa de 14% a pagar en 10 años banco.

El 50% o más, se recomienda que sea aportado por socios con una tasa no mayor al 14% a pagar en 10 años.

En la tabla se muestra la amortización del crédito a solicitar tanto a banco como a socios en la cual se detalla los pagos a realizar durante los diez años establecidos.

Financiamiento			
Inversion	\$19.202.600,00		
14% de intereses			
Monto de la Inversión	\$ 9.601.300,000		
Pago Anual A Capital (10 años)	\$960.130,00		
Año	Saldo Inicial	Intereses	Capital Miles \$
1	\$960.130,00	\$134.418,20	1.094.548,20
2	\$960.130,00	\$134.418,20	1.094.548,20
3	\$960.130,00	\$134.418,20	1.094.548,20
4	\$960.130,00	\$134.418,20	1.094.548,20
5	\$930.745,00	\$130.304,30	1.061.049,30
6	\$930.745,00	\$130.304,30	1.061.049,30
7	\$930.745,00	\$130.304,30	1.061.049,30
8	\$930.745,00	\$130.304,30	1.061.049,30
9	\$930.745,00	\$130.304,30	1.061.049,30
10	\$930.745,00	\$130.304,30	1.061.049,30
Total			10.744.488,60

Tabla 55 AMORTIZACION DEL CREDITO

⁵² NACIONAL FINANCIERA

<http://www.nafin.com/portalnf/content/productos-y-servicios/programas-empresariales/intermediarios-financieros-pyme.htm>

4.6 COSTOS FIJOS

La tabla siguiente muestra los costos fijos anuales, que son necesarios para que la empresa pueda iniciar sus operaciones en la transformación de la llanta en caucho molido, Se hace un énfasis en considerar el precio de un estudio de mercado el cual complementaria es **estudio técnico-económico** del proyecto su costo representa aproximadamente un 5% de la inversión.

Costos Fijos	Total Mensual (\$)	Total Anual (\$)
Auxiliar Administrativo	8,775	105,300
Seguridad	16,200	194,400
Ventas	108,000	1,296,000
Gerente de ventas	27,000	324,000
Gerente	27,000	324,000
Auxiliar contable	17,550	210,600
Cobranzas	21,600	259,200
Limpieza	5,400	64,800
Teléfono	400	4,800
Predial	361	4,333
Agua	125	1,500
Equipo de trabajo(Herramientas, Uniformes, Equipo de Seguridad)	5,603	67,230
Estudio de mercado	80,010	960,130
Total	318,024	3,816,293

Tabla 56 COSTOS FIJOS

Se realizó el estudio de los costos variables, que contiene el costo de la materia prima y el costo de la mano de obra directa.

Costos Variables	Total \$/Tonelada	\$ (Anual)
Materia Prima	64.20	216,546
Mano de Obra	168.12	567,068
Total	232.32	783,615

Tabla 57 COSTOS VARIABLES

4.7 EMBACE Y EMBALAJE

A continuación se muestra a detalle los precios para los conceptos del embace y embalaje de los tres productos (acero, caucho, textil). Como se describió en el capítulo 3 la cantidad de tarimas y costales requeridas son.

Embace y Embalaje					
Concepto	Capacidad	Cantidad	Precio por Unidad (\$)	Precio Total Semanal (\$)	Precio Total Año (\$)
Tarimas	8 toneladas	49	700	34,300	1,783,600
Costales	50 Kilogramos	1575	3	4,725	245,700
Hilo	800 metros	2,2	35	77	3,920
Total				39,102	2,033,220
total costo/ tonelada(4818)					422,00

Tabla 58 EMBACE Y EMBALAJE

4.8 ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANACIAS

El Estado de resultados, Estado de rendimiento económico o Estado de pérdidas y ganancias, es un estado financiero que muestra ordenada y detalladamente la forma de cómo se obtuvo el resultado del ejercicio durante un periodo determinado.

A continuación se muestra la proyección de resultados para el primer, segundo y tercer año de operación sujeta a análisis, contiene los ingresos, los costos y los gastos en que la empresa incurrirá para la puesta en marcha y desarrollo del proyecto acordando una producción de 3,373 Toneladas en el primer año para tener como objetivo 4,818.6 Toneladas que equivale a 1181 llantas anuales

ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS

Concepto	2014			2015			2016			2017			2018			2019		
	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	M \$	
CAUCHO RECICLADO	14,804			17,098			20,646			26,014			34,143			43,021		
ACERO RECICLADO	1,012			1,169			1,227			1,778			2,334			2,941		
TEXTIL RECICLADO	84			97			102			148			194			245		
Ingreso por Ventas			15,900			18,364			21,976			27,940			36,672			46,206
Gastos de Operación y Costos de Producción																		
Transporte de Materia Prima + Producto Terminado	1,237			907			993			1,135			1,351			1,545		
Consumo de Energía Eléctrica	1,147			1,325			2,086			2,015			2,645			3,333		
Mano de Obra	567			595			652			745			887			1,014		
Embase y Embalaje	1,423			1,495			1,637			1,871			2,227			2,545		
Total de Gastos de Operación y Costos de Producción	4,375			4,322			5,369			5,767			7,111			8,437		
Utilidad Bruta		11,525			14,043			16,607			22,174			29,561			37,770	
Gastos de Administración y Ventas																		
Sueldos y prestaciones	2,778			2,917			3,216			3,377			3,546			3,723		
Teléfono	5			5			6			6			6			6		
Predial	4			5			5			5			6			6		
Agua	2			2			2			2			2			2		
Equipo de trabajo(Herramientas, Uniformes, Equipo de Seguridad)	67			71			78			82			86			90		
Estudio de mercado	960																	
Total de Gastos de Administración y Ventas	3,816			2,999			3,306			3,472			3,645			3,828		
Utilidad de Operación		7,709			11,044			13,300			18,702			25,916			33,942	
Gastos Financieros																		
Financiamiento por Banco	1,095			1,095			1,095			1,095			1,095			1,095		
Financiamiento por Socios	1,095			1,095			1,095			1,095			1,095			1,095		
Total de Gastos Financieros	2,189																	
Utilidad Neta Antes de Impuestos		5,520			8,855			11,111			16,513			23,726			31,753	
Depreciación																		
Depreciación	1,726			1,726			1,726			1,728			1,728			1,728		
Utilidad Antes de Impuestos		3,794			7,129			9,385			14,785			21,998			30,025	
Impuesto Sobre la Renta (ISR) 30%	1,138			2,139			2,816			4,435			6,599			9,007		
Reparto de Utilidades a los Trabajadores (RUT) 10%	379			713			939			1,478			2,200			3,002		
		2,276			4,277			5,631			8,871			13,199			18,015	
Utilidad Neta Después de Impuestos			2,276			4,277			5,631			8,871			13,199			18,015

Tabla 59 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA 6 AÑOS MILES DE PESOS

4.9 EVALUACIÓN ECONÓMICA

La evaluación económica de este proyecto, corresponde al punto de vista de la empresa y sus inversionistas privados, quienes efectúan contribuciones de recursos en calidad de aportaciones necesarias para la realización de su implantación.

Para la evaluación económica del proyecto, se utiliza la técnica de Valor Presente Neto (VPN), en el cual se retoman los datos ya obtenidos en el Estado de Resultados proyectándolo por un lapso de tiempo de cinco años.

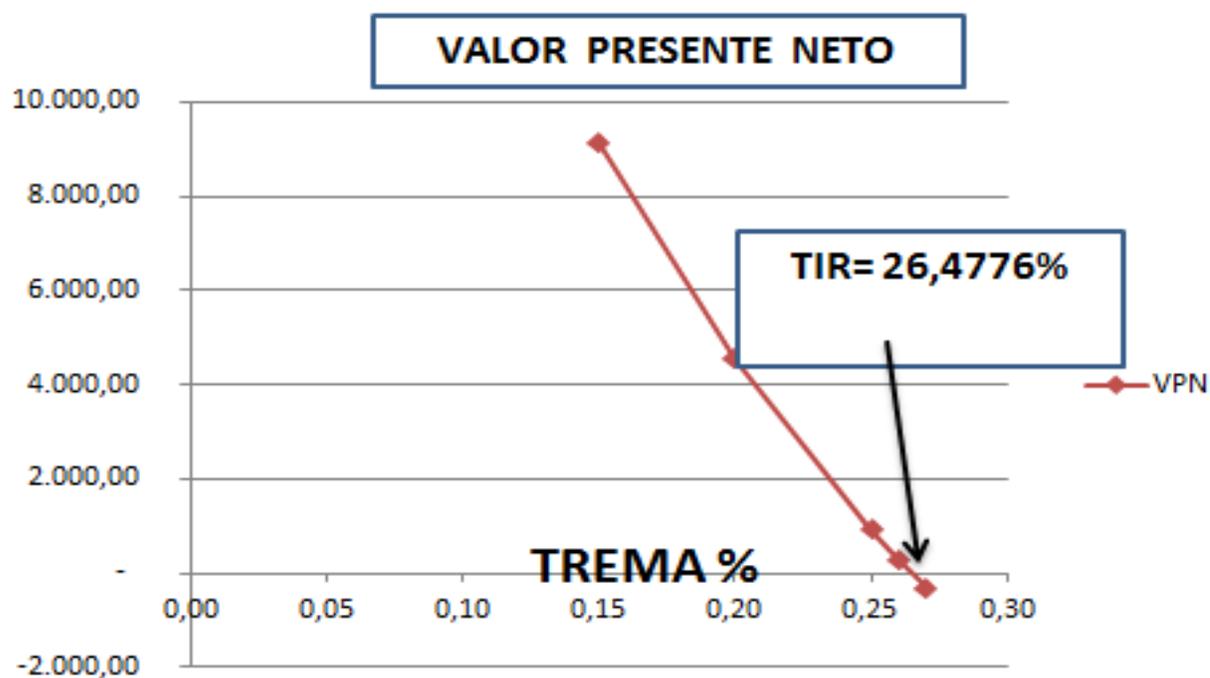
Este método de Valor Presente Neto (VPN) es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros, originados por una inversión. La metodología consiste en descontar al momento actual (es decir, actualizar mediante una tasa) todos los flujos futuros del proyecto. A este valor se le resta la inversión inicial, de tal modo que el valor obtenido es el valor actual neto del proyecto.

Como ya se ha mencionado el (VPN) nos permite obtener una perspectiva del riesgo de un proyecto. El criterio por emplear dada una tasa de rendimiento atractiva (TREMA) que es fijada por el inversionista, cuando el (VPN) se efectúa para efectuar decisiones de aceptación o rechazo: por lo tanto si el $VPN \geq \$0$,. Se acepta el proyecto, de no ser este el caso, se le rechaza. Si el $VPN \geq \$0$, la empresa recibirá un rendimiento mayor o igual que su costo de capital, lo cual contribuirá a incrementar o mantener la empresa.

Evaluación Económica De La Empresa En Estudio

Años	t	Producción (Miles de Toneladas)	FNE M\$	TREMA 15 % VPN Miles (\$)	TREMA 20% VPN Miles (\$)	TREMA 25% VPN Miles (\$)	TREMA 26% VPN Miles (\$)	TREMA 27% VPN Miles (\$)
2013	0		-19,202.6	-19,202.6	-19,202.6	-19,202.6	-19,202.6	-19,202.6
2014	1	3,373.0	2,276.2	1,979.3	1,896.8	1,821.0	1,806.5	1,792.3
2015	2	3,710.3	4,277.1	3,234.1	2,970.2	2,737.4	2,694.1	2,651.8
2016	3	4,266.9	5,631.1	3,702.6	3,258.8	2,883.1	2,815.0	2,749.1
2017	4	5,120.3	8,870.9	5,071.9	4,278.0	3,633.5	3,519.5	3,410.0
2018	5	6,400.4	13,198.9	6,562.2	5,304.4	4,325.0	4,156.1	3,995.0
2019	6	7,680.4	18,015.0	7,788.4	6,033.2	4,722.5	4,502.0	4,293.5
				28,338.5	23,741.3	20,122.5	19,493.3	1,8891.7
VPN				9,135.9	4,538.7	919.9	290.7	-310.9

Tabla 60 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EMPRESA EN ESTUDIO



Grafica 4 VALOR PRESENTE NETO

Como resultado de la investigación presentada en el proyecto en cuestión se puede concluir que:

Durante el análisis económico, resultó económicamente factible. Se consideraron los costos de salarios de acuerdo a los estándares actuales. En cuanto al tema de los activos fijos los datos o precios considerados fueron cotizados con los proveedores y fueron analizados detalladamente.

El Financiamiento requerido para llevar a cabo el proyecto arrojó la cantidad de \$19.136 millones de los cuales se ejemplifica conseguir un financiamiento de 50% por apalancamiento de bancos otorgados a proyectos Pymes, el 50% restante por un grupo propuesto de socios, en ambos casos se planea pagar una tasa del 14% a pagar en 10 años.

Para el análisis del Estado de Pérdidas y ganancias, se obtiene una utilidad de 2.276 millones de pesos en el primer año, esto con una producción de 70% de capacidad que equivale a 3,373 toneladas de llantas recicladas, así mismo el objetivo de 4,818 toneladas de llantas se pretende sobrepasar hasta el año número cuatro de producción.

En cuanto a la Evaluación Económica se aplicó el método de Valor Presente Neto (VPN) donde se realizaron proyecciones a 6 años, en los cuales se tomó como dato el 5% de inflación en precios y salarios, en donde se evaluó la tasa de rendimiento mínima atractiva (TREMA) de 15% que nos dice que a partir del año número cinco se recupera la inversión, por lo tanto el proyecto en cuestión es económica factible, es importante mencionar que la tasa que se fijó en este proyecto está por encima de inflación, resultando en un proyecto atractivo para posibles inversionistas. Finalmente la Tasa de Interés de Retorno (TIR) obtenida es de 26.4776 % lo cual representa que la inversión inicial será recuperada en un lapso a no mayor de cuatro años, igualando de esta manera el valor presente neto inicial con los flujos de efectivo generados por el proyecto a valor presente.

CONCLUSIONES FINALES

Es claro que en México existes problemas de contaminación debido a la alta generación y al mal control de nuestro residuos. Enfocándose en el tema de las llantas es importante señalar que se necesitan implementar proyectos para atacar los problemas asociados a las llantas de desecho, ya que tan solo en el 2012 se desecharon más de 29 millones llantas en todo el país y cada año esta cifra aumentara entre el 7 y 9 % es decir que el aumento será de entre 2 a 2.6 millones para el año 2013. El problema es mayor en ciudades o estados que cuentan con un alto parque vehicular y una alta densidad de población (Distrito Federal, Estado de México, Jalisco, Veracruz, Guanajuato etc.) los cuales deberían considerar promover proyectos de reciclaje o de manejo adecuado de las llantas de desecho.

En la **capacidad de producción** se detalló que el proyecto planea reciclar un promedio de 307259 llantas de desecho anualmente lo cual solo representa el 1.04 % a nivel nacional (29, 436,166 llantas) y el 4.96 % en el D.F y su área metropolitana (6, 183,524 llantas). Con lo anterior se puede afirmar que el proyecto tendrá un gran número de materia prima disponible.

Aunque existe una gran demanda de caucho, también es importante mencionar que existe un desconocimiento de los productos obtenidos del reciclaje de llantas, por lo cual es de alta prioridad lanzar agresivas campañas para promover los diferentes usos y ventajas que estos productos ofrecen.

Técnicamente el proyecto puede llevarse a cabo ya que se tomó la decisión de utilizar un método de reciclaje mecánico y no químico, principalmente por cuestiones legales, ambientales, económicas y tecnológicas.

En el método mecánico, las máquinas o líneas de reciclado, han tenido un gran avance tecnológico y cuentan con un mayor de fabricantes o distribuidores lo cual ha repercutido en el precio de adquisición de la maquinaria, el costo ha disminuido volviéndose en algunos casos accesibles para pequeños emprendedores.

Para el estudio económico se consideró únicamente la producción a un 75% del 100% establecido en la **capacidad de producción** ya que en un negocio existen posibilidades de no llegar a las metas establecidas. En el caso del proyecto la recolección de llantas y las ventas del producto reciclado de llanta podrían presentar problemas en un inicio.

Aun con el 75% de producción, el proyecto de reciclado de llantas es económicamente factible, dado los factores calculados y pronosticados en el proyecto, los cuales arrojaran una TIR (Tasa Interna de Retorno) del 26.4776 % posicionando al proyecto como una alternativa de inversión muy atractiva, lo cual fue calculada por el método de VPN (Valor Presente Neto), todo esto partiendo del estado de resultados donde los años pronosticados se tomó una inflación de 5%.

Lo que represento que la inversión inicial será recuperada en un lapso de 4 años, igualando de esta manera el de la inversión inicial con los flujos de efectivo generados por el proyecto a valor presente.

En el aspecto social y ecológico toma gran importancia ya que el proyecto contribuye a mantener y cuidar el medio ambiente donde mejora las condiciones ambientales de la región donde es aplicado este tipo de proyecto. En cuanto al aspecto social el proyecto contribuirá con la generación de nuevas empresas o negocios generando empleos directos e indirectos además de mejora la economía de la región.

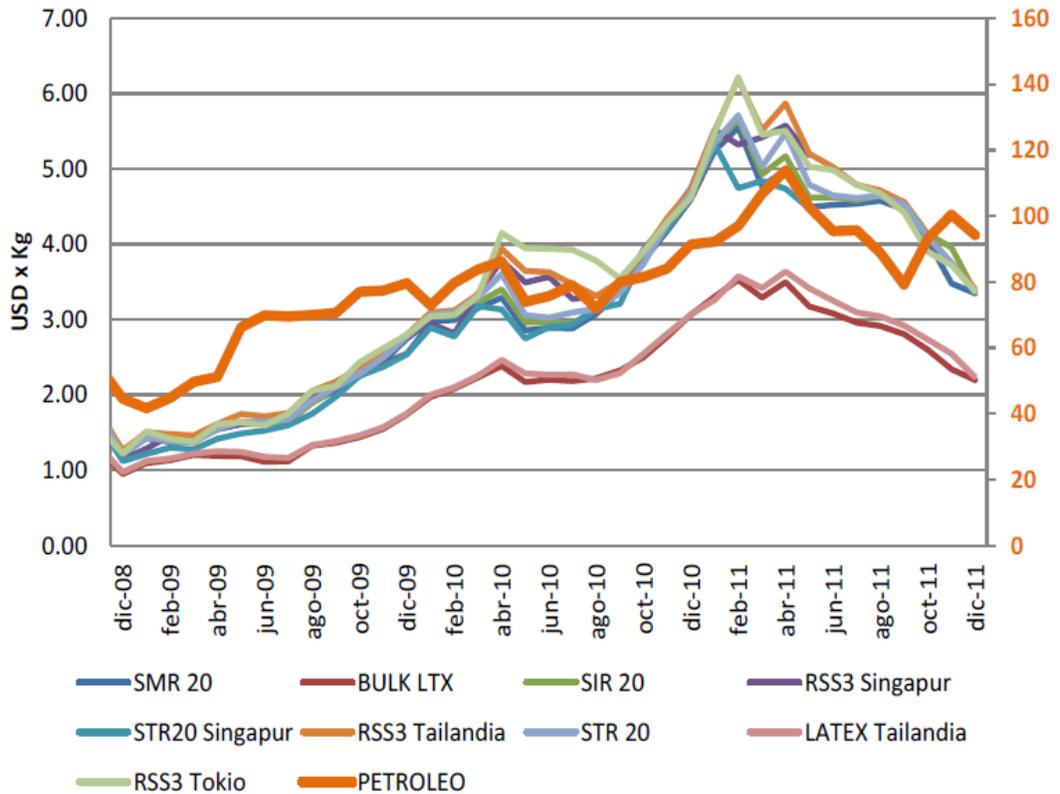
Habiendo considerando y analizando, la información arrojada por los estudios Técnico-Económico se puede afirmar que el proyecto en cuestión es rentable desde el punto de vista económico, es viable técnicamente, cuenta con prometedor mercado y en el aspecto legal no cuenta con problema alguno para llevarse a cabo.

Finalmente se puede concluir que el proyecto de crear una empresa recicladora de llantas es factible, por lo tanto se aporta y se recomienda este proyecto a la sociedad como una guía de apoyo para la creación de una empresa recicladora de llantas.

ANEXOS

ANEXO 1

Precios Internacionales de diferentes Variedades de Caucho



Fuente. Precios Internacionales del Caucho en dólares x Kilogramo. Precios cerrando Noviembre del 2011
rubbermarketnews.net

Grafica 5 PRECIOS INTERNACIONALES DE DIFERENTES VARIEDADES DE CAUCHO⁵³

⁵³ Precios Internacionales Tipos de caucho WWW.profesionalesdelabolsa.COM

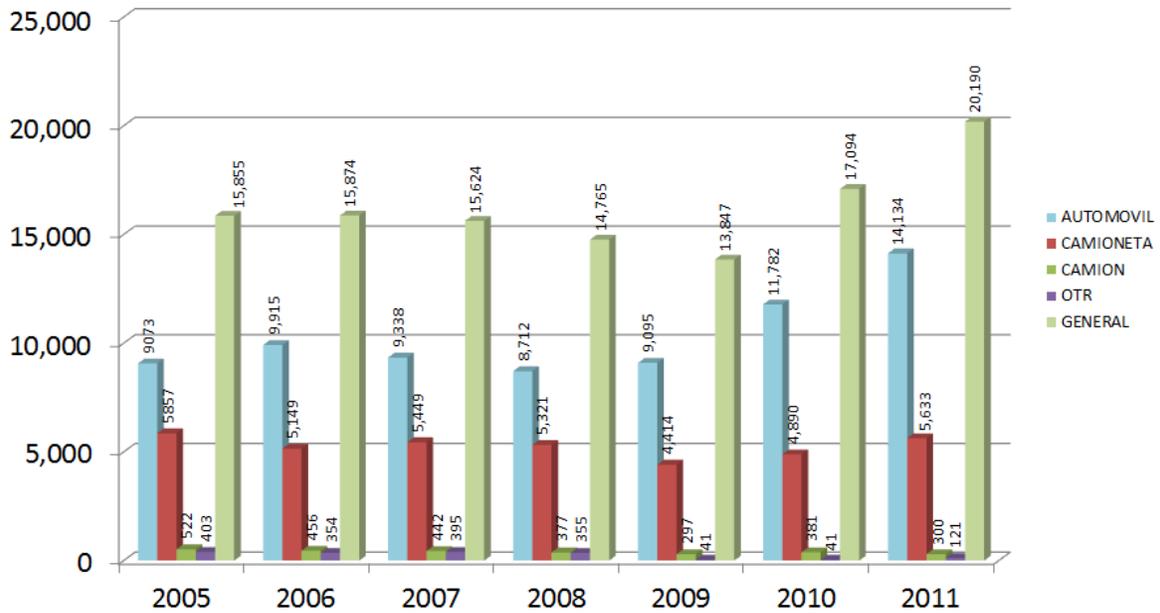
ANEXO 2 PRODUCCION DE LLANTAS EN MEXICO



Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas y Plantas Renovadoras, A.C.

PRODUCCION

MILES



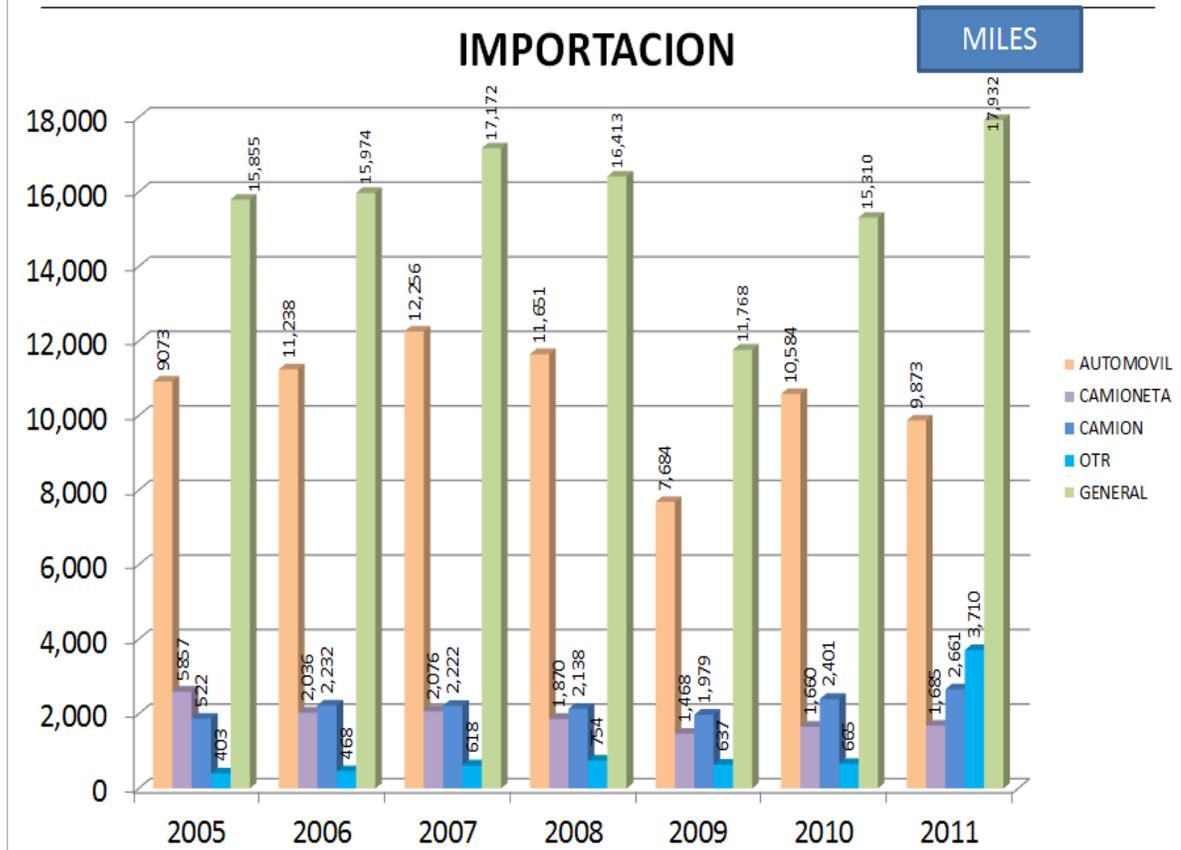
Grafica 6 PRODUCCIÓN DE LLANTAS EN MÉXICO (FUENTE ANDELLAC 2012)⁸

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

ANEXO 3 IMPORTACION DE LLANTAS EN MEXICO



Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas y Plantas Renovadoras, A.C.



Grafica 7 IMPORTACION DE LLANTAS EN MÉXICO (FUENTE ANDELLAC 2012)⁸

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

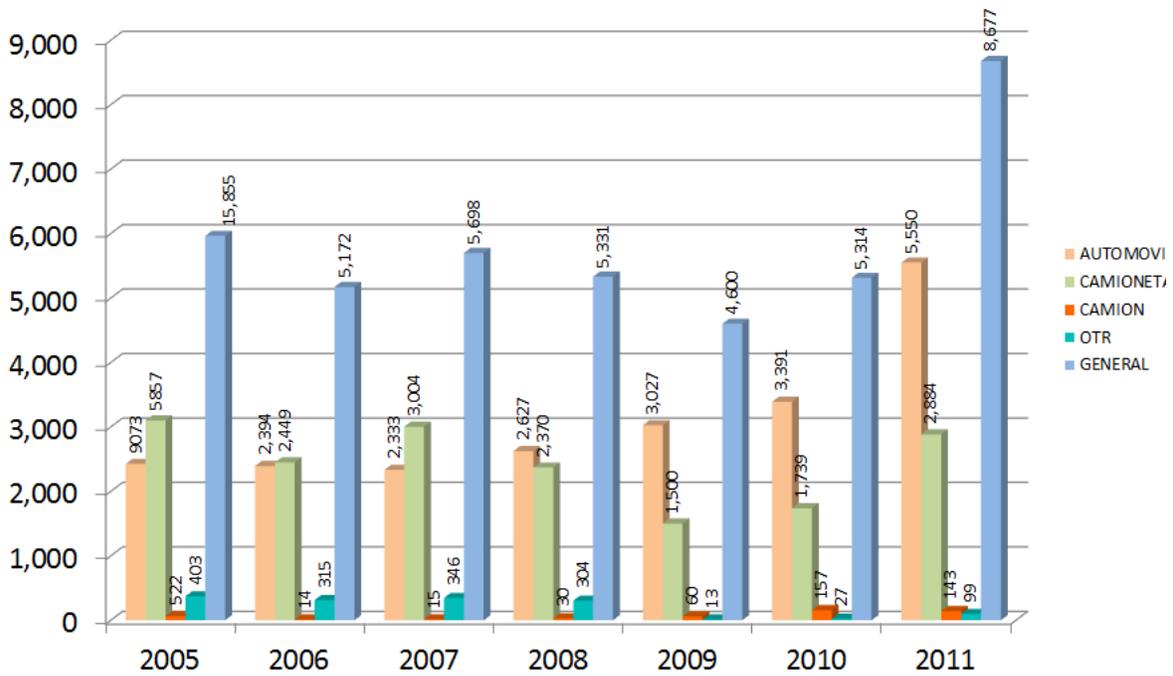
ANEXO 4 IMPORTACION DE LLANTAS EN MEXICO



Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas y Plantas Renovadoras, A.C.

EXPORTACION

MILES



Grafica 8 EXPORTACION DE LLANTAS EN MÉXICO (FUENTE ANDELLAC 2012)⁸

⁸ RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC) ruben_andellac@hotmail.com

FUENTES DE CONSULTAS

1° Definición de basura:

<http://waste.ideal.es/vertedero.htm>

2° Cantidad de residuos en México:

www.inegi.org.mx/inegi/contenidos/espanol/prensa/.../ambiente0.doc

3° SEMARNAT indicadores:

http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/approot/dgeia_mce/html/01_ambiental/residuosSolidosU_01.html

4° Definición de reciclar:

<http://www.biodegradable.com.mx/> <http://www.definicionabc.com/medio-ambiente/basura.php>

5° Importancia del reciclaje:

http://guiatic2.bligoo.com.mx/media/users/21/1076534/files/279142/GUIA_TIC_II_INFORMACIO_pdf.pdf

6° Gestión de los residuos:

<http://www.arpet.org/docs/Mexico-Manual-de-gestion-integral-de-residuos-solidos.pdf>

7° CONTACTO CIUDADANO SEMARNAT:

atencion.ciudadana@semarnat.gob.mx

8° RUBEN LOPEZ ALBARRAN Y LEAL (DIRECTOR GENERAL ANDELLAC)

ruben_andellac@hotmail.com

9° Materiales y compuestos:

http://materias.fi.uba.ar/6715/Material_archivos/Material%20complementario%2067.17/Materiales%20y%20Compuestos%20para%20la%20Industria%20del%20Neumatico.pdf

10° Composición de una llanta:

<http://www.rma.org/>

11° Tipo de llantas:

<http://www.michelin.com.ar>

12° Partes de una llanta:

<http://www.michelin.com.mx/tires-101/tire-basics/about-tires/tire-construction.page>

13° Parque vehicular:

<http://www.inegi.org.mx/est/contenidos/Proyectos/registros/economicas/vehiculos/default.aspx>

14° Cámara de hules y plásticos de México

<http://hulesyplasticosdemexico.es.tl/LA-INDUSTRIA-DEL-PL%C1STICO-EN-M%C9XICO.htm>

15° CONTACTO CIUDADANO SECRETARIA DE ECONOMÍA:

contacto.ciudadano@economia.gob.mx

16° CONTACTO CIUDADANO SEMARNAT:

atencion.ciudadana@semarnat.gob.mx

17° Programa frontera:

http://www.cocof.org/Esp/VLibrary/Publications/BECC_Publications/PoI%C3%ADtica%20Publica%20para%20Manejo%20Integral%20de%20Llantas%20de%20Desecho%20en%20la%20frontera.pdf

18° Oportunidades de Negocio del reciclaje: <http://www.giresol.org/>

19° Guía aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas en México:

<http://www.epa.gov/Border2012/fora/waste-forum/docs/ScrapTireHandbookUS-Mexico2010-Spanish-LR.pdf>

20° Mary Solís (Ventas – FLOPLASTICS):
(sales@floplastics.com)

21° BIOMATIC Ventas
<http://www.unoreciclaje.com/productos/bomatic/>

22° Allen Wang (Gerente de ventas 3E):
(sales801@3e-recycling.com)

23° Tom Lin ventas Alianza China;
tom@alianzachina.com

24° R-Tyre:
<http://r-tyre.com/>

25° TIRECHIP Y VOLKSWAGEN MEXICO
<http://www.veoverde.com/2012/07/crearan-asfalto-ecologico-a-partir-de-neumaticos-usados/>

26° Grupo Recyhul:
<http://www.infomaquila.com/directorio2009/estadodemexico12743.html>

27° Neo Habitat
<http://www.neohabitat.com.mx/>

28° Ferrostaal:
<http://www.ferrostaal.com.mx/es/>

29° Transformadora Industrial de Plástico:
<http://aquinegocio.com.mx/cs15728-transformadora-industrial-plastico>

30° Impermeabilizantes Ecológicos:
<http://www.reciclandollantas.com.mx/>

31° Tyre ROOF:
<http://www.tyreroof.com.mx/index.php>

32° A3P IMPERLLANTA:
<http://www.a3pimperllanta.com.mx/>

33° Enerllantas:
<http://dawhois.com/site/enerllantas.com.html>

34° Trámites para una empresa:
<http://qacontent.edomex.gob.mx/ime/Empresas/asesoriaycapacitacion/procesoparaabrirunnegocio/index.htm>

35° Tramites empresa reciclaje
<http://www.edomexico.gob.mx/rete/SRIAMEDIOAMBIENTE.pdf>

36° ESTADISTICA BASICA DEL ESTADO DE MEXICO ECATEPEC DE MORELOS 2011
<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Ecatepec%20de%20Morelos.pdf>

37° ESTADISTICA BASICA DEL ESTADO DE MEXICO NAUCALPAN DE JUAREZ 2011
<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Naucalpan%20de%20Ju%C3%A1rez.pdf>

38° ESTADISTICA BASICA DEL ESTADO DE MEXICO TLALNEPANTLA DE BAZ 2011

<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Tlalnepantla%20de%20Baz.pdf>

39° ESTADISTISCA BASICA DEL ESTADO DE MEXICO CUATITLAN IZCALLI 2011

<http://igecem.edomex.gob.mx/descargas/estadistica/ESTADISTICABMUNI/ESTADISTICABASI/ARCHIVOS/Cuautitl%C3%A1n%20Izcalli.pdf>

40° Camion Tpo Torton <http://www.isuzumex.com.mx/> es el forward 800

41° Transporte (Fletes) <http://www.mudanzasyfletes.com/cotizaciones.htm>, <http://fletes.com/tortn-2.aspx>

42° Costales <http://www.costalespolicrisan.com/productos.html>

43 ° TARIMAS http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-414345848-tarimas-de-plastico-nuevas-_JM

44° CONTENEDORES http://articulo.mercadolibre.com.mx/MLM-416550960-contenedor-para-basura-capacidad-2000-lt-con-ruedas-_JM

45° Porcentaje de prestaciones <http://www.contabilidadyfinanzas.com/prestaciones-sociales.html>

46° Tarifas CFE:

http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/Tarifas_industria.asp?Tarifa=HS&Anio=2013&mes=1

47° Valor catastral Edo de México

http://portal2.edomex.gob.mx/dictamun/normatividad/normas_generales_de_dictaminacion/index.htm

48° Porcentaje de ISR

http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/asistencia_contribuyente/informacion_frecuente/isr_provisional/38_24271.html

49° Porcentaje de RUT http://www.sat.gob.mx/sitio_internet/servicios/noticias_boletines/33_5822.html

50° Costo camion <http://www.isuzumex.com.mx/> es el forward 800

51° Tramites Pago Transporte

<http://sistemas.edomex.gob.mx/TramitesyServicios/jsp/Contenido.jsp>

52° NACIONAL FINANCIERA

<http://www.nafin.com/portalnfi/content/productos-y-servicios/programas-empresariales/intermediarios-financieros-pyme.html>

53° Precios Internacionales Tipos de caucho

WWW.profesionalesdelabolsa.COM

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1 RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS POR ENTIDAD FEDERATIVA (MILES DE TONELADAS)
Tabla 2 ESTADOS CON MAYOR PRODUCCIÓN DE RESIDUOS SOLIDOS
Tabla 3 CLASIFICACIÓN TIPOS DE RESIDUOS SOLIDOS
Tabla 4 COMPOSICIÓN DE LLANTAS
Tabla 5 DIMENSIONES POR TIPO DE LLANTA FUENTE "PROPIA (2012
Tabla 6 PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO INEGI 2011
Tabla 7 PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO INEGI 2011
Tabla 8 ESTADOS CON MAYOR PARQUE VEHICUALR FUENTE INEGI (2011)
Tabla 9 DISTRIBUIDORAS DE LLANTAS EN MÉXICO Fuente ANDELLAC (2012)
Tabla 10 PROPIEDADES OBTENIDAS DEL CAUCHO RECICLADO EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS
Tabla 11 RESIDUOS SOLIDOS EN EL ESTADO DE MÉXICO Y DISTRITO FEDERAL
Tabla 12 CANTIDAD DE LLANTAS EN MEXICO
Tabla 13 TONELADAS DE LLANTAS EN EL ESTADO DE MÉXICO Y DISTRITO FEDERAL
Tabla 14 NUMERO DE LLANTAS POR ESTADO
Tabla 15 PRODUCCION DESEADA PARA LA EMPRESA EN CUESTIÓN
Tabla 16 CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE MAQUINARIA DE RECICLADO DE LLANTAS
Tabla 17 EMPRESAS DEDICADAS AL RECICLAJE DE LLANTAS EN MEXICO
Tabla 18 PARÁMETROS DE DECISIÓN
Tabla 19 RESUMEN ESTADÍSTICAS BÁSICAS DE LOS MUNICIPIOS A CONSIDERAR
Tabla 20 EVALUACIÓN DE LOS FACTORES POR LOCALIDAD
Tabla 21 DECISIÓN SOBRE LA UBICACIÓN DE LA PLANTA
Tabla 22 FLUJOGRAMA DE PROCESO
Tabla 23 DESTALONADORA (ESPECIFICACIONES)
Tabla 24 TRITURADORA DE DOS EJES GL40 (ESPECIFICACIONES)
Tabla 25 SEPARADOR DE ALAMBRE LGF (ESPECIFICACIONES)
Tabla 26 SEPARADOR MAGNETICO (ESPECIFICACIONES)
Tabla 27 VIBRADOR (ESPECIFICACIONES)
Tabla 28 TRITURADO DE GOMA (ESPECIFICACIONES)
Tabla 29 MOLINO (especificaciones)
Tabla 30 TOTAL DE MAQUINARIA
Tabla 31 LLANTAS REQUERIDAS
Tabla 32 PROPORCIÓN DE LLANTAS REQUERIDAS
Tabla 33 MEDIDAS DE LAS LLANTAS
Tabla 34 APILAMIENTO DE LLANTAS
Tabla 35 ESPACIO REQUERIDO
Tabla 36 CANTIDAD DE COSTALES Y TARIMAS PARA 5 DÍAS DE PRODUCCIÓN
Tabla 37 ESPACIO REQUERIDO PARA TARIMAS
Tabla 38 PRODUCCION DE ACERO
Tabla 39 ESPACIO REQUERIDOS POR TIPO DE PRODUCTO
Tabla 40 DESCRIPCIÓN DE ÁREAS
Tabla 41 (CRUMB RUBBER) EN EL MERCADO DE E.U.
Tabla 42 INGRESOS
Tabla 43 MANO DE OBRA DIRECTA
Tabla 44 MANO DE OBRA INDIRECTA
Tabla 45 TARIFAS CFE
Tabla 46 CONSUMO DE ENERGIA ELCTRICA
Tabla 47 TARIFAS DE VALOR CATASTRAL EN EL ESTADO DE MEXICO
Tabla 48 VALOR CATASTRAL POR AÑO, MES Y DIA.
Tabla 49 PAGO DE AGUA Y TELEFONO ANUAL Y MENSUAL
Tabla 50 EQUIPO DE TRABAJO PARA UN AÑO
Tabla 51 IMPUESTOS ISR Y RUT
Tabla 52 COSTO DE MATERIA PRIMA POR TONELADA
Tabla 53 DEPRECIACIÓN DE MAQUINARIA Y EQUIPOS
Tabla 54 DEPRECIACIÓN PRONOSTICADA PARA 5 AÑOS
Tabla 55 AMORTIZACION DEL CREDITO
Tabla 56 COSTOS FIJOS
Tabla 57 COSTOS VARIABLES
Tabla 58 EMBACE Y EMBALAJE
Tabla 59 ESTADO DE PERDIDAS Y GANANCIAS PARA 6 AÑOS MILES DE PESOS
Tabla 60 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA EMPRESA EN ESTUDIO

LISTADO DE DIAGRAMAS

Diagrama 1 CICLO DE VIDA DE LA LLANTA

Diagrama 2 FLUJO DEL PROCESO

Diagrama 3 DIAGRAMA DE DESCOMPOSICIÓN DE LA LLANTA

Diagrama 4 ORGANIGRAMA DE LA EMPRESA RECICLADORA DE LLANTAS

LISTADO DE GRAFICAS

Grafica 1 PORCENTAJE DE PARQUE VEHICULAR EN MÉXICO fuente "INEGI" (2011)

Grafica 2 MERCADO DE LAS LLANTAS EN MÉXICO¹³

Grafica 3 PRINCIPALES FABRICANTE Y PROVEEDORES DE LLANTAS EN MÉXICO. FUENTE ANDELLAC (2012)¹³

Grafica 4 VALOR PRESENTE NETO

Grafica 5 PRECIOS INTERNACIONALES DE DIFERENTES VARIEDADES DE CAUCHO

Grafica 6 PRODUCCIÓN DE LLANTAS EN MÉXICO (FUENTE ANDELLAC 2012)¹³

Grafica 7 IMPORTACION DE LLANTAS EN MÉXICO (FUENTE ANDELLAC 2012)¹³

Grafica 8 EXPORTACION DE LLANTAS EN MÉXICO (FUENTE ANDELLAC 2012)