

**DIVISION DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACION**

**“PROPUESTA PARA LA CREACIÓN DE UNA PLANTA RECICLADORA  
DE NEUMÁTICOS EN EL ESTADO DE TLAXCALA, COMO  
CONTRIBUCIÓN A PRESERVAR EL MEDIO AMBIENTE.”**

**TESIS**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE :  
**MAESTRO EN INGENIERIA ADMINISTRATIVA**

PRESENTA:  
**ING. JOSÉ TAPIA SÁNCHEZ**

DIRECTOR DE TESIS:  
**DRA. ALEJANDRA TORRES LÓPEZ**

CO-DIRECTOR DE TESIS:  
**DRA. MA. ELIZABETH MONTIEL HUERTA**

Apizaco, Tlaxcala, Agosto de 2018



## Agradecimientos

Primeramente a Dios y al universo que cada día me llenan de sabiduría, de ciencia y fuerzas para poder alcanzar nuevos retos.

Al *Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)*, por el apoyo brindado para la formación de mi desarrollo académico.

A mis padres, por haberme dado la vida, así como el apoyo, gracias por sus consejos y palabras de aliento en toda mi formación.

A mis pequeñas hijas **Izanami y Renata** quienes siempre estarán en mi corazón pase lo que pase y vaya a donde vaya, así mismo les pido una disculpa por haber tenido que pagar el precio de mi ausencia temporal por este esfuerzo y logro, espero que les sirva de ejemplo esta etapa de mi vida.

A mi directora de tesis la **Dra. Alejandra Torres López**, por su gran ayuda, por compartir sus conocimientos guiándome en este proceso y por tener siempre esa disposición que me han permitido llegar hasta esta instancia.

A los maestros que forman parte de mi comité, la **Dra. Ma. Elizabeth Montiel Huerta**, **M.C. Crisanto Tenopala Hernández** y a la **M.A. Rosa Cortés Aguirre**, por su orientación y conocimiento que me ayudaron a culminar mi formación de posgrado.



## Contenido

Resumen .....	17
Abstract .....	18
Capítulo 1. Elementos protocolarios.....	19
1.1 Antecedentes. ....	19
1.2 Problemática. ....	20
1.3 Justificación.....	21
1.3.1 Justificación de tipo ambiental .....	21
1.3.2 Justificación de tipo económico. ....	22
1.3.3 Justificación de tipo social. ....	23
1.4 Pregunta de investigación.....	23
1.5 Tabla de variables.....	23
1.6 Objetivos. ....	24
1.7 Alcance y limitaciones.....	25
Capítulo 2. Marco referencial .....	27
2.1 Estado del arte.....	27
2.2 Marco contextual.....	31
2.2.1 El estado de Tlaxcala.....	32
2.2.2 Sector productivo en Tlaxcala.....	35
2.3 Marco teórico .....	38
2.3.1 El caucho .....	38
2.3.2 Propiedades físicas.....	40
2.3.3 Cronología evolutiva del caucho .....	41
2.3.4 Composición física de las llantas.....	43
2.3.5 Clasificación de las llantas.....	44
2.3.6 Componentes principales de una llanta.....	45
2.3.7 Clasificación de los residuos sólidos.....	46
2.3.8 Ciclo de vida de las llantas. ....	48
2.3.9 Llantas de desecho a nivel internacional. ....	50
2.3.10 Manejo de las llantas usadas en el estado de Tlaxcala.....	52
2.3.11 Usos alternativos de las llantas. ....	53



2.4 Marco normativo. ....	56
2.4.1 Elementos para formular un de plan para “residuos de manejo especial” .	58
Capítulo 3. Metodología. ....	59
3.1 Tipo de estudio.....	59
3.2 Fuentes de información.....	59
3.3 Método de investigación .....	60
Capítulo 4. Estudio de mercado .....	63
4.1 Variables de mercado. ....	64
4.2 Análisis de confiabilidad.....	66
4.3 Determinación de la muestra a proveedores de materia prima.....	67
4.4 Resultados de encuestas a proveedores. ....	68
4.5 Análisis de la situación del mercado proveedor de llantas.....	70
4.6 Determinación de la muestra para posibles clientes .....	72
4.7 Resultados de encuestas a posibles clientes.....	73
4.8 Análisis de la demanda .....	76
4.9 Análisis de la demanda en México.....	77
4.10 Análisis de la oferta.....	79
4.11 Análisis de la situación actual de la competencia. ....	81
4.12 Análisis de precio .....	81
4.13 Análisis de comercialización .....	82
4.14 Resumen del estudio de mercado.....	84
Capítulo 5. Estudio técnico.....	85
5.1 Localización. ....	86
5.1.1 Factores de localización de planta.....	86
5.2 Macro localización.....	87
5.3 Micro localización.....	88
5.4 Requerimientos para infraestructura industrial.....	90
5.5 Tamaño de planta .....	93
5.5.1 Infraestructura.....	93
5.6 Diagrama de relaciones. ....	94
5.7 Distribución física de planta .....	96



5.7.1 Distribución del área administrativa .....	97
5.7.2 Distribución del área de producción.....	97
5.7.3 Distribución del área de almacenamiento de materia prima .....	98
5.7.4 Distribución del área de producto terminado .....	100
5.7.5 Área de carga de producto terminado y descarga de materia prima .....	101
5.8 Maquinaria y equipo de producción. ....	101
5.8.1 Capacidad de producción. ....	102
5.8.2 Diseño de la maquinaria. ....	104
5.8.3 Características de maquinaria. ....	105
5.9 Diagrama de flujo de proceso .....	108
5.9.1 Proceso de producción .....	109
5.10 Recolección de materia prima.....	112
5.10.1 Desarrollo de plan de rutas recolección de materia prima .....	114
5.10.2 Desarrollo de plan de rutas entrega de producto terminado .....	124
5.10.3 Costos de peaje por caseta para entrega de producto terminado .....	128
5.10.4 Total de kilometraje recorrido .....	131
5.10.5 Costo de peaje para entrega de producto terminado.....	132
5.10.6 Disponibilidad de insumos .....	132
5.10.7 Recurso humano.....	133
5.11 Organigrama .....	134
5.12 Trámites legales.....	135
5.13 Resumen de estudio técnico.....	135
Capítulo 6. Estudio financiero.....	137
6.1 Instalación y constitución de la empresa.....	137
6.2 Muebles y enseres en el área administrativa .....	137
6.2.1 Equipos y enseres del área de producción .....	139
6.3 Costos.....	141
6.3.1 Costos de mano de obra.....	141
6.3.2 Afiliación al seguro social.....	142
6.4 Financiación .....	143
6.5 Activo diferido.....	144



---

6.5.1 Consumibles .....	147
6.5.2 Mantenimiento de equipos .....	147
6.6 Costos fijos y costos variables .....	148
6.6.1 Flujo de efectivo .....	148
6.7 Balance general .....	151
6.8 Cálculo y análisis de costos .....	152
6.9 Análisis del punto de equilibrio .....	153
6.10 Estado de resultados .....	154
6.10.1 Evaluación financiera (valor presente neto y tasa interna de retorno) ...	156
Conclusiones.....	160
Sugerencias. ....	162
Referencias bibliográficas. ....	163
Anexos. ....	168



## Índice de Tablas

Tabla 1. 1 Tabla de variables y sus indicadores.....	23
Tabla 2. 1 Datos históricos de recolección y acopio de llantas 2016 .....	38
Tabla 2. 2 Composición porcentual de una llanta.....	46
Tabla 4. 1 Clasificación y principales usos del caucho.....	64
Tabla 4. 2 Variables de mercado.....	65
Tabla 4. 3 Ítems de variables de estudio para clientes.....	65
Tabla 4. 4 Ítems de variables de estudio para proveedores.....	66
Tabla 4. 5 Calculo de tamaño de muestra para proveedores de metería prima.....	68
Tabla 4. 6 Resultado de encuesta aplicada a proveedores de materia prima.....	69
Tabla 4. 7 Llantas de desecho generadas en una semana.....	70
Tabla 4. 8 Peso promedio de llantas usadas por medida.....	71
Tabla 4. 9 Encuesta aplicada a establecimientos (proveedores) .....	72
Tabla 4. 10 Entidad de origen para clientes .....	73
Tabla 4. 11 Resultado de encuesta aplicada a posibles clientes .....	74
Tabla 4. 12 Estimación de la demanda semanal de caucho .....	76
Tabla 4. 13 Histórico de espacios deportivos.....	78
Tabla 4. 14 Cantidad de caucho utilizado por espacio de recreativo en México. ....	78
Tabla 4. 15 Porcentaje caucho utilizado por industria.....	79
Tabla 4. 16 Principales empresas recicladoras de llantas en México .....	80
Tabla 4. 17 Análisis de la situación actual de la competencia.....	81
Tabla 4. 18 Estimación de precio de caucho triturado en el mercado .....	82
Tabla 4. 19 Empresas encuestadas que demandan caucho triturado.....	83
Tabla 5. 1 Coordenadas obtenidas para la macro localización.....	87
Tabla 5. 2 Factores para ponderación.....	89
Tabla 5. 3 Comparación de factores por municipio .....	89
Tabla 5. 4 Comparación de costos de nave industrial por municipios.....	90
Tabla 5. 5 Infraestructura requerida para la instalación de la planta .....	93
Tabla 5. 6 Espacio requerido por área .....	97



Tabla 5. 7 Espacio requerido para maquinaria y equipo de producción.....	98
Tabla 5. 8 Comparativo de Fabricantes de líneas de reciclado.....	102
Tabla 5. 9 Capacidad de producción de maquinaria operando al 100% .....	103
Tabla 5. 10 Capacidad de producción de maquinaria operando al 75% .....	103
Tabla 5. 11 Producción estimada anual operando al 75% .....	104
Tabla 5. 12 Maquina de trefilado .....	105
Tabla 5. 13 Maquina cortadora.....	105
Tabla 5. 14 Equipo de triturado .....	106
Tabla 5. 15 Cinta transportadora.....	106
Tabla 5. 16 Cinta vibratoria primaria .....	106
Tabla 5. 17 Separador magnético .....	107
Tabla 5. 18 Equipo vibratorio.....	107
Tabla 5. 19 Separador de fibra.....	107
Tabla 5. 20 Distancia de recorrido día 1 ruta Apizaco.....	114
Tabla 5. 21 Distancia de recorrido día 1 ruta Apizaco.....	115
Tabla 5. 22 Distancia de recorrido día 2 ruta Apizaco.....	116
Tabla 5. 23 Distancia de recorrido día 2 ruta Tetla.....	116
Tabla 5. 24 Distancia de recorrido día 3 ruta Huamantla .....	117
Tabla 5. 25 Distancia de recorrido día 3 ruta Huamantla .....	118
Tabla 5. 26 Distancia de recorrido día 4 ruta Tlaxco. ....	119
Tabla 5. 27 Distancia de recorrido para el día 4 ruta Tlaxcala .....	120
Tabla 5. 28 Distancia de recorrido para el día 5 ruta Tlaxcala .....	121
Tabla 5. 29 Distancia de recorrido para el día 5 ruta Tlaxcala .....	122
Tabla 5. 30 Distancia de recorrido para el día 6 ruta Tlaxcala .....	123
Tabla 5. 31 Distancia de recorrido para el día 6 ruta Tlaxcala .....	124
Tabla 5. 32 Distancia de recorrido entrega de producto terminado, para el día 1 ...	124
Tabla 5. 33 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 2 .....	125
Tabla 5. 34 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 3 .....	126
Tabla 5. 35 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 4 .....	126
Tabla 5. 36 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 5 .....	127



Tabla 5. 37 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 6 .....	127
Tabla 5. 38 Costo de peaje día 1 .....	128
Tabla 5. 39 Costo de peaje día 1 .....	129
Tabla 5. 40 Costo de peaje día 2 .....	129
Tabla 5. 41 Costo de peaje día 3 .....	129
Tabla 5. 42 Costo de peaje día 4 .....	130
Tabla 5. 43 Costo de peaje día 5 .....	130
Tabla 5. 44 Kilometraje y tiempo de circulación para aprovisionamiento de M.P. semanal.....	131
Tabla 5. 45 Kilometraje y tiempo de circulación para entrega de P.T. semanal .....	131
Tabla 5. 46 Tiempo total y kilometraje de recorrido semanalmente .....	131
Tabla 5. 47 Costo de peaje semanal.....	132
Tabla 5. 48 Costo de insumos mensuales .....	132
Tabla 5. 49 Personal requerido para planta de triturado de llantas .....	133
Tabla 6. 1 Depreciación de muebles requeridos para el área administrativa.....	138
Tabla 6. 2 Depreciación de máquinas y equipos requeridos para el área productiva .....	139
Tabla 6. 3 Costo de equipos que conforman la línea de reciclaje .....	141
Tabla 6. 4 Costo de asignado para personal administrativo.....	141
Tabla 6. 5 Costo de asignado para personal operativo .....	142
Tabla 6. 6 Equipo de seguridad para personal operativo .....	142
Tabla 6. 7 Gastos de oficina.....	143
Tabla 6. 8 Comparativo de fuentes de financiación.....	143
Tabla 6. 9 Tabla de amortización del financiamiento del proyecto .....	144
Tabla 6. 10 Activo diferido para infraestructura y amortización para 10 años de operación.....	145
Tabla 6. 11 Activo diferido para área administrativa y amortización para 10 años de operación.....	146
Tabla 6. 12 Activo diferido para ingeniería, capacitación y amortización para 10 años de operación.....	146




---

Tabla 6. 13 Costo de consumibles necesario.....	147
Tabla 6. 14 Combustible mensual requerido.....	147
Tabla 6. 15 Costo de mantenimiento.....	148
Tabla 6. 16 Costos fijos y variables mensuales.....	148
Tabla 6. 17 Flujo de efectivo a un año de operación.....	149
Tabla 6. 18 Flujo de efectivo a cinco años de operación.....	150
Tabla 6. 19 Balance general para el primer año de operación.....	151
Tabla 6. 20 Cálculo de costos .....	152
Tabla 6. 21 Cálculo de estado de resultados .....	155
Tabla 6. 22 Evaluación financiera .....	156



## Índice de Imágenes

Imagen 2. 1 Mapa del estado de Tlaxcala.....	33
Imagen 2. 2 Extracción de caucho natural .....	40
Imagen 2. 3 Clasificación de llantas por su estructura .....	44
Imagen 2. 4 Ciclo de vida de las llantas .....	49
Imagen 3. 1 Desarrollo de marco metodológico .....	62
Imagen 4. 1 Validación de encuestas para posibles clientes de caucho y proveedores de M. P.....	66
Imagen 5. 1 Vista en panorámica de macro localización .....	88
Imagen 5. 2 Nave Industrial Ubicada en Tetla.....	91
Imagen 5. 3 Punto de elección para la renta de nave industrial.....	92
Imagen 5. 4 Diagrama de relaciones por área para la planta de reciclaje.....	94
Imagen 5. 5 Diagrama de relaciones propuesto y precedencia de áreas.....	95
Imagen 5. 6 Distribución física de la planta .....	96
Imagen 5. 7 Método de almacenaje de materia prima .....	99
Imagen 5. 8 Distribución del área de almacenaje de M.P .....	99
Imagen 5. 9 Consumible para el almacenaje de materia prima.....	100
Imagen 5. 10 Distribución del área de almacenaje de P.T. ....	101
Imagen 5. 11 Diseño de distribución física de producción .....	104
Imagen 5. 12 Diagrama de flujo de proceso.....	108
Imagen 5. 13 Proceso de trituración primaria.....	110
Imagen 5. 14 Proceso de granulación.....	111
Imagen 5. 15 Obtención de gránulos de caucho .....	112
Imagen 5. 16 Puntos de recorrido para el día 1 .....	114
Imagen 5. 17 Puntos de recorrido para el día 1 .....	115
Imagen 5. 18 Puntos de recorrido para el día 2 .....	117
Imagen 5. 19 Puntos de recorrido para el día 3 .....	118
Imagen 5. 20 Puntos de recorrido para el día 4 .....	119
Imagen 5. 21 Puntos de recorrido para el día 4 .....	120



---

Imagen 5. 22 Puntos de recorrido para el día 5 .....	121
Imagen 5. 23 Puntos de recorrido para el día 5 .....	122
Imagen 5. 24 Puntos de recorrido para el día 6 .....	123
Imagen 5. 25 Puntos de entrega de P.T. para el día 1 .....	125
Imagen 5. 26 Puntos de entrega de P.T. para el día 2.....	125
Imagen 5. 27 Puntos de entrega de P.T. para el día 3.....	126
Imagen 5. 28 Puntos de entrega de P.T. para el día 4.....	127
Imagen 5. 29 Puntos de entrega de P.T. para el día 6.....	128
Imagen 5. 30 Diagrama de flujo .....	134
Imagen 6. 1 Análisis del punto de equilibrio .....	154



---

**Índice de ecuaciones.**

Ecuación 4. 1 Para el cálculo de tamaño total de muestra.....	67
Ecuación 4. 2 Para el cálculo de error de estimación.....	67
Ecuación 4. 3 Para el estimar frecuencias por estrato .....	67
Ecuación 4. 4 Formula para determinar la cantidad de llantas.....	71
Ecuación 4. 5 Formula para determinar la cantidad de caucho bruto al mes .....	72
Ecuación 4. 6 Ecuación para determinar demanda efectiva .....	77
Ecuación 6. 1 Calculo de punto de equilibrio.....	153
Ecuación 6. 2 Formula para calcular valor presente neto .....	157
Ecuación 6. 3 Formula para calcular periodo de recuperación.....	158



---

## Índice de Graficas

Grafica 2. 1 Población total del estado de Tlaxcala (2015) .....	33
Grafica 2. 2 Vehículos automotores registrados en Tlaxcala .....	36



## Resumen

El proyecto pretende la creación de una empresa en el estado de Tlaxcala, dedicada al reciclado de llantas de desecho para su transformación, mediante la trituration mecánica para poder obtener gránulos de caucho, en la investigación se muestra la existencia de clientes que demandan este tipo de material. Dentro de las principales empresas que lo utilizan, se encuentran las dedicadas a la construcción de pisos para parques recreativos, losetas anti-impacto, construcción de pistas de atletismo que es el mercado hacia el cual se destina el producto a ofertar, sin dejar de mencionar que este tipo de mercancía también se utiliza en la mezcla para la construcción de carreteras, impermeabilizantes, mangueras multifuncionales, tapones, tapetes anti fatiga entre otros, de manera que se puede captar un mayor número de clientes, una vez establecida la empresa y el producto sea conocido por una mayor cantidad de empresas que demanden el producto que se fabrique.

Una de las ventajas del proyecto es que en el estado de Tlaxcala, no hay empresas dedicadas al giro del reciclado de llantas, lo cual hace que se disponga de este residuo generado por los diversos establecimientos que se dedican al remplazo de llantas usadas por nuevas.

Esta propuesta es una interesante oportunidad de negocio por mencionar los beneficios económicos en cuanto a rentabilidad, sociales para la generación de empleos, ambientales disminuyendo la contaminación visual y al medio ambiente, que se puede tener al implantar una empresa de esta índole.



## **Abstract**

The project aims to create a company in the state of Tlaxcala, dedicated to the recycling of scrap tires for processing, through mechanical crushing to obtain rubber granules, in the research shows the existence of customers who demand this type of material. Within the main companies that use it, are those dedicated to the construction of recreational park floors, anti-impact tiles, construction of athletic tracks that is the market to which the product is destined to bid, not to mention that this type of merchandise is used in the mixture for the construction of roads, waterproofing, multifunctional hoses, plugs, anti fatigue among others, so that we can capture a greater number of clients, once established the company and the product is known by a greater number of companies that demand the product that is manufactured.

One of the advantages of the project is that in the state of Tlaxcala, there are no companies dedicated to the recycling of tires, which makes available this waste generated by the various establishments that are dedicated to replacing used tires with new ones.

This proposal is an interesting business opportunity to mention the economic benefits in terms of profitability, social for the generation of jobs, environmental decreasing visual pollution and the environment, which can be had when implementing a company of this nature.



## Capítulo 1. Elementos protocolarios

### 1.1 Antecedentes.

La rueda representa uno de los inventos más importantes en la historia de la humanidad; desde que el hombre evidenció que el esfuerzo para hacerla girar, por la excesiva carga que soportase, era mucho más pequeño que el necesario para lograr que la carga pudiera avanzar sobre el terreno.

En un comienzo, las ruedas se hicieron de piedra, pero después fueron sustituidas por fabricaciones a base de madera, posterior a ello la banda de rodadura fue elaborada de metal para conseguir mayor duración y resistencia. La última transformación consistió en revestirlas con una capa de goma que reducía el ruido y la vibración. Todas estas ruedas eran pequeñas y de capacidad limitada, además de ser rígidas, pero cumplían el funcionamiento para los carruajes de ese tiempo.

Existen contrariedades acerca de cómo y cuándo comienza la historia de las llantas o neumáticos, siendo la empresa Goodyear la que en 1839 descubrió la vulcanización del caucho, más tarde en 1888 John Boyd Dunlop crea las llantas con cámara de aire, posteriormente cerca del año 1891, los hermanos André y Edouard Michelin inventan la llanta desmontable, que revolucionó la llanta permitiendo la adopción por la industria y el uso en los automóviles (Baer, 2011).

Actualmente cuando los propietarios de los diversos vehículos automotores, no llevan a cabo el mantenimiento programado y requerido de estos, aceleran el aumento de procesos contaminantes durante su uso. En específico en el caso de las llantas, cuando dejan de ser útiles, estas son reemplazadas, frecuentemente son desechadas de manera inconsciente, provocando problemas medio-ambientales y la propagación de enfermedades al ser humano, un ejemplo de ello es la generación de combustión que provoca la quema de llantas, es decir, cuando se hace a cielo abierto se emanan gases tóxicos perjudiciales para la salud, agregado al tiempo prolongado que tarda en desintegrarse una llanta, cuyos efectos en el mediano y largo plazo ponen en riesgo la biodiversidad de nuestra tierra y la calidad de vida de la sociedad.



En países como Estados Unidos y el continente Europeo ya prevalecen medidas que regulan el abandono de las llantas desechadas en vertederos, al mismo tiempo se generan empresas encargadas de gestionar su reciclado. En América Latina, México, Chile, Argentina y Uruguay son países que adoptan la misma política, pero sin embargo no llegan a ser puestas en práctica por la gran mayoría de la población (Fernández, 2010).

## **1.2 Problemática.**

Anualmente, en la República Mexicana se desperdician 40 millones de llantas. Tan sólo en la Ciudad de México, se calcula que son desechadas casi 50 llantas de automotores por minuto, lo que significa unas 25 millones de llantas anualmente, de las cuales, 4 millones se concentran en el antiguo Distrito Federal, por lo que en caso de mantener esta tendencia, de acuerdo a un reporte de la Asociación Nacional de Distribuidoras de Llantas (2007), en una década habrá, al menos 250 millones de llantas de desecho más, a las que se adicionarán 200 millones que ya se han acumulado en los cementerios de llantas de la frontera norte del país y el Valle de México, en los últimos diez años (Rosagel, 2013).

En el estado de Tlaxcala, en forma anual se desechan más de 7 mil doscientas llantas usadas en los cuatro rellenos sanitarios de la entidad: relleno sanitario de Nanacamilpa, Huamantla, Morelos y Panotla, además de las que se tiran en barrancas, el río Zahuapan y predios abandonados, provocando focos rojos de contaminación. La Coordinación General de Ecología del estado de Tlaxcala ha firmado un convenio con la empresa Lafarge Cementos de México, que se encarga a partir del año 2012 de la recolección de llantas usadas, las cuales son incineradas para la generación de su energía, sin embargo, debido a su proceso de transformación, no son una opción óptima de reciclado, por la emisión de contaminantes al medio ambiente, suscitando un riesgo a la salud. Por parte de los 60 ayuntamientos del estado, solo se han creado centros de acopio de este residuo, sin que se lleve a cabo una reutilización productiva, es decir, quedan en condición de abandono. Considerando que la degradación de este material tarda aproximadamente 1000 años, es un proceso demasiado lento,



además genera inseguridad por ser un material inflamable y que casi siempre el incinerarlas se ha convertido en la forma más común en la sociedad para deshacerse de las llantas (Lima, 2011).

En este proceso se han identificado 38 compuestos dañinos al medio ambiente y a la salud humana, debido al contacto con hidrocarburos, metales, gases y vapores inorgánicos, se ha demostrado que esas emisiones son muy tóxicas e incluso, mutagénicas, estos contaminantes causan cáncer, malformaciones congénitas, problemas en los pulmones, efectos adversos en los sistemas hormonal inmunológico y nervioso central, entre otros (Flores, 2016).

Por lo que se hace necesario establecer alternativas de reutilización de llantas, en el estado, mediante procesos industriales especializados, regulados ambientalmente; un proceso que comúnmente se ha adoptado en Europa y algunos países del continente Americano, es la trituración masiva de llantas, donde se hace una separación de los elementos que la conforman como son: alambres de acero y caucho, este último, se utiliza principalmente para asfaltar carreteras, el relleno de campos de césped artificial, suelos de seguridad en parques infantiles, de la misma manera la rueda triturada se emplea en balsas de infiltración, depósitos de agua para sistema de protección contra incendios o sujeción de lámina de impermeabilización en vertederos, suela para fabricar calzado, entre otras.

### **1.3 Justificación.**

En este apartado se explican las razones por las cuales se pretende realizar la investigación

#### **1.3.1 Justificación de tipo ambiental**

Es importante que se tome conciencia acerca del problema que genera el abandono de las llantas usadas que son la causa de inmensos e irreparables daños a la naturaleza, poniendo en peligro la supervivencia de la raza humana. Por eso debemos buscar una solución a este dilema ambiental de manera en que todos los sectores de la sociedad deben estar involucrados y comprometidos para hacer frente a esta



problemática, ya que es la vía para alcanzar el desarrollo sustentable y preservar la riqueza natural, en beneficio de las presentes y futuras generaciones.

Bajo este escenario, como una alternativa para contribuir a dar solución al problema del mal manejo de neumáticos desechados por llanteras, talacheras y los mismos dueños de los diferentes vehículos automotores en el Estado de Tlaxcala, se propone la creación de una planta trituradora de llantas, mediante la incorporación de centros de acopio, procesos de recolección y tratamientos industriales que cubran los requerimientos que establece la Coordinación General de Ecología del estado de Tlaxcala, para que a cada uno de los componentes se les pueda asignar un uso diferente de acuerdo a las características de los mismos, el caucho que proviene de los neumáticos ofrece: impermeabilidad, amortigua golpes y caídas, aumenta la fricción previniendo resbales y caídas entre otros, posibles usos después de ser triturados y separados de sus componentes iniciales.

En la construcción de carreteras mediante la mezcla de asfalto con polvo de caucho, obtenido de llantas recicladas como materia prima, se ha podido comprobar; que las carreteras que contienen caucho en su mezcla no sólo son una alternativa viable de reutilización, sino que constituyen la solución a un problema medioambiental, añadido de un aumento en la calidad de las autovías. El beneficio que conlleva la utilización de estos materiales a los usuarios automovilistas, se ve reflejado al brindar una mayor seguridad de las vías terrestres donde circulan con sus vehículos, ya que el asfalto ofrece una mayor adherencia, visibilidad, menor ruido, así mismo proporciona una mayor resistencia prolongando la duración de carreteras hasta por 20 años.

### **1.3.2 Justificación de tipo económico.**

La alta generación y desperdicio de llantas en el estado de Tlaxcala, el pobre mercado de reciclaje de este material y la carencia de plantas trituradoras para la obtención del mismo, representan un área de oportunidad debido a que no existen empresas en el estado enfocadas a combatir esta problemática, la “Coordinación General de Ecología del estado de Tlaxcala” no cuenta con datos puros por lo que se convierte en un área



de desarrollo económico para creación de PYMES de este rubro, generando beneficios de conservación del medio ambiente y de creación de fuentes de empleo.

### 1.3.3 Justificación de tipo social.

El estudio de esta investigación se dirige a procedimientos alternativos que hasta la fecha no son valorados de manera que pueden beneficiar a la sociedad del estado de Tlaxcala, al retirar del medio ambiente una gran parte de llantas desechadas, se mejoran las condiciones de aire, agua, tierra, y de estética visual de la ciudad, elevando la calidad de vida de sus habitantes, por el posible impacto que genere la implantación de una planta trituradora de llantas.

### 1.4 Pregunta de investigación.

¿Cómo contribuye al cuidado y preservación del medio ambiente la creación de una planta recicladora en el estado de Tlaxcala?

### 1.5 Tabla de variables.

Las variables que se determinaron para llevar a cabo esta investigación se mencionan en la tabla 1.1 en la cual se describe cada una de estas así como su indicador que muestra cómo trasciende en el proyecto.

Tabla 1. 1 Tabla de variables y sus indicadores

Variable dependiente	Variable independiente	Sub-variable	Descripción	Indicador
Factibilidad de creación para planta trituradora de llantas	Estudio de mercado permite mediante un proceso sistemático la recolección y análisis de datos e información acerca de los clientes, competidores y el mercado.	Producto	Características y especificaciones	Calidad del producto, clientes satisfechos
		Precio	Precio apropiado del caucho triturado con respecto a competidores	Costo por cantidad producida.
		Demanda	Clientes potenciales, posibles clientes.	Cantidad de material demandado.
		Proveedores	Abasto de insumos para producir	Cantidad y tipo de material requerido.



Continuación tabla 1.1

Variable dependiente	Variable independiente	Sub-variable	Descripción	Indicador
Factibilidad de creación para planta trituradora de llantas	Estudio Técnico permite analizar opciones tecnológicas para poder producir mediante el triturado de llantas caucho reutilizable.	Localización de planta	Optima localización con ventajas económicas, social y políticas.	Servicios, Infraestructura, costo de transporte de materiales
		Tecnología	Requerimiento de equipo para la fabricación o conversión de material.	Capacidad de producción.
		Tamaño óptimo de planta	Cubrir pedido por parte de clientes.	Porcentaje de demanda.
		Equipos y maquinaria	Lay out de planta	Instalación de espacios y áreas productivas de acuerdo a los recursos utilizados
	Estudio Financiero proporciona el análisis de la capacidad que tiene la empresa para ser sustentable, viable y rentable en el tiempo.	Tasa interna de rendimiento (TIR)	Criterios para decidir aceptación o rechazo de proyecto de inversión,	Rentabilidad de la empresa
		Valor presente neto (VPN)	Determina si la inversión cumple con el objetivo básico, maximizar la inversión.	Rentabilidad de la inversión (aumenta o reduce el valor de la PyME).
		Tiempo requerido para alcanzar el punto de equilibrio	Proyección donde los ingresos sean igual a los costos.	Cantidad que indique el punto de partida para generar utilidad
	Normativa ambiental	Marco Institucional para el manejo de llantas de desecho en México	Institución Federal SEMARNAT, PROFEPA	Permisos de manejo de llantas y cumplimiento de lineamientos
			Institución estatal Secretaria de Ecología del estado de Tlaxcala	Manejo de llantas de desecho

Fuente. Elaboración propia, 2017

### 1.6 Objetivos.

Para poder responder a la pregunta de investigación, se plantea tanto el objetivo general como los objetivos específicos, con los cuales se realiza la búsqueda del conocimiento científico y que constituyen la base racional del objeto de estudio.



### **Objetivo general.**

Realizar un estudio de factibilidad para crear una planta trituradora de llantas en el estado de Tlaxcala, con el fin de evaluar la rentabilidad para su futura implantación.

### **Objetivos específicos.**

- Recopilar información teórica, y estadística del reciclado de llantas en el estado de Tlaxcala mediante la consulta de fuentes secundarias.
- Analizar la oferta y demanda del mercado de caucho triturado a partir de características y requerimientos de empresas que realizan la transformación de este material.
- Identificar los factores que influyen en los procesos de recuperación, clasificación y generación de llantas fuera de uso o de desecho.
- Determinar los procesos industriales que permitan la separación de los componentes de las llantas de desecho, y la reutilización de estos en alternativas que contribuyan a tener un menor impacto ambiental.
- Realizar el análisis financiero para determinar la rentabilidad de la creación una planta trituradora de llantas.

### **1.7 Alcance y limitaciones**

La investigación que se realiza está centrada en *la Propuesta para la creación de una planta recicladora de neumáticos en el Estado de Tlaxcala*, y se conforma por el estudio de mercado, técnico, financiero y ambiental.

### **Limitantes.**

- Prevalece la carencia de información por parte de la Coordinación General de Ecología del estado de Tlaxcala, en materia del reciclado de llantas.
- No existe tecnología para la transformación de llantas de desecho en el estado de Tlaxcala.



- Carencia de un marco legal en la República Mexicana y de normas referentes especialmente al tratamiento y disposición de llantas en desuso.
- El tiempo y costo para la creación de una planta trituradora en el estado no resulta una prioridad para los gobernantes del estado de Tlaxcala.



## Capítulo 2. Marco referencial

### 2.1 Estado del arte.

A continuación se muestran trabajos de acuerdo a dos ejes epistemológicos: Fuentes alternativas de reciclado de llantas y Planes de negocios, mismos que tienen relación con la investigación, ofreciendo mayor claridad para definir un marco de trabajo preciso en cuanto al conocimiento que se aborda a lo largo del desarrollo de la misma.

Datos relevantes referentes a Plan de negocios en plantas de reciclado de llantas.

1.- De acuerdo a los autores Arenas, Maya, Caballero, Domínguez, & Píriz (2008), en su trabajo llevado a cabo en la provincia de Cáceres España, con título: **Plan de negocio de planta de reciclado de neumáticos fuera de uso POLCAEX (Polvo de caucho de extremadura).**

Aporte: Su proyecto de reciclado para la obtención de polvo de caucho, presenta características de alta rentabilidad desde el inicio de las actividades. Se trata de la venta de un producto elaborado con un gran valor añadido merced a su bajo coste de materia prima, por lo que los rendimientos y los beneficios son altos, la Rentabilidad sobre la Inversión, ROI, también está muy por encima de lo que se puede obtener con los capitales en el mercado, y por encima de cualquier sector, lo que vuelve a aconsejar una inversión en este negocio a los proveedores de capital interesados.

2.- El autor Salinas (2012), en su proyecto que elabora en el municipio de Pereira Colombia, con nombre: **Plan de negocios para la creación de una empresa de artículos de moda femenina a partir de materiales reciclables como neumáticos y retazos de cuero en la ciudad de Pereira.**

Aporte: Este trabajo muestra cómo mediante la reutilización de residuos sólidos: como neumáticos y retazos de cuero, con el cual se pueden proponer estrategias de aprovechamiento para hacer conciencia del reciclaje, con ello se obtiene como resultado la formulación de un plan de negocios para la creación de una empresa de artículos de moda femenina, a partir de estos materiales reciclables en la ciudad



de Pereira, para contribuir con la concienciación por la preservación de los recursos y generar fuentes de empleo a través de mercados verdes.

3.- De acuerdo los autores Sánchez & Santiago (2013), en su proyecto con nombre **Modelo de negocios para empresas recicladoras de llantas.**

Aporte: En su memoria realiza la creación de un modelo de negocio, incorporando componentes que favorecen a la sustentabilidad y permanencia en el mercado, de las empresas recicladoras de llantas en el largo plazo.

4.- El autor López (2014), expone un **Plan de negocio para empresa recicladora de caucho en Sogamoso Colombia.**

Aporte: Expone el estudio legal y regulatorio el cual busca determinar la viabilidad de un proyecto a la luz de las normas que lo rigen en cuanto a localización de productos, subproductos y patentes. También toma en cuenta la legislación laboral y su impacto a nivel de sistemas de contratación, prestaciones sociales y demás obligaciones laborales.

5.- Los autores Gutiérrez & Castro (2013), en su proyecto realizado en Colombia titulado: **Plan de negocio de una empresa pulverizadora de caucho de llanta usada para la industria asfaltera en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.**

Aporte: En este proyecto se realiza un plan de negocio con la posibilidad de la creación de un ente económico que produzca y comercialice caucho de llanta pulverizada en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.

Datos relevantes referentes a Fuentes alternativas de reciclado de llantas.

1.- El autor Abauta (2008), en su trabajo realizado en el país de Guatemala, titulado **Evaluación de opciones para la reutilización de llantas en Guatemala.**

Aporte: Realiza un estudio sobre la situación actual de las llantas en desuso en Guatemala, con la finalidad de determinar las opciones que permitieran un uso



adecuado, económicamente rentable y que además se ajuste a las necesidades y a los recursos del país.

2.- Los autores Resendíz & Echeverría (2007), presentan un proyecto con título **Estudio de las alternativas de aprovechamiento de las llantas en desuso.**

Aporte: La aportación de esta tesis fue la propuesta para reusar el hule de la llanta triturada como relleno dentro de una formulación con hule virgen, para formación de una lámina que pueda ser utilizada como un tapete y como una suela.

3.- Los autores Rodríguez, López, & Chud (2017), ostentan un artículo elaborado en la ciudad de Bogotá Colombia con título **Modelo de simulación dinámica para evaluar el impacto ambiental de la producción y logística inversa de las llantas.**

Aporte: El artículo presenta un modelo de dinámica de sistemas que permite evaluar el impacto ambiental generado por la logística inversa de las llantas para automóviles. Se utiliza la dinámica de sistemas para explicar el comportamiento de las emisiones generadas por cuatro procesos: la producción de llantas nuevas, el reencauche, la trituración mecánica y el co-procesamiento, en los tres últimos se pueden aprovechar las llantas una vez estas se convierten en residuo.

4.- El autor Sánchez (2012), publica un artículo en la ciudad de Buenos Aires Argentina titulado **Segunda vida de los neumáticos usados.**

Aporte: Este trabajo aporta una valoración acerca de la problemática de residuos en neumáticos fuera de uso, teniendo conocimiento previo de su composición, así como todas las formas actuales de su tratamiento y aprovechamiento desarrolladas y explicadas ampliamente, ya sea como neumáticos enteros, triturados, reutilizables o como valorización energética.

5.- Los autores Velazco & Barbosa (2015), presentan un proyecto elaborado en el país de Colombia con nombre ***Diseño de un plan operativo de recolección, almacenamiento y de gestión para el aprovechamiento de las llantas en desuso en el casco urbano del municipio de Ocaña.***



Aporte: Este trabajo colabora con opciones en cuanto a un diseño de un plan operativo para determinar las alternativas de recolección, almacenamiento y de gestión para el aprovechamiento de las llantas en desuso en el casco urbano del municipio de Ocaña hacen referencia a: realizar el diagnóstico de la situación actual, en relación con el almacenamiento de las llantas en desuso en el municipio de Ocaña al norte de Santander.

6.- El autor Monroy (2013), en su publicación titulada **Planta de reciclaje de llantas para la obtención de diésel.**

Aporte: Este artículo presenta la creación de una línea de reciclaje utilizando tecnología y maquinaria para transformar caucho de reciclaje en combustible, carbón negro y mínimas cantidades de gas no condensado utilizando la reacción pirolítica realizando reciclaje de energía y logrando admirables beneficios ambientales económicos y sociales.

7.- El autor Torres (2014), elabora un ensayo en Colombia con título **Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad de concreto adicionado con residuos de llantas de caucho.**

Aporte: El desarrollo de este documento hace énfasis a la realización de pruebas mecánicas en estructuras de concreto adicionadas con residuos de caucho triturado, con el propósito de valorar propiedades y resultados de cada muestra realizada, sirviendo como referencia para proyectar la durabilidad del concreto, con resultados satisfactorios, se puede llevar a cabo la mezcla asfáltica a base de residuos de llantas, reemplazando algunos componentes utilizados en la construcción principalmente en materiales elaborados con concreto, la mejoría se verá reflejada en el aumento de la durabilidad de edificaciones que estén realizados con este material además de la reducción de costo en la fabricación de concreto.



## 2.2 Marco contextual

Actualmente existe evidencia científica sobre las variaciones climáticas que ha sufrido nuestro planeta, por mencionar tan solo que desde el siglo XVIII con el comienzo de la época de la revolución industrial, al paso del tiempo y con la generación de un gran avance tecnológico de los procesos fabriles, adicionando la manera inadecuada del manejo de residuos sólidos, específicamente el de las llantas que cotidianamente se queman o se utilizan como fuente alternativa de energía en el planeta, provocan gran cantidad de emisiones de gases a la atmosfera, ocasionando un deterioro en el equilibrio de la naturaleza, siendo esta la que permite la manutención de vida para las diferentes especies que la habitan.

Los fenómenos más comunes que se han venido notando conforme ha pasado el tiempo, son los aumentos en la temperatura entre 1,4° C a 5,8° C, y un subsecuente ascenso en el nivel de los mares entre 9 a 88 cm, el aumento en la intensidad y frecuencia de eventos climáticos extremos, tales como sequías e inundaciones que generan daños significativos e irreversibles en los ecosistemas (zonas polares, arrecifes de coral, extinción de especies de flora y fauna). (Coll, 2008)

Por ello existen organismos como Greenpeace, WWF (fondo mundial para la naturaleza), la OMS (organización mundial de la salud), por mencionar solo algunos y acuerdos como el protocolo de KIOTO, la convención Alpina, el acuerdo ASEAN sobre solución atmosférica transfronteriza, mismos que surgen para hacer frente a problemas que se presentan de manera ambiental y la mayoría son de gravedad ante la naturaleza.

En la ciudad de México el mal manejo que se tiene de las llantas de desecho, ocasionan serios problemas de contaminación, que afectan al medio ambiente y aportan de carácter negativo global a la generación de cambios climáticos, como el efecto invernadero, cambios atmosféricos; ejemplo de ello la lluvia acida, la destrucción y deterioro de la capa de ozono, en respuesta a la generación de agentes contaminantes, en el año 2009 se aprobó un acuerdo para reducir la emisión de GEI



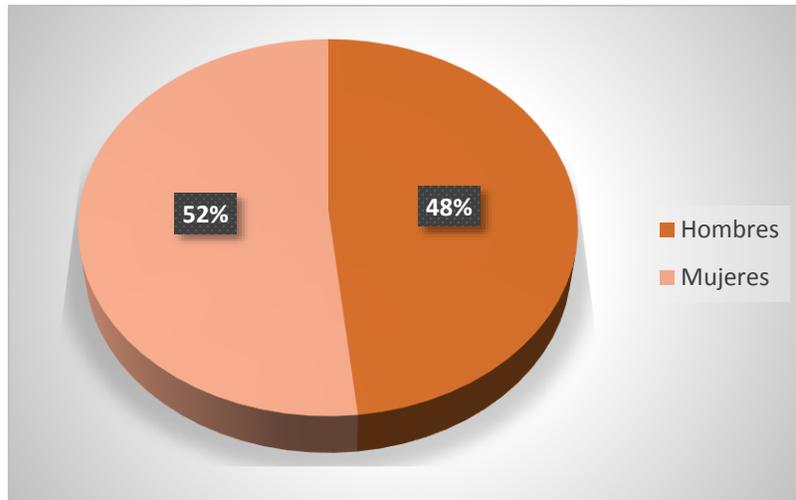
(gases de efecto invernadero), dentro del tratado de Kioto, en el cual México se compromete a reducir emisiones de GEI en 20% en el año 2020 y 50% hacia el año 2050, para ello se deben de buscar alternativas para poder utilizar de manera apropiada desechos sólidos que se generan cotidianamente por empresas y habitantes del país (Balairon, 2011).

En el estado de Tlaxcala una de las preocupantes principales que se debe atacar, es la mala disposición de llantas de desecho, que en un futuro pueden llegar a ser un problema que alerte a los habitantes y gobernantes de la zona, en la actualidad no se cuenta con algún plan regulatorio que sea benéfico para la disposición de este residuo, un plan de contingencia ante esta situación puede ser el aprovechar de manera favorable las llantas generadas realizando un acopio para procesarlas de manera productiva de forma que se beneficie a los habitantes de esta región. Antes de profundizar el tema de estudio se tomarán en consideración características del estado que permitirán tener una visión más clara de la zona donde se pretende desarrollar la investigación.

### **2.2.1 El estado de Tlaxcala**

Tlaxcala es uno de los 31 estados que junto con la ciudad de México conforman las 32 entidades federativas de la República Mexicana, cuenta con una superficie de 4,016 kilómetros cuadrados, lo cual representa el 0,2 % del territorio nacional. Se fundó el 9 de diciembre de 1856, cuenta con una gran variedad de elevaciones, se encuentra situado a una altitud promedio de 2,230 metros sobre el nivel del mar (msnm). El clima que predomina en dicho estado es templado; subhúmedo en la zona centro-sur, en la parte norte es semifrío y en zonas cercanas al volcán la Malinche el clima es frío.

El estado tiene una población total de 1, 272,847 habitantes, según censo poblacional, de los cuales 658, 282 son mujeres que representan el 52% del total de la población, mientras 614, 565 corresponde al número de hombres de la cual representa el 48% como se observa en la gráfica 2.1 (INEGI, 2016).



Grafica 2. 1 Población total del estado de Tlaxcala (2015)

Fuente. Elaboración propia, 2017

De acuerdo a sus coordenadas geográficas 19° 44' y 19° 06' Norte y 97° 438' - 98° 46' Oeste, Tlaxcala se encuentra en la parte centro-oriente del país limitando en su mayor parte con Puebla al norte, este y sur, al oeste con el Estado de México y al noroeste con el estado de Hidalgo.

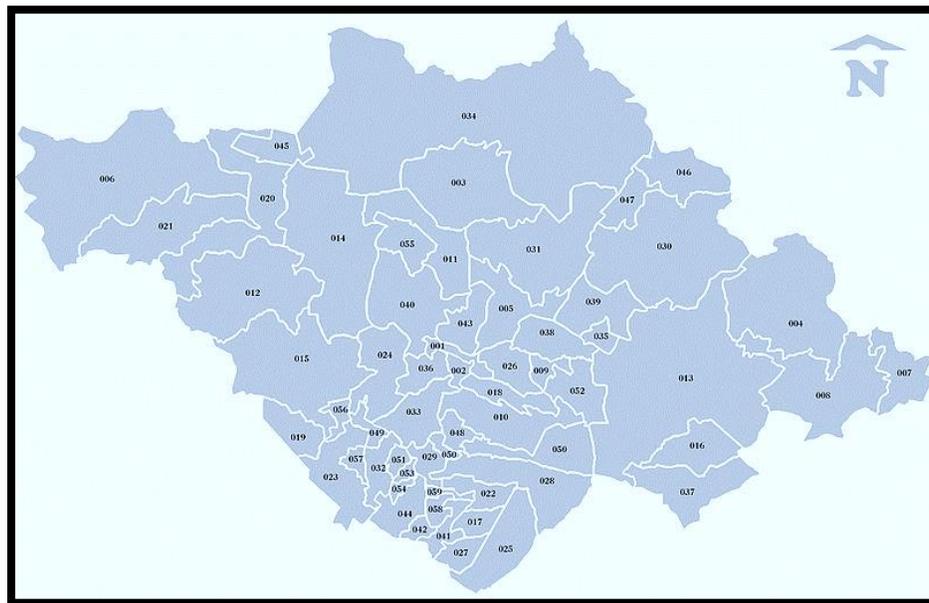


Imagen 2. 1 Mapa del estado de Tlaxcala

Fuente. INEGI, 2015



El estado está dividido por 60 municipios como se observa en la imagen 2.1, se caracteriza principalmente por su topografía montañosa, representado por el volcán inactivo La Malinche que es su principal símbolo, a continuación se hace un listado de acuerdo de los municipios que conforman el estado. (INAFED , 2010).

01 Amaxac de Guerrero	25 San Pablo del Monte
02 Apetatitlán de Antonio Carvajal	26 Santa Cruz Tlaxcala
03 Atlangatepec	27 Tenancingo
04 Alzayanca	28 Teolochocho
05 Apizaco	29 Tepeyanco
06 Calpulalpan	30 Terrenate
07 El Carmen Tequexquitla	31 Tetla de la Solidaridad
08 Cuapiaxtla	32 Tetlatlahuca
09 Cuaxomulco	33 Tlaxcala
10 Chiautempan	34 Tlaxco
11 Muñoz de Domingo Arenas	35 Tocatlán
12 Españita	36 Totolac
13 Huamantla	37 Zitlaltepec de Trinidad Sánchez Santos
14 Hueyotlipan	38 Tzompantepec
15 Ixtacuixtla de Mariano Matamoros	39 Xaloztoc
16 Ixtenco	40 Xaltocan
17 Mazatecochco de José María Morelos	41 Papalotla de Xicoténcatl
18 Contla de Juan Cuamatzi	42 Xicohtzinco
19 Tepetitla de Lardizábal	43 Yauhquemecan
20 Sanctórum de Lázaro Cárdenas	44 Zacatelco
21 Nanacamilpa de Mariano Arista	45 Benito Juárez
22 Acuamanala de Miguel Hidalgo	46 Emiliano Zapata
23 Nativitas	47 Lázaro Cárdenas
24 Panotla	48 La Magdalena Tlaltelulco



---

49 San Damián Texoloc	55 San Lucas Tecopilco
50 San Francisco Tetlanohcan	56 Santa Ana Nopalucan
51 San Jerónimo Zacualpan	57 Santa Apolonia Teacalco
52 San José Teacalco	58 Santa Catarina Ayometla
53 San Juan Huactzinco	59 Santa Cruz Quilehtla
54 San Lorenzo Axocomanitla	60 Santa Isabel Xiloxotla

En lo que se refiere a las fuentes productivas se destaca la producción de maíz y cebada como principales productos, le siguen en orden de importancia el trigo, frijol, maíz forraje, avena forraje, haba, papa, alfalfa entre otros cultivos, las principales explotaciones pecuarias son: bovinos para las explotaciones de carne, leche, porcino, equinas, caprinas, aves y colmenas. Tlaxcala es uno de los estados mejor comunicados del país, por ser un estado que sirve de paso a ciudades que transportan sus productos de diferentes zonas productivas (INEGI, 2016).

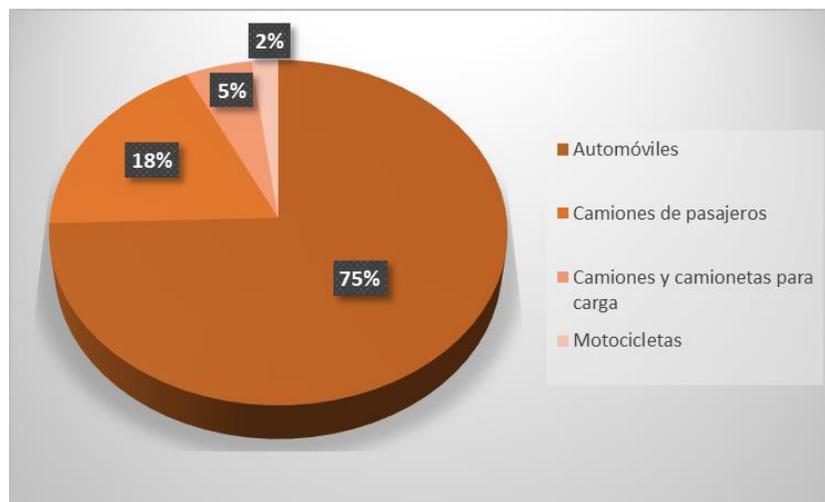
### **2.2.2 Sector productivo en Tlaxcala.**

Los principales sectores productivos del estado se dividen en tres: sector primario, sector secundario, sector terciario. En el sector primario, la población se ocupa principalmente en agricultura, ganadería, aprovechamiento forestal, caza y pesca, ocupando los primeros lugares de producción en los últimos años a la fecha de este sector. En lo que corresponde al sector secundario, la población se dedica a la minería, extracción de petróleo, gas, industria manufacturera, electricidad, mismas que desde el año 2015 se ha posicionado en el segundo lugar después del estado de Querétaro, en lo que corresponde al sector terciario como es el comercio y actividades de servicios ha crecido con un 3.4%, colocándose por arriba de la media nacional con 2.9%. Aunque por otra parte se cuenta con poca participación productiva en lo que se refiere al sector de servicios encargado del reciclado, en específico el de llantas de desecho o fuera de uso, de manera que representa una fuente de oportunidad para explotar este sector, es prominente el daño que causa este tipo de residuo a la naturaleza, de la misma manera a las personas que están expuestas y son susceptibles a los componentes de las llantas, toda vez que su uso no sea el adecuado, como sucede al



quemarlas o utilizarlas como combustibles alternos, por lo cual el proceso de estudio se centra en esta problemática, para hacer frente a esta situación, se pretende realizar un análisis para el aprovechamiento de reciclaje de llantas de desecho mediante programas de recolección y acopio de las mismas, buscando preservar el medio ambiente y obtener un beneficio económico y social para los habitantes de la zona.

En base al anuario estadístico y geográfico del estado de Tlaxcala, hasta el año 2015 se tienen registrados en el patrón vehicular 397,124 vehículos tomando en cuenta automóviles que representan el 77%, los camiones para pasajeros representan el 18%, los camiones y camionetas de carga representan un 18% y motocicletas el 5%, véase en la gráfica 2.2, por otra parte también se tiene presente de la existencia de vehículos foráneos que circulan dentro del estado que no se toman en cuenta en el recuento del patrón vehicular (INEGI, 2016).



Grafica 2. 2 Vehículos automotores registrados en Tlaxcala

Fuente. INEGI, 2015

Una vez que se cumple el tiempo de duración de las llantas de los diversos vehículos, se llega al reemplazo de estas en promedio se realiza cada 20,000 kilómetros recorridos, comúnmente esta operación se efectúa en los establecimientos donde se presta este servicio como son; las vulcanizadoras, talacheras, llanteras y agencias de autos, mismas que se encargan la mayoría de las veces de desechar estos residuos,



que en su mayoría son abandonadas y quemadas a cielo abierto. Esta situación se genera debido a la carencia de seguimiento y control por parte de los organismos encargados de asegurar la disposición de los residuos sólidos, en algunas situaciones se debe a la insuficiente cultura de reciclaje por parte de los dueños de los vehículos automotores, que abandonan sus llantas al aire libre, que en teoría son los que deberían hacerse responsables de los residuos que generen sus vehículos.

La mala disposición afecta considerablemente al medio ambiente y a los habitantes de la región sin que se perciba de forma inmediata, pero si en un mediano y largo plazo con algunos tipos de malestares, que muchas de las veces aquejan a personas más propensas de contraer una enfermedad, y como consecuencia este tipo de padecimientos pueden ser severos que ponen en riesgo a la salud de los habitantes. En algunas zonas de la República Mexicana, se han propuesto opciones para buscar una solución de manejo de estos residuos, de manera que una alternativa es el reciclado de llantas, mediante la explotación de sus componentes en forma productiva, evitando la contaminación al medio ambiente.

Por su parte la Secretaría de Ecología del estado de Tlaxcala mediante un convenio con las plantas productoras de cemento, buscan una posible solución para el procesamiento de este material, mediante el acopio con campañas públicas en los 60 municipios del estado para que las personas puedan depositar sus llantas, en el departamento encargado de vincular este material y posteriormente se puedan donar a la empresa cementera, que las utiliza como fuente alterna de combustible es decir las incinera dentro de sus hornos, aunque no es una opción viable por los diferentes tipos de gases que las llantas emanan al ser quemadas (Ortiz, 2016).

En base a los datos proporcionados por la Secretaría de Ecología del estado de Tlaxcala, véase tabla 2.1, desde que se implementó el programa de acopio hasta el 2016 la participación por parte de establecimientos y habitantes que con respecto a la campaña de acopio de llantas, se puede tener un preámbulo de la existencia de la cantidad de este material con posibilidad para un mejor aprovechamiento, si se asume que se pueden aplicar métodos así como programas de concientización entre los



establecimientos y habitantes de las diferentes comunidades, existe la posibilidad de obtener una mayor cantidad de este residuo, pensando en un escenario más óptimo se puede triplicar la cantidad de llantas para su acopio y procesamiento mediante métodos eficientes y productivos con vista a mejorar el impacto que genera la mala disposición final de los mismos.

*Tabla 2. 1 Datos históricos de recolección y acopio de llantas 2016*

<b>Año</b>	<b>Municipios</b>	<b>Participantes</b>	<b>Programa llantas/ ton.</b>
2012	25	380	75
2013	5	100	15
2014	40	450	120
2015	19	319	60
2016	15	300	90
<b>Total</b>		<b>1549</b>	<b>360</b>

*Fuente. Coordinación General de Ecología Tlaxcala, 2017*

## **2.3 Marco teórico**

En este capítulo se describen los conceptos y/o teorías que apoyan la realización del trabajo, para lo cual se mencionan en primera instancia características de elaboración de las llantas, donde es utilizado como componente principal el caucho, de esta manera se comprenderá la composición física y química de las mismas, las opciones de reciclado de sus componentes, la problemática ambiental que provoca el abandono, y la saturación de las llantas de desecho, de la misma forma se conocerá la normativa aplicable al manejo de este material en la república Mexicana, y su impacto en el estado de Tlaxcala donde se realiza la investigación.

### **2.3.1 El caucho**

El caucho natural es una sustancia elástica que se obtiene de la corteza interior de algunos árboles tropicales, de las familias euforbiácea, asclepiadácea, apocinácea, morácea, comúnmente estas especies de árboles se encuentran en los bosques de



América tropical, África y Asia, el Valle del Amazonas (Cueva, 2010).

En 1876 el joven inglés y botánico Henry A. Wickham, viajó a Brasil a estudiar los árboles de la especie *Hevea Brasiliensis*, es ese entonces reunió 70000 semillas y sin restricción alguna las llevó a Londres, donde fueron plantadas en los Kew Botanical Gardens, de las 2700 que germinaron fueron enviadas 2000 a las posesiones inglesas de las Indias Orientales, el clima húmedo ayudó a que estas especies florecieran con extraordinaria frondosidad. Al paso de algunos años la demanda del caucho creció, de tal manera que el terreno dedicado al cultivo de la *Hevea* aumentó, en 1914 la cantidad de caucho obtenido en las plantaciones excedió a la extraída de los árboles silvestres.

La *Hevea* produce la mayor cantidad y mejor calidad de caucho, dado sus características se ha plantado con éxito en Ceilán, Java, Sumatra, Sur de la India y algunas partes del África tropical, donde se han establecido plantaciones por parte de las grandes compañías de neumáticos, principalmente las americanas debido a que utilizan el caucho virgen conseguido de estos ejemplares para sus procesos productivos. Este tipo de árbol es de gran porte, llegan a medir hasta 5 m de circunferencia y comúnmente su tiempo de vida es muy avanzado. Existen algunas variedades de árboles capaces de proporcionar caucho natural, un ejemplo de ello es el Ceará "*Manihot Glaziovii*" originario de Brasil, que se han plantado con buenos resultados en países como África, Ceilán, la India el Congo, con la misma finalidad de ser explotados para la obtención de caucho virgen, en México existe un tipo de árbol capaz de producir la misma sustancia que los arboles como el *Hevea* de Brasil, este árbol es el denominado "*Castilloa Elástica*" que fue muy utilizado desde la época prehispánica para la fabricación de pelotas, instrumento primordial del juego de pelota, deporte religioso y simbólico que practicaban los antiguos mayas (Cueva, 2010).

Desde entonces, la explotación la sustancia lechosa obtenida de estos árboles, ha ido en aumento (véase imagen 2.2) ya que sirven para diversas empresas que utilizan el caucho natural principalmente para la fabricación de llantas, siendo el medio por el



cual los diversos vehículos automotores recorren grandes distancias en su traslado en los caminos y puentes de la actualidad.

Es importante destacar que el caucho también puede generarse de modo sintético, a través de un procedimiento industrial, es decir este tipo de material se obtiene a partir de que el caucho virgen ha sido transformado, por lo que es principalmente conseguido del reciclaje de llantas. De esta forma se puede diferenciar entre el caucho natural y el caucho sintético, siendo este último el utilizado para realizar ciertos tipos de productos como: suelas para el calzado, pisos, tapetes, impermeabilizantes entre otros.



*Imagen 2. 2 Extracción de caucho natural*

*Fuente. Internet, 2017*

### **2.3.2 Propiedades físicas.**

El caucho bruto en estado natural es un hidrocarburo blanco o incoloro. Algunas de sus características físicas principales son:

- A bajas temperaturas se vuelve más rígido debido a su naturaleza plástica.
- Calentando a más de 100 °C., se ablanda y sufre alteraciones permanentes.
- El caucho bruto adquiere gran deformación permanente debido a su naturaleza plástica.



- La plasticidad del caucho varía de un árbol a otro, también depende de la cantidad de trabajo con que se obtiene, de las bacterias que lo acompañan e influyen en su oxidación y de otros factores. La plasticidad puede modificarse dentro de ciertos límites por la acción de productos químicos.
- La densidad del caucho a 0 °C. es de 0.950 a 20 °C. es de 0.934. El caucho bruto deshelado después de la masticación por cilindros fríos no varía de densidad.
- Cuando el caucho bruto ha sido estirado y deformado durante algún tiempo, no vuelve completamente a su estado original.
- Si se calienta, la recuperación es mayor que a la temperatura ordinaria. Este fenómeno se denomina deformación residual o estiramiento permanente y es propio del caucho.
- El caucho bruto absorbe agua. Los coagulantes usados en el látex al preparar el caucho afectan al grado de absorción de agua; usando ácido clorhídrico, sulfúrico o alumbre se obtienen cauchos con poder de absorción relativamente elevado. El poder de absorción de agua del caucho purificado es muy bajo.
- Gran variedad de sustancias son solubles o pueden dispersarse en caucho bruto, tales como el azufre, colorantes, ácido esteárico, N-fenil-2-naftilamina, pigmentos, aceites, resinas, ceras, negro de carbono y otras.
- El efecto deteriorante de luz y el calor sobre el caucho se observó antes del descubrimiento de la vulcanización (Rescia, 2012).

### **2.3.3 Cronología evolutiva del caucho**

Algunos datos importantes acerca de la evolución del caucho se muestran de la siguiente manera:

1493. Cristóbal Colón, en su segundo viaje por América, presencié un juego de los indígenas hecho con extrañas pelotas que tenían la “sorprendente” propiedad de



rebotar muchas veces en el suelo. Eran de hule (del azteca Ulli u Ollin), provisto por el Castilloa Elástica y por el Manihot Dicotona, árboles del hule mexicanos.

1521. Los exploradores españoles, durante la ocupación de México, descubrieron que los indígenas utilizaban una sustancia extraída de una planta (el látex del Hevea) y la usaban para colocar el látex sobre los pies de modo que, al secarse, formara una especie de rústico y primitivo calzado.

1735. El francés Carlos de La Condamine penetró en el territorio de Amazonia para hallar la planta de la goma, que ningún europeo había podido ver. Esta planta era llamada por los indígenas “hevé” y también “cao chu”, que quiere decir “árbol de la lágrima”, término del que ha derivado el nombre “caucho” dado a esa goma.

1793. El inglés Peal obtuvo la patente para la impermeabilización de los tejidos, tratándolos con una solución de caucho en trementina. Puede decirse que con esto se inició el empleo comercial del caucho.

1839. Por casualidad, el norteamericano Carlos Goodyear realizó un importante descubrimiento: la vulcanización, que consiste en calentar el caucho y mezclarlo con azufre. Este tratamiento lo vuelve más elástico, no pegajoso e inalterable a la temperatura. Después de este descubrimiento, la demanda del caucho fue cada vez mayor y sus aplicaciones siempre más numerosas. Su precio aumentó considerablemente.

1888. J.B Dunlop invento la llanta, diseño una cámara de aire envuelta en una tela de algodón tejido, y registró la patente.

1891 Los hermanos André y Edouard Michelin inventan la llanta desmontable, lo que revolucionó la llanta y permitió su adopción por la industria y el deporte del automóvil (Pellini, 2014).

Cabe recalcar que actualmente se fabrican una amplia gama de artículos con caucho natural para diferentes usos, pero el uso principal que se le da en la actualidad es en la fabricación de llantas, hoy en día en vista de la gran demanda de caucho natural y



el costo que implica la explotación en las plantaciones de árboles donde se obtiene, los fabricantes de productos que utilizan este material optan por la mezcla con diferentes compuestos para acaparar costos, y algunos recurren a la utilización de caucho sintético.

El caucho sintético también recibe el nombre de elastómeros, este tipo de materiales son la mezcla de uno o varios componentes para poder mejorar sus características físicas, tal como en el proceso de vulcanización en donde el caucho a una temperatura alta es mezclado con azufre, este material es usado principalmente para la fabricación de llantas para vehículos, dadas sus peculiaridades pueden alcanzar varias veces su longitud inicial y luego volver a su tamaño original.

### **2.3.4 Composición física de las llantas.**

Las llantas son una parte esencial de los vehículos automotores, tanto para automóviles particulares, camiones de usos diversos, camionetas y motocicletas, ya que en estas se soporta todo el peso del vehículo, dan la dirección, absorben los impactos y son parte fundamental en sistema de frenado, transmiten la capacidad de tracción del mismo, la composición de la llanta varía de acuerdo con el tipo de llanta que se está trabajando comercialmente encontramos dos tipos de llantas; la radial y la convencional.

Una llanta es una cubierta en forma de anillo de material flexible que se ajusta, a un aro metálico cubierto por caucho, que protege y permite un mejor desempeño de un vehículo, existen diversos tipos de estas, desde las pequeñas para bicicletas hasta las de gran tamaño utilizadas para mover maquinaria para la industria en la minería.

El peso de una llanta oscila desde uno a varios cientos de kilogramos, y las medidas de unos cuantos centímetros hasta varios metros de diámetro, en el caso de un neumático de auto o camioneta, el peso promedio es de 9.5kg (20 lb), el diámetro se considera menor de 1m y el ancho menor de 30cm. El peso estándar de un auto o camioneta, llamado PTE (Passenger Tire Equivalent) se utiliza como referencia para expresar los pesos de los neumáticos. Por ejemplo, un neumático que pesa 50kg es



equivalente aproximadamente a 5 PTE. La densidad aparente de una llanta es de  $100\text{kg/m}^3$  (Espinoza, 2016).

### 2.3.5 Clasificación de las llantas.

Al clasificar las llantas por su estructura se obtienen dos familias: radiales y convencionales o diagonales, véase imagen 2.3.



Imagen 2. 3 Clasificación de llantas por su estructura

Fuente. Portal Michelin, 2017

En la llanta radial la carcasa está compuesta por cables de acero. Este método de construcción reduce las deformaciones de la superficie de contacto con el suelo y de las fricciones debidas al roce, evitando el calentamiento de la llanta.

La llanta convencional o diagonal tiene la carcasa compuesta por varias lonas cruzadas entre si formando una construcción en mono bloque. Las consecuencias son mayor fricción con el suelo, además de provocar mayor calentamiento, reduce la vida útil de la carcasa y la necesidad de trabajo intenso de los materiales de todas las partes que la componen.



- **Banda de rodamiento:** Es la parte de la llanta que permite la adherencia al suelo, su diseño debe proporcionar capacidad de frenado y tracción, el compuesto de caucho debe resistir la abrasión y el desgaste.
- **Pared lateral:** Es la parte de la estructura que va de la banda de rodamiento hasta el talón que soporta más presión y sufre deformaciones durante el rodamiento, está compuesta por caucho con alta resistencia a la fatiga por flexión.
- **Talones o aros:** Están compuestos de cables de acero revestidos en cobre para evitar la oxidación, separados individualmente por compuestos de caucho para evitar el contacto entre ellos, su función es amarrar el neumático a la llanta y tener alta resistencia a la rotura.
- **Carcasa:** Está compuesta ya sea por cables de fibra textil o cables de acero dependiendo del tipo y estructura de la llanta, los aros que la forman van de lado a lado y están pegados a la goma, es altamente resistente a la presión y son elemento clave en la estructura del neumático.
- **Fibras textiles o cinturón de lonas:** Son cuerdas de la tela de carcasa corren de talón a talón en el sentido radial. Son ellas las que tienen función de soportar la carga sobre las telas de la carcasa, en el área de rodamiento son montadas las telas estabilizadoras, sus cuerda (Medica, 2017).

### 2.3.6 Componentes principales de una llanta.

Las llantas son estructuras tubulares complejas (se utilizan hasta 200 compuestos químicos diferentes) constituidas fundamentalmente de caucho natural (su principal elemento), cauchos sintéticos, negro de humo (carga de refuerzo), agentes químicos (azufre, óxido de zinc y aditivos), aceites minerales y fibras reforzantes (hilos de acero y textiles).

Los cauchos sintéticos más utilizados en la actualidad son estireno-butadieno (SBR), polisoprenos sintéticos (IR) y polibutadienos (BR).



La matriz de caucho más utilizada es el copolímero estireno-butadieno (SBR), con un 25% en peso de estireno o una mezcla de caucho natural y SBR.

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

El proceso de vulcanizado al que son sometidas las llantas, es un entrelazamiento de cadenas de polímeros con moléculas de azufre a alta presión y temperatura, en este proceso, el caucho pasa de ser un material termoplástico a ser un elastómero, el negro de humo, formado por partículas muy pequeñas de carbono, aumenta la tenacidad y la resistencia a la tracción, a la torsión y al desgaste (Manso, 2010), los principales compuestos que conforman una llanta se muestran en la (tabla 2.2).

*Tabla 2. 2 Composición porcentual de una llanta*

Componente	Composición %		Función
	Automóviles	Camiones	
Caucho	48	45	Estructura de formación
Negro de Humo	22	22	Mejora propiedades físicas
Refuerzos metálicos	15	25	Formación estructural
Refuerzos textiles	5	0	Formación estructural
Óxido de Zinc	1.2	2.1	Catalizador
Azufre	1	1	Agente vulcanizante
Aditivos y otros	10	9	
<b>Peso de llanta usada</b>	<b>6.5 - 9 kg</b>	<b>55 - 80 kg</b>	

*Fuente. ANDELLAC, 2015*

### 2.3.7 Clasificación de los residuos sólidos.

La existencia de vida en el planeta y el desarrollo de la humanidad a través del paso de los años, han creado la generación de basuras, mismos que exigían desde ese entonces la satisfacción de necesidades de los habitantes, hoy en día con el crecimiento y desarrollo de las fuerzas productivas, los residuos se han convertido en una problemática mundial, la basura afecta considerablemente a las comunidades humanas, especialmente a las grandes ciudades, pero también los núcleos rurales no están exentos de esta problemática, por el consumo de productos y mercancías con un elevado contenido de componentes que se desechan y no son de pronta



descomposición, especialmente los hules y plásticos que son de difícil descomposición (Ortíz, 2010).

Según la Ley para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos define a los residuos como “aquellos materiales o productos cuyo propietario o poseedor desecha y que se encuentran en estado sólido o semisólido, líquido o gaseoso y que se contienen en recipientes o depósitos; pueden ser susceptibles de ser valorizados o requieren sujetarse a tratamiento o disposición final” (SEMARNAT, 2011).

En México los residuos se clasifican en función de sus características y orígenes en tres grupos:

- **Residuos sólidos urbanos:** Son los que se generan en casa habitación como resultado de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, en los productos de consumo; en los embalajes empaques o envases.
- **Residuos de manejo especial:** Son aquellos generados en los procesos productivos que no reúnen las características para ser considerados residuos sólidos urbanos o peligrosos o que son producidos por grandes generadores de residuos sólidos urbanos, este tipo de residuos proviene principalmente de la industria de la informática, fabricantes de productos electrónicos, o de vehículos automotores.
- **Residuos peligrosos:** Aquellos que poseen alguna de las características “CRETIB” que les confieren (C; corrosividad, R; reactividad, E; explosividad, T; toxicidad, T; inflamabilidad, IB; ser biológico infeccioso), así como los envases, recipientes, embalajes y suelos que hayan sido contaminados.

Según la clasificación de los residuos las llantas son consideradas como Residuos Sólidos de Manejo especial, por lo que el servicio público recolector de basura, no recolecta este tipo de desechos junto a los sedimentos que se eliminan en los hogares, de la misma manera no se deberían disponer de ellos en los rellenos sanitarios, ya que no son fácilmente compactados, agregando el extenso tiempo que tardan en



desintegrarse que es de aproximadamente mil años, ocasiona que se requieran de espacios de mayor volumen y hacen más difícil su capacidad de disposición elevando costos para su almacenamiento. Dado sus características físicas como su forma hueca en el centro, atrapan aire y otros gases así mismo ocasionan la proliferación de roedores, insectos que son medios de propagación epidemias y de enfermedades contagiosas.

### **2.3.8 Ciclo de vida de las llantas.**

El ciclo de vida de las llantas comienza desde la obtención del caucho virgen de los diferentes árboles capaces de producir esta sustancia lechosa conocida como látex, posteriormente comienza su tratamiento, el primer paso es el moldeado donde existen varias técnicas de moldeo, posterior a ello se comienza con la mezcla con otros componentes principalmente con el azufre para lograr mejorar sus propiedades físicas, resultado de esto el vulcanizado.

Una vez que se obtiene el producto como tal, es decir una vez que se tiene las llantas como producto, las grandes industrias se encargan mediante diferentes métodos de comercializarlos a sus diferentes franquicias o centros de distribución, que a su vez las comercializan a los usuarios de llantas nuevas como ensambladoras de autos, a partir de que un automotor es salido de la línea de ensamblaje, comienza su rodaje con ello el deterioro de las llantas nuevas, al paso de una cierta cantidad de kilómetros recorridos, las llantas tienen que ser reemplazadas por parte de los dueños de los vehículos automotores.

La mayoría de los propietarios acuden a los diferentes centros de servicio donde se lleva a cabo el remplazo de llantas viejas por nuevas, o en su defecto por usadas o como se conocen en México los llamados “gallitos”, las llantas que son reemplazadas es decir las que ya están demasiado deterioradas son apartadas por los encargados de los establecimientos denominadas también como llantas fuera de uso, y se destinan sus residuos al reciclado, mientras que la mayoría las tira de manera informal y clandestina en terrenos, ríos o barrancas provocando un deterioro y contaminación al



ambiente, estas llantas quedan expuestas a incendios y son medios de propagación de enfermedades por servir de refugio para insectos y roedores, véase la imagen 2.4.

Cabe mencionar que en la sociedad hay personas que también reciclan las llantas de desecho, utilizándolas en la elaboración de artesanías que son utilizadas en el hogar u espacios recreativos como, elaboración de mesas de centro o sillas, columpios o cercas para jardín no obstante son muy pocas las personas que se dedican a hacer este tipo de manualidades y no existe algún registro de la cantidad de quienes las elaboran. Agregado a que es un proceso laborioso que se lleva largo tiempo para completar una artesanía de este tipo.

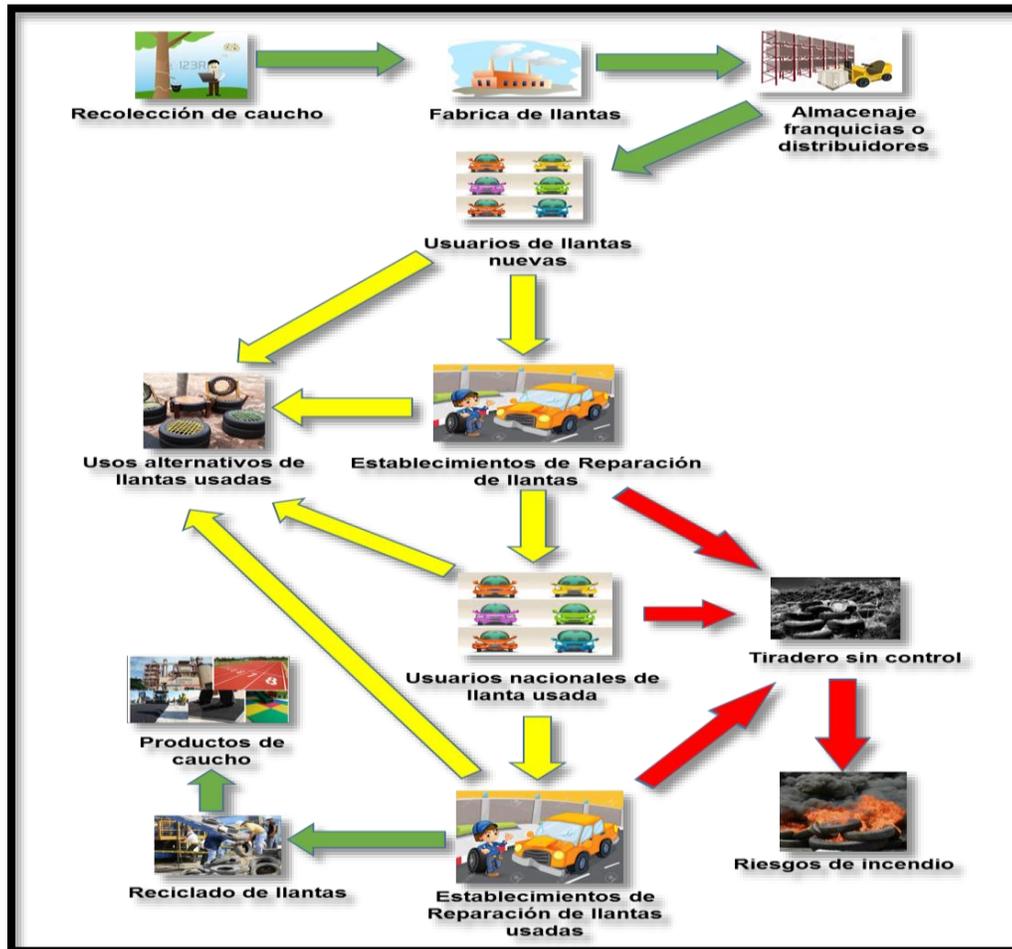


Imagen 2. 4 Ciclo de vida de las llantas  
Fuente. Elaboración propia, 2017



### **2.3.9 Llantas de desecho a nivel internacional.**

La producción cada vez mayor de vehículos automotores en el mundo, ha dado lugar a una fuerte demanda de llantas a todas las escalas, en consecuencia la fabricación de las mismas y las dificultades para hacerlas desaparecer una vez usadas, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo. Aunque existen maneras de desechar estos residuos claro ejemplo es la acumulación en vertederos controlados, quemándolos como fuente alterna de combustible, o usos alternativos en la elaboración de productos artesanales, la mayoría de estas no son una solución al problema ambiental que estos producen.

El incinerar llantas para la obtención de energía produce impactos muy negativos en el medio ambiente, estos van desde la producción de gases potencialmente nocivos para las personas (dioxinas y furanos), que originan problemas respiratorios y en algunas ocasiones cáncer por la acumulación de estos en los tejidos grasos de las personas, hasta la producción de gases de efecto invernadero, aunque las emisiones de CO<sub>2</sub> en la combustión de las llantas representa un porcentaje bajo en relación al aportado por la quema de materias primas, como los combustibles fósiles (García, 2014).

La Organización de Tratamiento de Neumáticos Usados (TNU) informa de que cada año se desechan unas 300.000 toneladas de neumáticos usados en España de esta cifra, el 45% se deposita en vertederos controlados sin tratar, el 15% se deposita después de ser triturado y tan solo el 40% no es controlado, la entidad SIGNUS de ese país (Sistema Integrado de Gestión de Neumáticos Usados) recogió unas 162.599 toneladas de neumáticos en 2013, de los cuales 75.559 toneladas fueron recicladas o valorizadas materialmente convirtiéndose en triturado y granulado de caucho para diversas aplicaciones (campos de fútbol de césped artificial, losetas de seguridad para parques infantiles, mezclas asfálticas y objetos moldeados) y 68.990 toneladas se destinaron a valorización energética, que han servido para generar energía eléctrica o como combustible de sustitución en hornos de fabricación de cemento. Las 17.972



toneladas restantes se clasificaron por los recolectores una vez que fueron seleccionados por SIGNUS se reutilizaron mediante su re-vulcanizado.

A nivel mundial este problema no se queda atrás, Alemania produce unas 628.000 toneladas de neumáticos que son desechados al año, de donde cerca del 30% son quemados en hornos de plantas cementeras, Inglaterra unas 290.000 toneladas, Italia 150.000 toneladas y Francia 350.000. Cerca del 40% de las llantas son quemadas para la obtención de energía y los demás son depositados en vertederos incontrolados.

El problema de contaminación es cada vez resulta más grave, y el deseo por contrarrestar el mismo con alternativas sustentables cada vez va en aumento, Estados Unidos y Japón fueron los primeros países en comprometerse con el cuidado del medio ambiente creando regulaciones para su prevención, reducción de generación, e incorporación de técnicas para reutilización y reciclaje. Estados Unidos es el mayor generador de llantas de desecho a nivel mundial, la generación de combustible alterno es la opción más recurrida por algunos países, existen empresas que han decidido tomar parte de esta problemática, y con el uso de tecnología y la innovación, han podido comprobar que es posible el reciclaje de estos residuos y que además, es factible su utilización en múltiples presentaciones, interesantes aplicaciones, un sinnúmero de usos, con resultados muy favorables en todos los casos, dichas prácticas son respaldadas por organismos internacionales.

Uno de los países que aprovecha el uso de llantas de desecho es China, ya que les da distintos usos; como la utilización de llantas en faros flotantes, muros de contención, marcas viales, rencauchado, caucho reprocesado (gránulos de caucho), productos moldeados, extruidos, en ingeniería civil para el asfalto entre muchos otros, actualmente china es uno de los principales países que fabrican vehículos y llantas nuevas por lo que su volumen de consumo de caucho es de 4.2 millones de toneladas, utilizando el 70% para la producción de llantas, para satisfacer su demanda incluye caucho de otros países para sus procesos (Díaz, 2012).



En la República Mexicana las llantas de desecho se abandonan en vertederos y las que se acopian van a parar a la industria cementera para su quema, en donde el gobierno de la ciudad de México paga a esta industria para su recolección y transporte por tonelada que es procesada en sus hornos (Santiago, 2013).

El desarrollo económico e industrial en los últimos años, ha traído consigo un aumento considerable de los residuos industriales que afectan, no solo al medio ambiente, sino también a la calidad de vida de la población. Por lo que han surgido nuevos problemas que se deben a la debilidad que posee el marco regulatorio y a la falta de coordinación institucional, esto conlleva a la generación de dificultades para que se puedan identificar los residuos industriales y no permite una efectiva acción fiscalizadora por parte de la autoridad. Además a esto se le adiciona la problemática existente en cuanto a la insuficiente dotación de instalaciones que sean adecuadas para el tratamiento y disposición final de residuos.

Todos estos inconvenientes traen como consecuencia que gran parte de los residuos industriales, que deberían identificarse y disponerse como residuos peligrosos, son emitidos a la atmósfera, descargados al alcantarillado, vertidos a los drenajes de agua o derramados ilegalmente sin un tratamiento previo.

#### **2.3.10 Manejo de las llantas usadas en el estado de Tlaxcala.**

En Tlaxcala las alternativas son limitadas en materia de llantas de desecho, existen 4 rellenos sanitarios, donde se acopia la mayor cantidad de desechos que se generan por los establecimientos que operan en las comunidades urbanas y suburbanas del estado, algunos de los residuos que se destinan a estos rellenos se trata de residuos sólidos que son de manejo especial tal es el caso de las llantas de desecho, su tratamiento es diferente a la basura que comúnmente es sepultada en los rellenos sanitarios, algunos generadores de llantas de desecho transportan sus llantas o pagan una cuota de transporte para desechar sus residuos.

Por otra parte los establecimientos y en algunas veces personas que son dueños de algún vehículo automotor desechan llantas de manera inapropiada, lo llevan a cabo en



lugares como ríos, barrancas, terrenos baldíos, generado un daño al medio ambiente, en respuesta por parte de las autoridades se han propiciado acuerdos y leyes, en relación con el cuidado al medio ambiente y manejo de los residuos sólidos urbanos como lo menciona el acuerdo de la Norma Oficial Mexicana 161 con la SEMARNAT-2011.

### **2.3.11 Usos alternativos de las llantas.**

La masiva fabricación de llantas y las dificultades para hacerlas desaparecer una vez usados, constituye uno de los más graves problemas medioambientales de los últimos años en todo el mundo. Una llanta necesita grandes cantidades de energía para ser fabricada (medio barril de petróleo crudo para fabricar un neumático de camión), y provoca contaminación al ambiente, cuando su disposición final para en barrancas, ríos y vertederos baldíos.

Existen países que adoptan métodos para conseguir un reciclado que no afecta al ambiente, en México faltan políticas que favorezcan el tratamiento de estos residuos y la implantación de industrias dedicadas a la tarea de recuperar o eliminar, de forma limpia, los componentes que conforman las llantas. De los métodos que ya son adoptados por algunos países se encuentran:

- **Reutilización:** Consiste en el reencauchado de llantas usadas, es un proceso que permite reutilizar la carcás, al colocar una nueva banda de rodadura, siempre que conserve las cualidades que garanticen su uso, como si fuera uno nuevo.
- **Reciclado:** Consiste en el aprovechamiento de los materiales, se puede señalar que existen diversos procedimientos para anular las características elásticas de los desperdicios del caucho, dotándoles nuevamente de propiedades plásticas como las del caucho no vulcanizado. Veremos a continuación los más importantes:
- **Regeneración:** Este proceso se basa en romper las cadenas que forman el material para obtener una materia prima que, aunque dista mucho de la original,



podría volver a vulcanizarse y fabricar de nuevo el caucho. El caucho regenerado en teoría podría ser utilizado en la fabricación de llantas, pero cada día en las mezclas utilizadas se exige el cumplimiento de estrictas especificaciones, que hacen difícil la utilización en este tipo de procesos.

- **Termólisis:** Se trata de un sistema en el que se somete a los materiales de residuos de las llantas 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 una llanta, por lo que es el método que consigue la recuperación total de sus componentes. Se obtienen metales, carbones e hidrocarburos gaseosos, que pueden volver a reutilizarse en las cadenas industriales.
- **Pirolisis:** Este método es poco adoptado, debido a problemas de separación de compuestos carbonados. Este procedimiento opera principalmente en Taiwán desde el año 2002. Los productos obtenidos después del proceso de pirolisis son principalmente: gas similar al propano que se puede emplear para uso industrial, aceite industrial líquido que se puede refinar en Diésel, coque y acero.
- **Incineración:** Este proceso consiste en la combustión de los materiales orgánicos de la llanta de desecho a altas temperaturas en hornos con materiales refractarios de alta calidad. El inconveniente de este proceso es su alto costo además del tardado tiempo para realizar 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, este tipo de



compuestos representan un gran peligro debido a que muchos de estos compuestos son solubles en el agua que puede ser ingerida por el ser humano.

- **Trituración criogénica:** Este método necesita unas instalaciones muy complejas 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 el neumático, provoca que este sistema sea poco recomendable.
- **Trituración mecánica:** Es un proceso puramente mecánico y por tanto los productos resultantes son de alta calidad limpios de todo tipo de impurezas, lo que facilita la utilización de estos materiales en nuevos procesos y aplicaciones. La trituración con sistemas mecánicos es, casi siempre, el paso previo en los diferentes métodos de recuperación y rentabilización de los residuos de neumáticos. Este concepto incluye la fragmentación del neumático en gránulos de caucho reciclado “GCR” y separación de los componentes acero y fibras. Ejemplos de uso son: materiales de relleno en productos de hule, modificadores de asfalto, superficies de atletismo, productos moldeados y calandrados. Lo que se pretende es incrementar la calidad y consistencia del GCR, y ello conducirá a un reciclado del material mucho más extenso.

Algunos fabricantes indicaron que el uso de hasta un 10% de GCR como relleno en los neumáticos no altera sus prestaciones y calidad. Hoy en día los neumáticos contienen un 5% de material reciclado. Hay opiniones que dicen que podrían contener hasta un 30%.

**Neumáticos convertidos en energía eléctrica:** Los residuos de neumáticos una vez preparados, 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 (Castro, 2007).

## **2.4 Marco normativo.**

En la República Mexicana el manejo de las llantas de desecho se rige por la “Ley General para la Prevención y la Gestión Integral de los Residuos” LGPGIR según la nueva Ley publicada por el diario oficial de la Federación el 3 octubre del 2018, y como última reforma el 19-01-2018, que establece que los órganos generadores de residuos que incluyendo plantas industriales, y establecimiento pertenecientes a cualquier municipio, deben desarrollar planes para la gestión de sus desechos.

Donde las llantas de desecho son consideradas un “residuo de manejo especial” según esta ley y que por lo tanto, se requiere un plan integral para su gestión.

Una disposición importante de la LGPGIR, 2012; delinea las responsabilidades de los productores, importadores, comerciantes, consumidores y proveedores de servicios de manejo de residuos. De acuerdo con la ley, el principio de responsabilidad compartida específica de acuerdo al Artículo 5, XXXIV:

*“Los residuos sólidos urbanos y de manejo especial son generados a partir de la realización de actividades que satisfacen necesidades de la sociedad, mediante cadenas de valor tipo producción, proceso, envasado, distribución, consumo de productos, y que, en consecuencia, su manejo integral es una corresponsabilidad social y requiere la participación conjunta, coordinada y diferenciada de productores, distribuidores, consumidores, usuarios de subproductos, y de los tres órdenes de gobierno según corresponda, bajo un esquema de factibilidad de mercado y eficiencia ambiental, tecnológica, económica y social.”*

Por lo que rigiéndonos por esta ley los causantes de residuos son responsables de pagar los costos derivados del manejo integral y responsabilidades originadas por estos residuos. La responsabilidad es compartida por todos los generadores de residuos, incluidos los productores, importadores, exportadores, comerciantes, consumidores, compañías de servicios de manejo de residuos y autoridades



gubernamentales. De acuerdo con la LGPGIR, la participación de todos los involucrados en esta actividad es necesaria para poder lograr estrategias de manejo de residuos óptimos que sean viables y económicamente factibles.

De manera que la LGPGIR está encargada de la jurisdicción entre las autoridades federales, estatales y municipales, las responsabilidades institucionales se describen a continuación:

Las dependencias federales colaboran para la reglamentación y desarrollo de políticas para el manejo de residuos pudiendo hacer cumplir la ley que le corresponda a su jurisdicción. Estas dependencias engloban a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Instituto Nacional de Ecología, los cuales promueven acuerdos con las instituciones estatales y municipales para la gestión, identificar alternativas de aprovechamiento y disposición final de estos residuos.

La secretaria de medio ambiente del estado de Tlaxcala es la que se encarga de establecer estrategias de manejo de residuos urbanos, en los diferentes municipios que conforman la entidad (Santiago, 2013).

En base al decreto de DOF en Febrero del 2013, en el cual hace referencia a la Norma Oficial Mexicana NOM-161-SEMARNAT-2011, que establece los criterios para clasificar los residuos de manejo especial y se determina cuales están sujetos a plan de manejo.

Dentro de los planes de manejo esta norma hace mención para poder seguir los lineamientos para la obtención de este residuo en los establecimientos generadores de llantas de desecho que son considerados como residuos de manejo especial como lo enmarca en el apartado 6.2 de esta ley que dice lo siguiente:

*“Que sea un Residuo Sólido Urbano generado por un gran generador en una cantidad igual o mayor a 10 toneladas al año y que requiera un manejo específico para su valorización y aprovechamiento”.*



Derivado del punto 6.2 se podrá tener disposición un plan de manejo de dicho residuo teniendo en cuenta puntos a que hace referencia la ley, en los cuales se requiere de la participación conjunta, diferenciada y coordinada de los actores involucrados en la cadena de valor, buscar el manejo integral para evitar el establecer barreras técnicas y económicas innecesarias al comercio, así como considerar los elementos siguientes:

#### **2.4.1 Elementos para formular un de plan para “residuos de manejo especial”**

- *Información general:*
- *Nombre, denominación o razón social del solicitante;*
- *Nombre del representante legal;*
- *Domicilio para oír y recibir notificaciones;*
- *Modalidad del Plan de Manejo y su ámbito de aplicación territorial;*
- *Residuo(s) objeto del plan;*
- *Diagnóstico del Residuo:*
- *Identificación del uso o aprovechamiento potencial del residuo en otras actividades productivas*
- *De ser aplicable, especificar los participantes del plan y su actividad*
- *Descripción de la Infraestructura interna y externa involucrada*
- *Aplicación de mejores prácticas*
- *Elaborar y firmar un convenio Marco que permita dar certidumbre a los acuerdos alcanzados en el desarrollo del Plan de Manejo.*



## Capítulo 3. Metodología.

En este capítulo se describen los métodos, técnicas y procedimientos que se emplearán para el logro de los objetivos propuestos en el estudio, ilustrado para la Propuesta para la creación de una planta recicladora de neumáticos en el estado de Tlaxcala, como contribución a preservar el medio ambiente.

### 3.1 Tipo de estudio

De acuerdo a su objetivo general, el diseño de la investigación es de tipo transversal descriptivo, ya que se establecen características, situaciones, actitudes y particularidades exactas, relacionadas con el manejo de llantas de desecho, también se considera información secundaria de acuerdo al portal de INEGI para un periodo determinado durante la investigación.

Para el autor Arias (2012), la investigación descriptiva consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento. Los resultados de este tipo de investigación se ubican en un nivel intermedio en cuanto a la profundidad de los conocimientos se refiere.

Se utiliza un enfoque cuantitativo, por tratarse de analizar variables de estudio que son observables, tangibles y medibles sobre el tema para lograr establecer la factibilidad para la creación de una planta de reciclaje de llantas (Sosa, 2011).

### 3.2 Fuentes de información

El diseño de la investigación es de campo, de modo que se emplearon tanto fuentes secundarias como primarias. En el caso de las primeras, se consulta y analiza información en fuentes bibliográficas en la web, así como el portal de INEGI acerca de la existencia de llantas de desecho. Para la recolección de información de fuentes primarias se opta por la aplicación de encuestas, por lo cual se establece contacto con empresas que utilizan caucho reciclado, vía telefónica y por e-mail, tal como se explica en el estudio de mercado.



### 3.3 Método de investigación

Posterior a lo mencionado se describe el procedimiento a emplear para el estudio, que consta de tres tipos principalmente son:

**Estudio de mercado:** El autor Randall (2003) refiere al estudio de mercado para contrastar la viabilidad de una empresa o producto, así como la recopilación, el análisis y la presentación de información para ayudar en la toma de decisiones. Por lo tanto en este apartado se llevan a cabo actividades que comprenden aspectos como:

- Identificación de variables de estudio.
- Diseño y validación del instrumento de medición.
- Determinación de la población y selección del tamaño de muestra.
- Aplicación del instrumento de medición (encuestas) para recolectar información de fuentes primarias.
- Realizar análisis estadístico de los datos obtenidos.
- Análisis de resultados para apreciar, la oferta por parte de empresas dedicadas al giro del reciclado, precio de material triturado, demanda efectiva, canales de distribución y decretar la existencia de suministro de materia prima en relación del requerimiento de clientes,

Una vez que se cuenta con información representativa entre la demanda y oferta del mercado, que justifica la existencia de empresas demandantes del producto de caucho triturado, se tiene un fundamento para iniciar la investigación técnica del proyecto.

**Estudio técnico:** Este estudio analiza elementos que tienen que ver con la ingeniería básica del producto, se examinan los aspectos técnicos de operación necesarios para el uso eficiente de los recursos (Baca, 2010), para esto se realizan etapas que comprenden:

- Determinar la macro y micro localización de la planta identificando ventajas y desventajas.



- Precisar el tamaño óptimo de planta, tomando en cuenta a demandan y materia prima requerida.
- Realizar la distribución óptima de áreas.
- Análisis de la ingeniería básica requerida identificando métodos y procesos necesarios.
- Análisis de rutas para entrega de producto terminado y aprovisionamiento de materia prima.

El desarrollo de estos puntos proporcionan información cuantitativa, con vista a la posibilidad de llevar a cabo, la valorización económica necesaria para el proyecto, esto sirve para proporcionar información para dar pauta al estudio económico financiero.

**Estudio financiero:** Consta de analizar del monto de los recursos económicos necesarios, que comprenden la realización del proyecto previo a su puesta en marcha, de manera que se determina el costo total necesario para un determinado periodo de operación, para esto se llevan a cabo puntos clave como son:

- Determinar el monto de inversión total requerida.
- Llevar a cabo el presupuesto de ingresos y egresos en que incurre el proyecto.
- tangibles e intangibles.
- Realizar el estado proforma, mediante un balance general.
- Aplicar las tasas de depreciación y amortización correspondientes a activos
- Realizar un estado de resultados con proyección para cinco años de operación.
- Analizar costos y gastos incurridos, para sintetizar la información económica financiera a través de estados financieros.
- Determinar el punto de equilibrio analítico del proyecto.
- Se determina la tasa mínima aceptable que exige el proyecto TREMA.
- Determinar los requerimientos futuros esperados de la inversión TIR y VPN del proyecto.



El desarrollo de estos puntos determinará si el proyecto es viable y rentable, como alternativa de inversión pudiendo comprobar la pregunta de investigación planteada del proyecto, las etapas del marco metodológico se representan en la imagen 3.1.

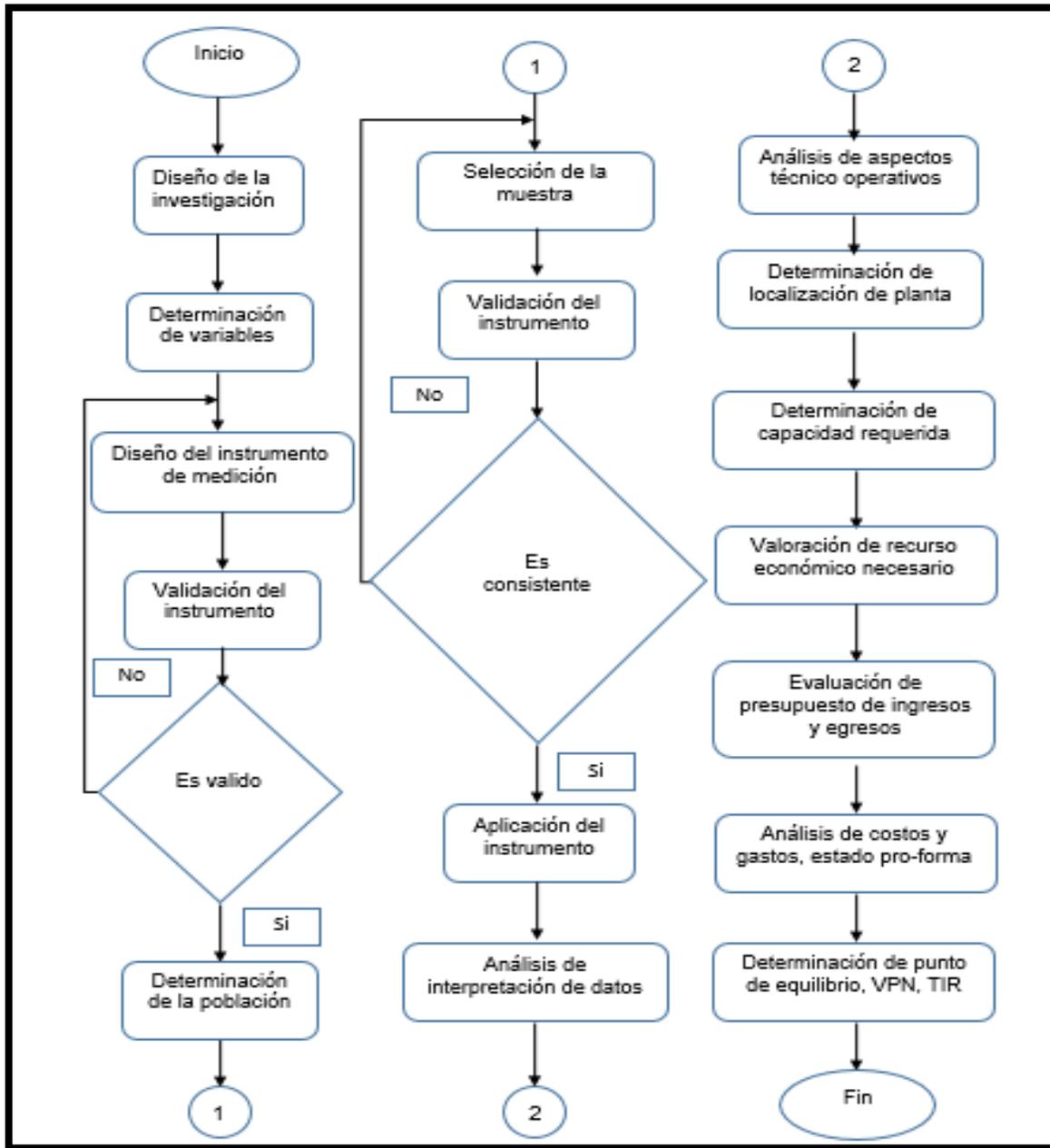


Imagen 3. 1 Desarrollo de marco metodológico

Fuente. Elaboración propia, 2017



## Capítulo 4. Estudio de mercado

En esta investigación se describe la información general de la empresa que se pretende crear, dicha empresa se establecerá en el estado de Tlaxcala, debido a que no se cuenta con planes de manejo, disposición y aprovechamiento por parte de las autoridades responsables de estos residuos como son: las llantas de desecho. Estas son generadas principalmente por establecimientos que se encargan de su remplazo por nuevas y pertenecen a la clasificación de reparación menor de llantas con número de referencia 811191 del portal de INEGI, de tal manera que se lleva a cabo un estudio para determinar la existencia de clientes potenciales, precio, competencia, canales de distribución así como la demanda de mercado, sirviendo como un panorama para poder instalar una planta de triturado de llantas.

El estudio de mercado es el primer paso para poder incursionar en la elaboración del proyecto mediante el cual, se podrá tener un panorama de posibilidades de éxito del producto a evaluar como lo es gránulos de caucho (Córdova & Sandoval, 2002).

**Definición del producto:** Se define como caucho a la sustancia natural o sintética, que tiene como principal característica física: elasticidad, impermeabilidad y resistencia eléctrica.

El caucho molido o granulado, se obtiene comúnmente de los neumáticos reciclados de automóviles y camiones, para el proceso de reciclaje, donde se retira todo el material como, alambres y fibras textiles o borra, los residuos restantes de caucho se reducen a un tamaño más manejable, usando por lo general un molino mecánico, el procesamiento continuo reduce el tamaño del molido bruto en partículas de caucho granulado, las cuales tienen diversas clasificaciones con base a su tamaño.

El proceso de trituración de los neumáticos está dividido en tres etapas: trituración primaria donde se obtienen partículas de 10 a 20cm, trituración intermedia las partículas se reducen de 4 a 7cm, y trituración fina de 1 a 3mm.



Se tiene además la posibilidad de utilizar el acero y fibras textiles que componen una llanta de desecho, como subproducto aprovechable para su comercialización y obtener otro ingreso para el proyecto.

En la tabla 4.1 se menciona la clasificación de los principales usos de los gránulos de caucho triturado.

*Tabla 4. 1 Clasificación y principales usos del caucho*

Principales Usos	Tamaño de Granulo (mm)
Elaboración para impermeabilizantes	Refinado o Polvo
Fabricación de Adoquines, Tabiques, Pistas de Atletismo, Loquetas, Tapetes entre otros.	de 1 a 3 mm
Utilizado para cubrir pasto sintético	de 4 – 7 mm
Combustible alternativo Cementeras	de 10 – 15 mm

*Fuente. Internet, 2017*

Los gránulos de caucho de acuerdo a su naturaleza son clasificados como productos no perecederos, es decir no tiende a descomponerse con el paso del tiempo, lo que implica una ventaja para su almacenaje hasta que se entrega al cliente final.

Entre otros usos se incluyen; cubiertas de alfombras, topes de muelles, plataformas de patios, bloques de cruces ferroviarios y topes móviles de reducción de velocidad, fabricación de neumáticos nuevos, refacciones automotrices como zapatas en cojines de frenos, como aditivo en plásticos moldeados para extruidos por inyección y como aplicaciones agrícolas, además de rectificaciones de suelo.

#### **4.1 Variables de mercado.**

Una vez que se tiene un panorama más definido acerca del mercado de exploración, se comienza la investigación de mercado, en donde se analizan las variables a considerar que permitan la evaluación de la demanda actual y potencial de clientes existentes de gránulos de caucho triturado (véase la tabla 4.2).



Tabla 4. 2 Variables de mercado

Variable dependiente	Variable independiente	Indicador
Demanda de Mercado	Producto	Calidad del producto, clientes satisfechos, atributos de producto, características, estilo y empaque.
	Precio	Costo con respecto al mercado, la competencia, la demanda y costo de producción.
	Distribución	Cantidad de material demandado, canal de distribución directa; productor-consumidor, abasto de insumos para producir.
	Promoción	Venta personal, promoción de ventas, publicidad, relaciones públicas.

Fuente. Elaboración propia, 2017

Para la obtención de información se parte del diseño del instrumento de medición, para esto se elabora un cuestionario dirigido a posibles clientes, en dicha herramienta se identifican las variables de estudio que dan un panorama más claro de la información a obtener (véase tabla 4.3).

Tabla 4. 3 Ítems de variables de estudio para clientes

Variable	Ítems para la captación de posibles clientes
Producto	¿Su empresa utiliza caucho triturado o polvo de caucho en la fabricación de sus productos? ¿En cuántos de los productos que fabrica utiliza gránulos de caucho? ¿Bajo qué criterios de calidad evalúan la materia prima de gránulos de caucho? ¿Cuál es la presentación de gránulos de caucho que requiere para la fabricación de sus productos?
Precio	¿Cuál es la cantidad de volumen de caucho que utiliza en su proceso de manera semanal? ¿Cuál es precio que paga por kilogramo de gránulos de caucho que requiere?
Plaza	¿Cuántos proveedores de caucho reciclado son los que surten su demanda? ¿Quiénes son sus proveedores de caucho reciclado que surten su demanda? Considerando sus proveedores que surten su demanda de gránulos de caucho ¿son nacionales o extranjeros? ¿Cuál es la vía mediante la cual le distribuyen su material? ¿Quién le hace llegar su material de gránulos de caucho a su empresa?
Promoción	¿Qué factores son los que considera en la elección de sus proveedores? Si hubiera un proveedor de caucho del Estado de Tlaxcala que mejore sus condiciones y necesidades ¿estaría dispuesto a llegar a una negociación?

Fuente. Elaboración propia, 2017



De la misma manera se realiza otro cuestionario dirigido a proveedores de materia prima, siendo estos los considerados como los establecimientos generadores de llantas usadas, es decir llanteras, talacheras y vulcanizadoras (véase tabla 4.4).

Tabla 4. 4 Ítems de variables de estudio para proveedores

Proveedores de Materia Prima	Ítems para aplicación de posibles proveedores
	¿Cuántas llantas de desecho se generan en una semana? ¿Con que frecuencia se reemplazan las llantas usadas por nuevas en un día? ¿Aproximadamente cuantas llantas se reemplazan por usuario? ¿Qué uso se les da a las llantas de desecho? ¿En cuánto venden las llantas de desecho? ¿Estaría dispuesto mediante un convenio a donar las llantas desecho que genere su negocio? ¿En qué manera vendería sus llantas de desecho?

Fuente. Elaboración propia 2017

#### 4.2 Análisis de confiabilidad

Una vez estructurada las encuestas a emplear tanto para posibles clientes como para proveedores de llantas de desecho, se realiza un análisis de fiabilidad y validación del instrumento a utilizar, mediante el software estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS) versión 18.0, para determinar el Alpha de Crombach.

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	84	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	84	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Case Processing Summary			
		N	%
Cases	Valid	10	100.0
	Excluded <sup>a</sup>	0	.0
	Total	10	100.0

a. Listwise deletion based on all variables in the procedure.

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.809	7

Reliability Statistics	
Cronbach's Alpha	N of Items
.804	13

Imagen 4. 1 Validación de encuestas para posibles clientes de caucho y proveedores de M. P.

Fuente. SPSS, versión 18.0

Considerando el valor calculado con el software estadístico SPSS, y como criterio general según el autor Darren (2003) que considera valores para el Alpha de



Crombach de 0.80 como valor de fiabilidad “bueno” es decir que existe consistencia interna en el instrumento a utilizar (véase la imagen 4.1).

### 4.3 Determinación de la muestra a proveedores de materia prima

Para la estimación del tamaño total de muestra se utiliza la ecuación 4.1, para lo que se considera una población finita, seguido del cálculo del error de estimación en donde se emplea la ecuación 4.2, para ello se selecciona, de los 60 municipios que conforman el estado de Tlaxcala aquellos que tienen el mayor número de establecimientos pertenecientes a la categoría de reparación de llantas al por menor registrados en el DENUE del portal de INEGI (2016), siendo estos: Apizaco, Chiautempan, Huamantla, Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala y Tlaxco. Derivado de ello se determina el tamaño de muestra para cada municipio, al aplicar la ecuación 4.3 correspondiente al razonamiento de afijación proporcional para estimar muestras (Vivanco, 2005).

Posteriormente se aplicó una encuesta donde se emplea la técnica de escala comparativa de clasificación nominal y por intervalos (Giampaolo, 2010), donde el encuestado selecciona una categoría específica.

$$n = \frac{\sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i}{NE + \frac{1}{N} \sum_{i=1}^l N_i P_i Q_i} \tag{Ecuación 4. 1}$$

$$E = \frac{d^2}{Z_{1-\frac{\alpha^2}{2}}} \tag{Ecuación 4. 3}$$

$$n_i = n \left[ \frac{N_i}{\sum_{i=1}^l N_i} \right] = n \left[ \frac{N_i}{N} \right] = n(w_i) \tag{Ecuación 4. 6}$$

Dónde:

n= Tamaño total de la muestra

P= Probabilidad de éxito

E= Error de Estimación

Q= Probabilidad de fracaso

ni= Tamaño total de cada estrato

Z= Nivel de confianza

N= Tamaño de población



Sustituyendo los datos de la fórmula en el software estadístico Excel, se obtienen los resultados que se muestran en la tabla 4.5.

Tabla 4. 5 Cálculo de tamaño de muestra para proveedores de materia prima

Etiquetas de fila	Establecimientos por clase de actividad (Ni)	Pi	Qi	Pi*Qi	Ni*Pi*Qi	Wi	ni
Apizaco	57	0.05	0.95	0.0475	2.7075	0.29	24
Chiautempan	33	0.05	0.95	0.0475	1.5675	0.17	14
Huamantla	36	0.05	0.95	0.0475	1.71	0.18	15
Tetla de la Solidaridad	19	0.05	0.95	0.0475	0.9025	0.10	8
Tlaxcala	40	0.05	0.95	0.0475	1.9	0.20	17
Tlaxco	11	0.05	0.95	0.0475	0.5225	0.06	5
<b>Total general</b>	<b>196</b>						<b>84</b>

Fuente. Elaboración propia, 2017

Como se puede observar se obtiene una muestra de 84, por consiguiente esta cantidad corresponde al número total de establecimientos para la aplicación de encuestas, también se identifica el número (ni) de cada municipio en el que se debe llevar a cabo esta labor, posterior a este análisis se aplicaron las encuestas a cada entidad correspondiente y que son considerados como proveedores de materia prima.

#### 4.4 Resultados de encuestas a proveedores.

En base a las encuestas aplicadas a establecimientos generadores de llantas de desecho, en los municipios de estudio siendo estos Apizaco, Chiautempan, Huamantla, Tetla de la Solidaridad, Tlaxcala y Tlaxco, los cuales son considerados como proveedores de materia prima. Por lo que los resultados de esta fuente de información permiten realizar una exploración del sondeo efectuado, mismo que sirve para su procesamiento y dar apertura a un análisis de los datos obtenidos. Los hallazgos encontrados se describen en la (tabla 4.6).



Tabla 4. 6 Resultado de encuesta aplicada a proveedores de materia prima

Ítems	Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
¿Con que frecuencia reemplazan llantas usadas por nuevas en un día?	1 a 2 veces	18	43
	5 a 10 veces	36	21
	10 a 20 veces	30	36
	Total	84	100.0
¿Cuántas llantas se reemplazan por usuario de vehículo automotor?	2 llantas	37	44
	4 llantas	26	31
	más de 4 llantas	21	25
	Total	84	100.0
¿Cuántas llantas de desecho se generan en una semana?	1 a 5	13	15
	5 a 10	26	31
	15 a 20	45	54
	Total	84	100.0
¿En cuánto vende las llantas de desecho?	10 a 15 pesos	0	0
	20 a 40 pesos	0	0
	no las vende	84	100
	Total	84	100.0
¿Qué uso que le da a las llantas de desecho?	Tira a la basura	78	93
	Dona para reciclaje	6	7
	Incinerar	0	0
	Total	84	100.00
¿Estaría dispuesto mediante un convenio a donar sus llantas de desecho?	Si	84	100.0
	No	0	0
	Total	84	100.00
¿De qué manera comercializaría sus llantas de desecho?	Volumen	84	100.0
	Cantidad	0	0
	Total	84	100.00

Fuente. Elaboración propia, 2017

- De la pregunta acerca de con qué frecuencia se reemplazan llantas usadas por nuevas en un día, la encuesta proyecta como resultado que el 43% de los establecimientos reemplazan de 1 a 2 veces, llantas usadas por nuevas el 36% de 10 a 20 veces mientras que el 21% realiza esta actividad en una frecuencia de 5 a 10 veces.
- De acuerdo al número de llantas que se reemplazan por usuario, la encuesta proyecta que el 44% de establecimientos reemplaza al menos 2 llantas por usuario, el 31% 4 llantas y el 25 % más de 4 llantas.
- Del ítem correspondiente a llantas que se generan en una semana, el 54% desecha de 15 a 20 llantas fuera de uso a la semana, 31% genera de 5 a 10 llantas y el 15% de establecimientos genera de 1 a 5 llantas.



- De las 84 empresas encuestadas los datos señalan que el 100% no vende las llantas que se generan en su establecimiento.
- El 93% tira a la basura sus residuos, el 7% de los establecimientos lo designa para el reciclado, mientras ninguno las incinera.
- Del ítem acerca de los establecimientos que están dispuestos a donar mediante un convenio sus llantas de desecho, el 100% respondió de manera afirmativa.
- Como respuesta a la modalidad venta o donación de llantas de desecho por volumen o cantidad se toma en consideración el factor volumen dado que el 100 % de los establecimientos están inclinados a donar sus residuos.

#### 4.5 Análisis de la situación del mercado proveedor de llantas.

En referencia a la información obtenida y tomando en consideración los 84 establecimientos que proveen de materia prima se puede hacer una estimación del número aproximado de llantas de desecho que se generan en una semana (Véase tabla 4.7). Cabe recalcar que los establecimientos de estudio, llevan a cabo el reemplazo de llantas que oscilan en dimensiones, estas abarcan desde automóviles particulares compactos, hasta tráileres de carga pesada, autobuses de transporte público por mencionar algunos.

Tabla 4. 7 Llantas de desecho generadas en una semana

Llantas generadas en una semana	Cantidad		
Porcentaje de establecimientos que generan llantas de desecho	54	31	15
Promedio de llantas que se generan en una semana (unidades)	15	7	3
Promedio de llantas desechadas a la semana (unidades)	1, 072		

Fuente. Elaboración propia, 2017

De acuerdo a la Andellac, el peso promedio de llantas de desecho de vehículos comunes lo componen vehículos livianos, camionetas y vehículos pesados o de carga.

De la cantidad de llantas que se obtienen al mes y como referencia a la composición física de cada una de estas se comprende que el 80% de una llanta es caucho, el 15% es metal o alambres y el 5% son fibras textiles (European Tyre recycling Association,



2003), conociendo esta información, se puede realizar un cálculo del material de caucho bruto que se puede obtener de la disponibilidad de material existente. En la tabla 4.8 se determina el peso promedio tomando en cuenta aspectos como: el rango de masa y la medida que es requerida por tipo de vehículo automotor. De ello se deduce que el peso medio de una llanta es de 23kg.

Tabla 4. 8 Peso promedio de llantas usadas por medida

Tipo de Vehículo	Medida (rodada)	Peso (kg) / llanta	Peso promedio (kg) / llanta
Vehículos livianos, camionetas de transporte publico	13 - 14	6.5 – 8.2	7.35
Camionetas de carga	15 - 18	12.0 – 16.0	14.0
Transporte de carga	18 – 24.5	35.0 – 40.0	37.5
<b>Total</b>			<b>23</b>

Fuente. Elaboración propia, 2017

Al realizar una estimación para determinar la cantidad de materia prima disponible, como punto de inicio para producir caucho y en base a la necesidad que demanden los posibles clientes se puede obtener la cantidad de llantas disponibles al mes, mediante la (ecuación 4.4).

$$Ll. D. M = (P. Ll. S)(N. S. M) \tag{Ecuación 4. 9}$$

$$Ll.D.M= 1\ 072 \times 4 = 4\ 288 \text{ llantas al mes}$$

Dónde:

Ll.D.M= Llantas disponibles en un mes

P.Ll.S.= Promedio de llantas acopiadas a la semana

N.S.M= Número de semanas al mes

Una vez realizado el cálculo del número de llantas disponibles mensualmente, se puede estimar la cantidad de material de caucho que se obtiene de las mismas aplicando la (ecuación 4.5).



$$C.B = (Ll.D.M)(P.PR.Ll)(P.C.Ll)$$

Ecuación 4.

*Caucho bruto (kg) = 4 288 x 23 x 80% = 78, 899kg de caucho bruto mensual*

Dónde:

C.B= Caucho bruto mensual

Ll.D.M= Llantas disponibles en un mes

P.PR.Ll= Peso promedio por llanta

P.C.Ll= Proporción de caucho por llanta

Con este resultado se tiene un panorama de la cantidad de caucho triturado que se puede obtener aplicando procesos productivos, sin mencionar los componentes secundarios que también se toman en consideración para poder comercializarlos, siendo estos alambres de acero y fibras textiles.

#### 4.6 Determinación de la muestra para posibles clientes

Para la obtención de información de empresas dedicadas a la transformación de caucho, se consultó el portal de INEGI en el apartado del DENUJE 2014, con base a la cercanía geográfica al estado de Tlaxcala, donde se obtuvo un dato de 181 empresas dedicadas a esta actividad, los estados colindantes con el lugar de estudio son; Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo y Puebla.

Para la obtención del tamaño de la muestra se aplica la técnica de muestreo por estratos, considerando las empresas que utilizan caucho triturado en sus procesos de transformación y que son contempladas como posibles clientes, (véase tabla 4.9).

*Tabla 4. 9 Determinación de tamaño de muestra por estrato para clientes.*

Etiquetas de fila	Número de Empresas (Ni)	Pi	Qi	Pi*Qi	Ni*Pi*Qi	Wi	ni
Ciudad de México	85	0.05	0.95	0.0475	4.0375	0.43	36
Estado de México	67	0.05	0.95	0.0475	3.1825	0.34	29
Hidalgo	10	0.05	0.95	0.0475	0.475	0.05	4



Continuación de la tabla 4.9

Etiquetas de fila	Número de Empresas (Ni)	Pi	Qi	Pi*Qi	Ni*Pi*Qi	Wi	ni
Puebla	19	0.05	0.95	0.0475	0.9025	0.10	8
<b>Total general</b>	<b>181</b>						<b>78</b>

Fuente. Elaboración propia, 2017

En base a la fórmula que se hace mención en la ecuación 4.3, se obtuvo un tamaño de muestra de 78 empresas considerados como posibles clientes, para ello se estableció contacto vía telefónica con dichas empresas, de manera que solo dos de ellas aceptaron contestar la encuesta, el resto se negó debido a las políticas propias de la empresa. Por tanto se tomó como alternativa el contacto vía E-mail para la aplicación de la misma, obteniendo respuesta de once empresas que contestaron la encuesta.

A pesar de no tener un número significativo de empresas que se consideran como posibles clientes, el estudio se basó en la cantidad de caucho triturado que demandan las 13 empresas que contestaron la encuesta aplicada, dichas compañías son pertenecientes principalmente a la Ciudad de México (obsérvese la tabla 4.10), aunado a ello y teniendo un escenario positivo para la implantación de una planta recicladora de llantas, en un futuro se pudieran obtener mayor número de clientes interesados en el producto a ofrecer.

Tabla 4. 10 Entidad de origen para clientes

Número de empresas	Entidad
2	Estado de México
11	Ciudad de México

Fuente. Elaboración propia, 2017

#### 4.7 Resultados de encuestas a posibles clientes.

Los resultados de las encuestas aplicadas para clientes que demandan caucho triturado, se representan en la tabla 4.11, donde del número total de empresas que demandan caucho triturado el 20% de estas se aceptó contestar la encuesta aplicada.



Tabla 4. 11 Resultado de encuesta aplicada a posibles clientes

Variables	Ítems	Respuestas	Frecuencia	Porcentaje (%)
Producto	¿En cuántos de los productos que fabrica utiliza gránulos de caucho?	de 1 a 3	9	69.2
		de 4 a 6	4	30.8
		de 7 a 10	0	0
		Total	13	100.0
	¿Bajo qué criterios de calidad evalúan la materia prima de gránulos de caucho?	Embalaje	0	0
		Tamaño	9	69.2
		Color	0	0
		Pureza	4	30.8
		Total	13	100.0
	¿Cuál es la presentación de gránulos de caucho que requiere para la fabricación de sus productos?	1-3mm	7	54.8
		4-6mm	6	45.2
		8-10mm	0	0
		11-13mm	0	0
		Total	13	100.0
	¿Qué cantidad de gránulos de caucho utiliza en sus procesos de fabricación a la semana?	1 a 1000 kg	0	0
		1001 a 2000 kg	1	7.7
2001 a 3000 kg		2	15.4	
3001 a 4000 kg		10	76.9	
Total		13	100.0	
Precio	¿Cuál es el precio por kg que paga por su M.P. Caucho triturado?	1.0 - 3pesos	0	0
		3.1 - 4pesos	10	76.9
		4.1 - 5pesos	3	23.1
		5.1 - 6pesos	0	0
		Total	13	100.0
	¿Cuántos proveedores de caucho reciclado son los que surten su demanda?	1	4	30.8
		2	9	69.8
		3	0	0
		Total	13	100.0
		Plaza	¿Quién es su principal proveedor de caucho reciclado que surte su demanda?	Neohabitad
Revan	6			42.2
TECOBA	3			25.0
Reciclaje Nte.	1			7.7
R-Tyre	1			7.7
Total	13			100.0
Considerando sus proveedores que surten su demanda de gránulos de caucho ¿son nacionales o extranjeros?	Nacionales		13	100
	Extranjeros		0	0
	Total		13	100
	¿Cuál es la vía mediante la cual le distribuyen su material?		Terrestre	13
Marítima		0	0	
Ferroviaria		0	0	
Aérea		0	0	
Total		13	100	
¿Quién le hace llegar su material de gránulos de caucho a su empresa?	Proveedor	10	76.9	
	Logística parti.	3	23.1	
	Trasporte propio	0	0	
	Total	13	100.0	



Continuación tabla 4.11

Plaza	¿Qué factores son los que considera en la elección de sus proveedores?	Calidad	0	0
		Precio	8	60.3
		Cantidad	5	39.7
		Crédito	0	0
		Total	13	100.0
Promoción	Si hubiera un proveedor que mejore sus condiciones y necesidades ¿estaría dispuesto a llegar a una negociación?	Si	13	100
		No	0	0
		Total	13	100

Fuente. Elaboración propia, 2017

- En la pregunta de en cuantos de sus productos utiliza caucho, 70% de las empresas contestaron que lo utilizan en 1 de 3 productos que fabrican, el 30 restante lo utiliza en 4 de 6 productos.
- En cuanto a los criterios de calidad que toma en consideración para evaluar la materia prima el 70% de empresas valora de importancia el tamaño del material y el 30% se fija en la pureza.
- Referenciando de la pregunta en base a la presentación en la que requiere los gránulos de caucho, el 54% de empresas lo solicitan de 1 a 3mm, el 46% de 4 a 6mm.
- De la pregunta acerca de la cantidad de caucho que demanda a la semana el 77% respondió que lo utiliza de 3 mil uno a 4mil kilogramos, el 15% lo utiliza de 2 mil uno a 3 mil y el 8% de mil uno a 2 mil kilogramos.
- La pregunta acerca del precio que paga por kilogramo de caucho el 77% paga 3.1 a 4pesos mientras que el 23% paga 4.1 a 5pesos.
- De las empresas que surten su materia prima se le pregunto a los posibles clientes cuantas son las empresas que surten su demanda, el 70% respondió que son dos las empresas sus principales oferentes y el 30% indico que solo una empresa le surte su demanda.
- Tomando como referencia las empresas que mencionan los clientes encuestados, acerca de quiénes son los proveedores que surten su demanda de caucho, el 46% respondió que Revan es su principal proveedor de caucho,



en un 23% la empresa TECOBA, en 15% la empresa Neo Habilidad y en 8% las empresas Reciclados del Norte y R-Tyre

- En el cuestionamiento del origen de los proveedores de materia prima que surten la demanda a los clientes encuestados el 100% respondió que son nacionales es decir que están dentro de la República Mexicana.
- La vía de distribución por la cual le surten su demanda de gránulos de caucho es mediante la vía terrestre, ya que el 100% de las empresas lo afirmaron.
- Se le cuestiono acerca de quien le hace llegar su material a su empresa el 77% respondió que el mismo proveedor lo hace llegar, mientras que el 23% afirma que una logística particular le hace llegar su materia prima.
- Los factores que toman en consideración las empresas que compran gránulos de caucho son principalmente el precio con un 62%, seguido de la cantidad con un 38% es decir están interesados en proveedores que surtan su demanda en la cantidad que necesitan.
- Se les hizo una pregunta acerca de que si existiera una empresa proveedora de materia prima para sus procesos que mejorara las condiciones que le ofrecen sus principales proveedores de materia prima, le interesaría probar el producto que se le ofrece, el 100% respondió que sí estaría interesado.

#### 4.8 Análisis de la demanda

En la tabla 4.12 se puede observar, el estimado de la demanda promedio semanal de caucho triturado es de 1 063kg por empresa, con referencia a los resultados de los ítems correspondientes a la demanda.

Tabla 4. 12 Estimación de la demanda semanal de caucho

Demanda Semanal (kg)	Porcentaje de demanda	Media	Promedio ponderado (kg)
1 – 1000	0	500.5	0
1001 – 2000	8.0%	1500.5	120
2001 – 3000	15.0%	2500.5	375.1
3001 – 4000	77.0%	3500.5	2, 695.4
<b>Total</b>			<b>1, 063 kg</b>

Fuente. Elaboración propia, 2017



Si tomamos en consideración que las 13 empresas encuestadas, dieron una respuesta afirmativa con interés de negociar caucho triturado, podemos estimar la demanda efectiva anual (véase la ecuación 4.6).

$$DE = (T.E)(\%C)(P.D.S.)(N.A)$$

*Ecuación 4. 14*

$$DE = (13) (100\%) (1063.0) (52) = 7, 184,926.0 \text{ ton de caucho anual}$$

Dónde:

DE= demanda efectiva anual

T.E= total de empresas

%C= porcentaje de empresas interesadas en comprar

P.D.S=promedio ponderado de compra semanal

N.A= número de semanas al año

#### **4.9 Análisis de la demanda en México**

Los asfaltos modificados con mezcla de caucho reciclado se utilizaron primero en emulsiones para impermeabilizantes, después se empezaron a utilizar en la pavimentación; posteriormente se comenzó a modificar el cemento asfáltico obteniendo propiedades físicas como alta resistencia a la corrosión, mecánica y baja densidad para lo cual se utilizó en la construcción de canchas deportivas y espacios de esparcimiento por sus propiedades antes mencionadas (Ruiz, 2012).

Como no se cuenta con datos históricos de la demanda de material triturado se toma como base datos históricos del índice de crecimiento del sector perteneciente a la construcción de lugares de esparcimiento, deportivos y otros servicios recreativos en el estado de Tlaxcala, de acuerdo a la clasificación en el SCIAN 713943 (Sistema de Clasificación Industrial de América del Norte) y datos históricos de INEGI, donde está involucrada la actividad de la construcción de pistas y canchas deportivas (véase la tabla 4.13).



Tabla 4. 13 Histórico de espacios deportivos.

Año	Factor de Crecimiento	Cantidad (de espacios)
2011	2.0%	419
2012	3.0%	435
2013	3.8%	452
2014	3.8%	469
2015	3.8%	487

Fuente. Elaboración propia con datos de INEGI 2015

De acuerdo a los resultados de la encuesta aplicada a posibles clientes, se determina la proyección de demanda de caucho triturado, tomando como base valores históricos referentes a la construcción de espacios de esparcimiento, deportivos y otros servicios recreativos, donde de acuerdo al tamaño de granulo de caucho el 55% de las empresas encuestadas utilizan material para construir pistas de atletismo, losetas para parques recreativos y el 45% lo utiliza para cubrir espacios de pasto sintético en canchas deportivas, sin mencionar la existencia de empresas que utilizan caucho como materia prima en sus procesos y se pueden considerar como posibles clientes.

Para la construcción de una pista de atletismo de un espesor de 2cm se necesita de 16 a 20 kg por metro cuadrado de caucho triturado, por mencionar que el área de una pista de atletismo es de 7 808m<sup>2</sup> (García, 2016), de manera que el requerimiento para la fabricación y tendido de una pista de atletismo es de aproximadamente 140, 544kg, es decir 140.544 ton. de caucho triturado, en la tabla 4.14 se muestra la relación de material utilizado por espacio recreativo.

Tabla 4. 14 Cantidad de caucho utilizado por espacio de recreativo en México.

Tipo de Espacio	Área (m <sup>2</sup> )	Kg. de caucho requerido por (m <sup>2</sup> )	Kg. de caucho Utilizado
Cancha de Fut bol soccer	5,400	12.5	67,500
Cancha de Fut bol 7	1,750	12.5	21,875
Cancha de Fut bol rápido	1,100	12.5	13,750
Pista de atletismo	7,808	18	140,544
Parques infantiles	225	18	4,050

Fuente. Elaboración propia con información del manual de instalaciones de atletismo 2016.



En la utilización para canchas deportivas de pasto sintético se utiliza de 10 a 15 kg de caucho triturado por m<sup>2</sup>, las dimensiones reglamentarias de una cancha de Fut bol soccer son de 90 X 60 mts. es decir 5400 m<sup>2</sup> (Espinoza, 2016), estimando que para cubrir esta superficie se necesita 67 500 kg de gránulos de caucho.

En la tabla 4.15 se puede apreciar el porcentaje de caucho que se utiliza por sector industrial, así como el porcentaje que se destina a la creación de espacios deportivos y esparcimiento que representa tan solo un 5%, siendo este último el sector de mercado objetivo sobre el que se basa la investigación.

Cabe mencionar que el material que demanda cada sector industrial es principalmente caucho sintético o reciclado, a diferencia de la industria dedicada a la fabricación de llantas y cámaras nuevas, donde el producto que principalmente demandan es el caucho virgen.

*Tabla 4. 15 Porcentaje caucho utilizado por industria*

Industria del Caucho	Granulometría del caucho utilizado (mm)	Porcentaje (%)
Mangueras y plásticos especiales	1.5 - 5.0	13.4
Cementeras (generador de energía)	10.0 – 20.0	60.0
Pavimentos multiusos	1.5 - 4.0	1.3
Suelos de seguridad	1.5 - 4.0	11.3
Aislamientos acústicos y contra ruidos de impactos	0.5 - 1.5	3.3
Pistas de atletismo, campos de césped artificial	1.5 - 4.0	5.0
Industrias del caucho y asfaltos modificados	0.0 - 0.4	5.7
<b>Total mercado</b>		<b>100</b>

*Fuente. Elaboración propia con información de Cámara de Industria de Hule en México 2017.*

#### **4.10 Análisis de la oferta**

Dado que en el estado de Tlaxcala no existen empresas dedicadas a la transformación de llantas de desecho para la obtención de gránulos de caucho como producto final, que permitan cubrir parte de la demanda existente de este material, es pertinente el poder implantar un proyecto de este tipo, así mismo, en algunos estados de la República Mexicana prevalecen diversas empresas que satisfacen la demanda actual del mercado.



De manera que se llevó a cabo un análisis de los principales oferentes de material triturado de llantas tomando en cuenta los siguientes puntos;

- Venta promedio al año de gránulos de caucho triturado
- Precio de venta del triturado de llanta
- Porcentaje de participación en el mercado
- Antigüedad de la competencia

De acuerdo a la encuesta aplicada para clientes donde se cuestionó cuál es su proveedor de caucho principal el 46% respondió que Revan, el 23% eligen a Tecoba, el 15% Neohabitad y el 8% a R-Tyre y a Reciclaje del norte, por lo que se consideran como sus principales empresas recicladoras de llantas en México, (véase la tabla 4.16) de manera que dichas empresas son nacionales.

*Tabla 4. 16 Principales empresas recicladoras de llantas en México*

Empresa	Estado	País	Teléfono	Sitio Web	Producto
<b>Neohabitad</b>	Edo. Méx.	Méx	555 374 2917	www.neohabitat.com.mx	Caucho granulado
<b>R-Tyre</b>	Jal	Méx		www.r-tyre.com	Caucho granulado, caucho pulverizado
<b>Reciclaje del Noreste</b>	NL	Méx	811 911 4614		Caucho granulado, caucho en polvo
<b>Central Hulera Álvarez</b>	Edo. Méx.	Méx	555 569 4050	www.centralhuleralvarez.com	Caucho pulverizado, caucho en polvo
<b>REVAN</b>	Edo. Méx.	Méx		www.revan.mx	Caucho granulado, caucho pulverizado, caucho en hojuelas
<b>TECOBA</b>	Gto.	Méx	52 461 611 7001	www.tecoba.com	Caucho granulado

*Fuente. Elaboración propia, 2017*

Como es de apreciarse las empresas Revan y Neohabitad, quienes representan la preferencia para los posibles clientes encuestados, estas empresas proveedoras de



gránulos de caucho operan principalmente en la ciudad y el estado de México, siendo esta zona el principal nicho que predomina, esto provoca que el requerimiento de materia prima “llantas de desecho” sea muy solicitado para sus procesos de fabricación y por consiguiente aumenta su escasa disponibilidad.

#### 4.11 Análisis de la situación actual de la competencia.

En la tabla 4.17 se muestra el comparativo por variables de los principales oferentes de gránulos de caucho triturado, tomando como puntos de análisis el tipo de producto que ofrecen, el tiempo en el mercado, el precio de su producto, su ubicación, publicidad, promoción así como sus canales de comercialización de sus productos, esta información sirve de referencia para el desarrollo de esta investigación.

Tabla 4. 17 Análisis de la situación actual de la competencia

Variables de comparación	REVAN	TECOBA
Productos y/o servicios	Reciclaje y aprovechamiento de llantas	Producción y fabricación de productos a base caucho reciclado
Precios	El precio por kg es de hasta 6 pesos de acuerdo a la granulometría	El precio por kg es de hasta 7 pesos en pedidos especiales
Tiempo en el mercado	15 años	10 años
Ubicación	Estado de México	Estado de México
Canales de distribución	Terrestre entrega mediante transporte propio a cliente	Terrestre entrega mediante intermediario de logística a cliente
Publicidad y promoción	Página Web, Medios de Prensa, noticias por internet	Página Web
Ventajas de la competencia	Cuenta con buena tecnología ya que cubre granulometría muy reducida	Sus equipos aparte de caucho triturado producen tapetes antifatiga
Desventajas de la competencia	La ubicación de planta y cercanía con competencia hace difícil el suministro de M.P	La ubicación de planta y cercanía con competencia hace difícil el suministro de M.P

Fuente. Elaboración propia, 2017.

#### 4.12 Análisis de precio

De acuerdo al resultado arrojado por las encuestas aplicadas, se visualiza el precio en que pagan los clientes por kilogramo de caucho, estos datos proporcionan una



perspectiva al momento de establecer el precio de venta del producto que se pretende desarrollar, de aquí se puede decidir si entrar al mercado con un alto precio de introducción o con un costo bajo en comparación con la competencia, también se puede buscar mediante el precio una diferenciación del producto o servicio, por lo tanto ingresar con un precio cercano al de la competencia.

Derivado de lo anterior se realiza una estimación del precio promedio que pagan los clientes encuestados que demandan gránulos de caucho, el cual se visualiza en la tabla 4.18.

*Tabla 4. 18 Estimación de precio de caucho triturado en el mercado*

Precio por en pesos MX (por kg) de caucho	Frecuencia	Porcentaje de demanda	Media	Promedio ponderado
1.0 - 3	0	0	1.5	0
3.1 – 4	10	77%	3.55	2.73
4.1 – 5	3	23%	4.55	1.05
5.1 – 6	0	0	5.55	0
<b>Total</b>	<b>13</b>			<b>3.78</b>

*Fuente. Elaboración propia, 2017.*

#### 4.13 Análisis de comercialización

Con referencia a los canales de comercialización, donde predomina el transporte terrestre, se hace mención que la mayor parte de empresas que demandan caucho triturado se encuentran ubicadas principalmente en zonas colindantes al estado de Tlaxcala. Por lo tanto se considera como opción viable dado la cercanía de los posibles clientes potenciales, hacia la zona donde se pretende establecer la empresa recicladora de llantas.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta para la entrega de producto terminado desde la salida de material de la empresa hasta la dirección pactada con el cliente son;

- Cantidad y frecuencia de venta.- Semanalmente
- Horarios de entrega.- Abarca el tiempo de un turno de trabajo de 8 horas



- Distancia recorrida

La tarea de entrega de producto hacia los clientes la realizan principalmente las propias empresas que les surten su demanda, es decir lo llevan a cabo con transporte de su misma empresa, bajo este concepto es posible que esta actividad se realice mediante la misma opción, evitando así el pago de honorarios a empresas externas que oferten este servicio en la tabla 4.19 se muestra el lugar de origen de las principales empresas considerados como clientes.

*Tabla 4. 19 Empresas encuestadas que demandan caucho triturado*

Empresa	Razón Social	Lugar de operación	Teléfono	Correo Electrónico
Mexicana de silicones y caucho, s.a. de C.V.	Fabricación de hules sintéticos	Estado de México		ventas@siliconesycauchos.com
Genbrugger	Proveedores de pistas de tartán	Ciudad de México	5558-8418 ext. 157	contabilidad@genbrugger.com.mx
Ultralife	Fabricación de equipo de gimnasio y superficies deportivas)	Ciudad de México		
PETRA	Proveedores de pistas de tartán	Ciudad de México		
Diquimtex	Proveedores de pistas de tartán	Ciudad de México	01 800 00 35 262	servicios@diquimtex.com.mx
Adhesivos y cementos s.a. de C.V.	Superficies para parques infantiles	Ciudad de México	5768-7060, 5768-7793	contacto@adhesivoscementos.com.mx
Grupo industrial alce s.a. de C.V.	Superficies para parques infantiles	Ciudad de México	(722) 275 0640 al 47	ALCETOL@PRODIGY.NET.MX
Prodisa 5	Proveedores de pistas de tartán	Ciudad de México	01 55 5425 2384	alejandro@prodisa5.com.mx
Unimat (innovación en superficies)	Proveedores de pistas de tartán	Ciudad de México		ventas@unimat.mx
Grupo Virgen	Proveedores de pistas de tartán	Estado de México		
Trackmaster	Proveedores de pistas de tartán	Ciudad de México		
Dustcontrol (loseta de caucho)	Superficies para parques infantiles	Ciudad de México	5587-9108	
CSS (city sports systems)	Proveedores de pistas de tartán	Estado de México	55 5395 9531	

*Fuente. Elaboración propia, 2017*



#### **4.14 Resumen del estudio de mercado.**

En base a la investigación se analizó las diferentes variables que reflejan un panorama más exacto del mercado meta, que es principalmente el dedicado a la creación de espacios deportivos, particularidad a la está enfocada la investigación, considerando que en el año 2105 se tiene un registro de 487 espacios de este tipo de lugares, este sector en los últimos tres años mantiene una tendencia de crecimiento de 3.8% tan solo en el estado de Tlaxcala, para ello se utilizó la aplicación de encuestas que permiten identificar y analizar como punto de partida la abundancia de llantas de desecho, donde se estimó que se pueden acopiar la cantidad de 4, 288 de unidades de este residuo al mes, material necesario para poder operar la empresa de reciclado, dicha cantidad equivale a 78,899 kilogramos de caucho bruto mensual, siendo el producto resultante de aplicar el proceso productivo. Una vez que se tiene conocimiento de la existencia de materia prima, se enfocó en conocer la presencia de oportunidad en el mercado para ofrecer el producto, derivado de esto y con soporte en el cuestionamiento realizado a clientes estos demandan 1, 063 kilogramo de caucho bruto a la semana por empresa, en lo referente al precio se estima que en el mercado este producto tiene un costo 3.78 pesos por kilogramo en dimensiones de 1 a 3mm, siendo esta la medida utilizada en espacios deportivos y de esparcimiento. También se inmiscuyó en el registro de empresas del portal de INEGI para saber si prevalece competencia en la zona es decir en el estado de Tlaxcala, pero no existen empresas de este giro, lo que convierte el proyecto en una vía de oportunidad para la zona, con vista para la generación de empleos, además de ayudar a contrarrestar la problemática de contaminación que ocasiona este residuo. La disposición de este material y el crecimiento del mercado que demanda productos en los que se utiliza caucho molido, hacen que el reciclaje de las llantas sea una opción viable dado la gran cantidad de usos que se le puede dar, ejemplo de ello es el adoptado por ya varios países Europeos y de América del Norte.



## Capítulo 5. Estudio técnico

El presente estudio contempla aspectos técnicos del proceso de reciclado de llantas, es decir las técnicas de operación que son necesarias para el uso eficiente de los recursos. Con base al dato obtenido del estudio de mercado referente a la cantidad de material con que se puede tener a disposición al mes, se estima que se puede adquirir 78 899kg de caucho, proveniente de 4288 llantas con peso promedio de 23kg, considerando que el porcentaje de caucho que contiene una llanta es de 80% de acuerdo a la Andellac (Asociación Nacional de Distribuidores de Llantas y Plantas Renovadoras).

Partiendo de esta información se puede determinar la cantidad a producir de caucho triturado, derivado de esto se podrá establecer el tamaño requerido y óptimo de planta, su localización, también profundizar en cuanto a la valorización económica de las variables técnicas del proyecto, esta información da origen al estudio económico y financiero, buscando la rentabilidad de la empresa.

De acuerdo al proyecto que se realiza y los objetivos planteados para este estudio, por mencionar algunos como la determinación de la localización más adecuada en base a factores que ayuden a su mejor desarrollo para contribuir a la reducir costos, estos factores incluyen la macro localización, micro localización de planta, la ubicación del mercado que consumirá caucho triturado, la fuente para cubrir los requerimientos de materia prima en este caso las llantas de desecho o fuera de uso, y la mano de obra disponible.

Una vez teniendo definida esta información, se puede precisar el tamaño y la capacidad del proyecto de producción, la cantidad de caucho a producir en un periodo determinado, así mismo se toman en cuenta algunos indicadores indirectos como son; costos de inversión, montos de requerimiento de mano de obra, para poder operar con el menor costo total y obtener una mayor rentabilidad económica.



## **5.1 Localización.**

Este análisis tiene por objeto determinar una ubicación adecuada para el asentamiento de la planta, se toman en cuenta factores favorables procurando obtener beneficios de la localización determinada, ya sea para la obtención de materia prima o comercialización del producto, para esto se realiza una macro localización es decir la selección de la región o municipio donde se ubicará el proyecto, de la misma manera se lleva a cabo un análisis a nivel micro que indique cual es la mejor alternativa de instalación dentro de la región elegida para ubicar la empresa.

La importancia de poder llevar a cabo una localización de planta que sea factible y tomar la decisión de asentamiento de la misma, influirá directamente en los flujos de ingresos, egresos y por ende en la evaluación financiera. De manera que la selección apropiada reside en peculiaridades de decisión que a largo plazo pueden alterar permanente los costos de operación (Cruz, 2012). El análisis se realiza tomando en consideración variables relevantes, que tienen que ver con el proyecto como la demanda, competencia, tecnología, etc. y que proporcionan información valiosa para poder hacer rentable el proyecto.

### **5.1.1 Factores de localización de planta.**

Las alternativas de localización se evalúan considerando factores cuya incidencia e importancia relativa son particulares del proyecto. Existen factores de localización como los cuantificables en términos económicos y otros cuya incidencia puede solo ser medida analizando métodos subjetivos. La lista de los factores de localización debe elaborarse teniendo en cuenta las características propias del proyecto (Cruz, 2012).

Algunos de los factores claves para la determinación de la localización de la planta recicladora de neumáticos en el estado de Tlaxcala se mencionan a continuación:

- Fuentes de abastecimiento de servicios públicos
- Disponibilidad de mano de obra
- Acceso a vías para entrada y salida de transporte pesado



- Trámites legales
- Renta de bodega
- Proximidad a proveedores
- Transporte
- Proximidad a clientes

## 5.2 Macro localización

Una vez que se comparan los criterios para el estudio de localización de planta, se realiza una estimación a nivel macro, para su instalación utilizando el método de centro de gravedad, el cual se considera la ubicación por coordenadas de los municipios que representan el mayor número de establecimientos dedicados al arreglo y remplazo de llantas que pertenecen al estado de Tlaxcala, con vista a determinar un sitio ventajoso para este proyecto, de forma que la cantidad de material a utilizar que se puede requerir para poder cubrir la demanda del mercado, es un punto clave para estimar la ubicación a nivel macro (véase la tabla 5.1).

Tabla 5. 1 Coordenadas obtenidas para la macro localización

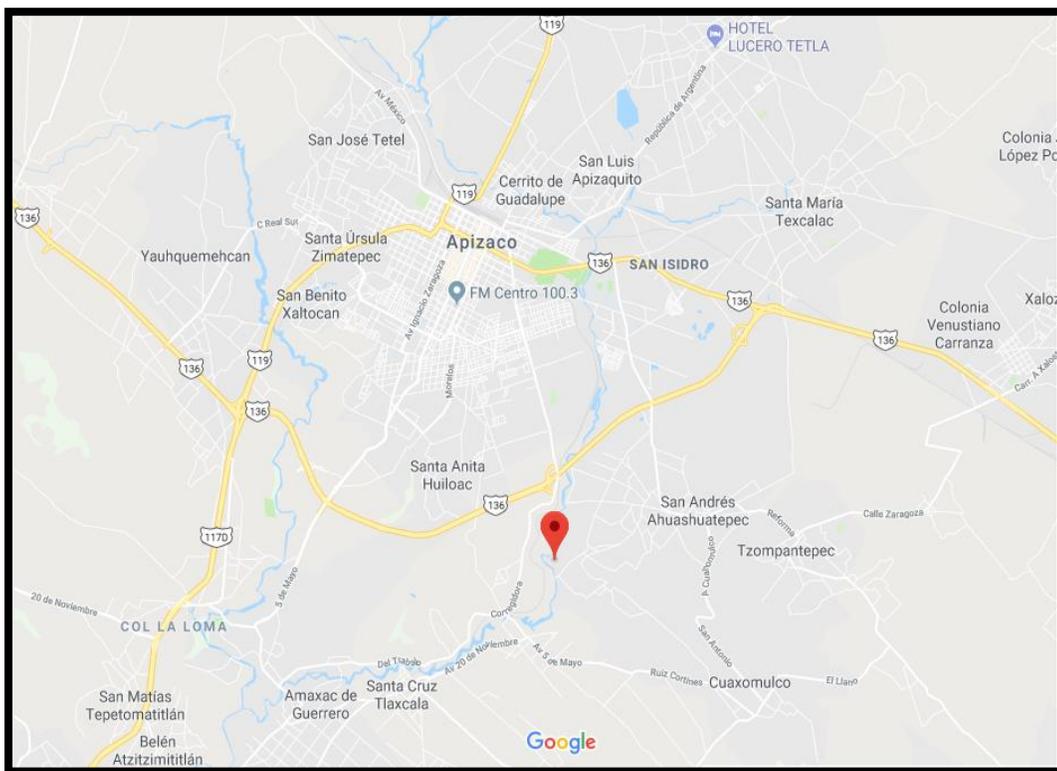
Cantidad de establecimientos por municipio		Coordenadas		Oferta (ton.)	Calculo	
Apizaco	24	19.41137	-98.144422	6.624	128.58097	-650.1086513
Chiautempan	14	19.31353	-98.196641	3.864	74.627491	-379.4318208
Huamantla	15	19.31614	-97.930179	4.14	79.968844	-405.4309411
Tetla de la Solidaridad	8	19.44129	-98.104064	2.208	42.926368	-216.6137733
Tlaxcala	17	19.30945	-98.237321	4.692	90.599958	-460.9295101
Tlaxco	5	19.61498	-98.120965	1.38	27.068679	-135.4069317
<b>Coordenadas obtenidas</b>					<b>19.371936</b>	<b>-98.12823592</b>

Fuente. Elaboración propia, 2017

El resultado de la utilización del método de localización por coordenadas, proyecta la ubicación de planta en el municipio de Tzompantepec, específicamente en la localidad de San Andrés Ahuashuatepec (véase la imagen 5.1), al realizar un análisis del lugar donde se pretende instalar la empresa, se toman en cuenta aspectos como el costo



del terreno y de construcción, dado que se habla de una compañía de nueva creación, donde el espacio requerido será principalmente para instalar el equipo productivo, la renta de una bodega o nave industrial se contempla como mejor opción, por lo que la zona que se explora no cuenta con bodegas disponibles, tampoco con fuentes de abastecimiento de servicios públicos, acceso a vías para entrada y salida de transporte que ayuden al funcionamiento de la empresa de reciclaje, en consecuencia no es una opción para poder ubicar la recicladora de llantas, pero sirve de referencia para su localización a nivel macro.



*Imagen 5. 1 Vista en panorámica de macro localización*

*Fuente. Internet, 2017*

### 5.3 Micro localización.

La micro localización de planta se basa en el método de factores ponderados donde se identificaron una lista de principales juicios a evaluar y que afectan la selección de la localización (véase en la tabla 5.2), se asignó un peso a cada factor que refleja la importancia relativa en los criterios de la empresa que se pretende crear, de acuerdo



a cada factor se calificó con una escala por puntos, pudiendo hacer una recomendación basada en el puntaje máximo.

Tabla 5. 2 Factores para ponderación

Factores a considerar para localización de planta		Ponderación
1	Proximidad (capacidad de oferta) de Proveedores	20%
2	Costo de Renta de bodega o nave industrial	13%
3	Disponibilidad de Bodegas o nave industrial	12%
4	Servicios Públicos	10%
5	Proximidad al cliente	10%
6	Vías de acceso(vías de comunicación)	10%
7	Localización de la competencia	10%
8	Disponibilidad de Mano de obra	5%
9	Transporte de personal	5%
10	Facilidades Financieras	5%

Fuente. Elaboración propia, 2017

Después de hacer la ponderación de factores se procede con la asignación de valores por municipio (véase tabla 5.3).

Tabla 5. 3 Comparación de factores por municipio

Factor	Porcentaje ponderado	Tlaxcala	Chiautempan	Tetla	Huamantla	Apizaco	Tlaxco
1	20%	1.8	1.2	1.6	1.4	1.8	1.0
2	13%	1.04	1.17	1.17	1.04	1.04	0.9
3	12%	1.08	0.96	1.08	0.84	0.96	1.1
4	10%	0.8	0.9	0.9	0.7	0.8	0.9
5	10%	0.9	0.7	0.8	0.9	0.8	0.5
6	10%	0.8	0.9	0.9	0.8	0.9	0.9
7	10%	0.7	0.9	0.8	0.7	0.9	0.9
8	5%	0.4	0.35	0.35	0.4	0.45	0.35
9	5%	0.4	0.45	0.45	0.4	0.45	0.4
10	5%	7.92	7.53	8.05	0.35	0.4	.4
Suma de Factores		15.84	15.06	16.1	7.53	8.5	7.35

Fuente. Elaboración propia, 2017



En base a los puntajes ponderados la localización que corresponde al municipio de Tetla representa el sitio preferible para localizar la planta de reciclaje de llantas.

#### 5.4 Requerimientos para infraestructura industrial

El lugar que se elige para la instalación de la planta de reciclado, cubre los factores que se requirieren para su operación, esto significa que dispone de servicios necesarios como suministro suficiente de energía eléctrica, agua potable, además de ser un área con empresas ya instaladas y en crecimiento.

##### Proximidad a materias primas

La cercanía de aprovisionamiento con los municipios de Apizaco, Tetla y Tlaxco, es un factor principal para la localización de la planta, dado que el transporte para el suministro de materia prima implica un costo y se puede reducir cuanto más cerca se encuentre de los proveedores de las llantas de desecho.

##### Facilidad de transporte

Se considera el lugar de elección una zona de libre acceso tanto para proveedores y clientes, debido a que cuenta con carreteras asfaltadas que facilitan el transporte de vehículos utilizados para entrega de producto terminado así como recepción de la materia prima y a su vez la entrada de personal a las instalaciones.

##### Renta de nave

Para determinar la opción de renta de bodega o nave industrial se lleva a cabo un análisis de precios, donde se analizaron precios para los municipios considerados como alternativas de instalación (véase la tabla 5.4).

Tabla 5. 4 Comparación de costos de nave industrial por municipios

Municipio	Capacidad	Costo de Bodega / mes (pesos)	Capacidad	Costo de Bodega / mes ( pesos)
Apizaco	3000 mt <sup>2</sup>	\$ 65 000	900 mt <sup>2</sup>	\$ 55 000
Chiautempan	750 mt <sup>2</sup>	\$ 38 000	800 mt <sup>2</sup>	\$ 40 000
Huamantla	600 mt <sup>2</sup>	\$ 25 000	1200 mt <sup>2</sup>	\$ 42 000
Tetla de la Solidaridad	680 mt <sup>2</sup>	\$ 15 000	800 mt <sup>2</sup>	\$ 30 000
Tlaxcala	1 100 mt <sup>2</sup>	\$ 90 000	645 mt <sup>2</sup>	\$ 30 000
Tlaxco	650 mt <sup>2</sup>	22 000	900 mt <sup>2</sup>	40 000

Fuente. Elaboración propia, 2017.



Al analizar los distintos costos de renta de naves industriales que se visualizan en la tabla 5.4, se aprecia la discrepancia entre los diferentes municipios, siendo el municipio de Tetla de la Solidaridad, el más favorable en cuanto al precio, ubicación, vías de acceso y servicios del inmueble de manera que es lugar considerado como opción de instalación.

La renta de la nave industrial donde se pretende implantar el equipo e instalaciones de la planta recicladora; tiene un espacio de 670m<sup>2</sup>, en el cual es posible adaptar la línea completa de reciclaje y oficinas administrativas (véase imagen 5.2).



*Imagen 5.2 Nave Industrial Ubicada en Tetla.*

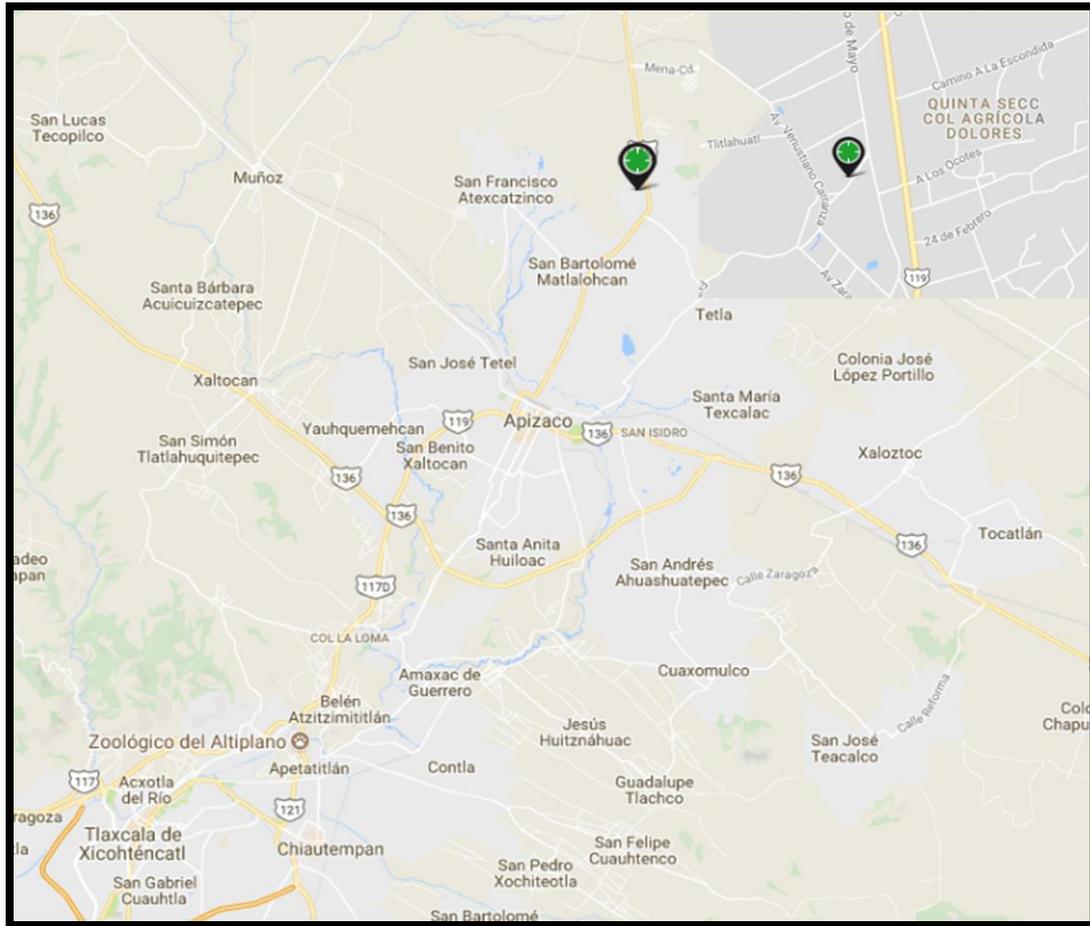
*Fuente. Internet 2017*

Las características principales que cumple la bodega son:

- Piso de concreto capaz de soportar un peso de mil kg / m<sup>2</sup>
- Energía que utiliza de tipo trifásico
- Altura de paredes de 5.80m debido a la capacidad de almacenamiento de material
- Estructura primaria de vigas cubiertas de concreto capaz de soportar altas vibraciones
- Techumbre con laminado y claros de luz para mayor visibilidad
- Sistema de aglomeración de agua pluvial
- Sistema de drenaje de aguas negras



Por lo que tomando en consideración ambos métodos de localización de planta, se propone la ubicación de la planta recicladora de llantas en el Municipio de Tetla de la Solidaridad, específicamente en la quinta sección de la localidad de Agrícola de Dolores, dado que el espacio cubre los requerimientos necesarios de instalación.



*Imagen 5. 3 Punto de elección para la renta de nave industrial.*

*Fuente. Google maps, 2017*

El municipio de Tetla de la Solidaridad, se encuentra localizado en la región centro del estado de Tlaxcala cuenta con de 28760 habitantes (14026 hombres y 14734 mujeres) cuenta con el 51,59% están económicamente activos y, de estos, el 94,44% están ocupados laboralmente, cuenta con vías de acceso a carreteras así mismo se ha convertido en una zona de desarrollo debido a la cercanía que tiene con el corredor industrial Xicoténcatl I (véase imagen 5.3), su ubicación beneficia a los pobladores de zonas rurales generando empleo y contribuyendo a la productividad del sector.



## 5.5 Tamaño de planta

Para definir el tamaño de la empresa se establece la capacidad de producción de planta, que está en función de la demanda con fundamento en el estudio de mercado, para ello se describe el área en donde se implantara la infraestructura, de acuerdo a las características de las maquinarias que cubren los requisitos para producir.

Aunque la capacidad y el tamaño están relacionados, cabe aclarar, que no son exactamente conceptos equivalentes. La capacidad está relacionada con la cantidad de producto a fabricar. Y por su parte el tamaño influye en las actividades a realizarse en la empresa (González, 2006).

### 5.5.1 Infraestructura

En la tabla 5.5 se muestra el espacio considerado para instalar la planta, la nave cuenta con una superficie de 670m<sup>2</sup>, que se dividen en distintos departamentos como el área de producción, oficinas administrativas, área de almacenamiento de materia prima, y almacenamiento de producto terminado, área de carga de producto terminado y descarga de materia prima, mismos que son requeridos para el funcionamiento de la recicladora de llantas.

*Tabla 5. 5 Infraestructura requerida para la instalación de la planta*

Sección	Porcentaje de Área	Área en m <sup>2</sup>
Áreas administrativa	18%	112
Áreas de almacenamiento de prima y producto terminado	9.60%	31
Áreas de producción	50.29%	337
Área de carga P.T y descarga M.P.	20%	134
Pasillos	8.3%	56
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>670</b>

*Fuente. Elaboración propia, 2017.*



### 5.6 Diagrama de relaciones.

Considerando el espacio que ocupa cada área que constituirá la planta de reciclado, se elabora un diagrama de relaciones, para hacer un análisis que permita determinar la instalación apropiada por departamento (véase imagen 5.4). Basado en la necesidad de proximidad entre cada actividad según los factores de proximidad definidos para tal efecto. Cabe mencionar que el realizar una buena distribución de planta mejorara la eficiencia en el proceso, la calidad del producto que se obtendrá y el bienestar para que el personal efectúe sus labores sin contratiempos en cuanto a flujo de materiales.

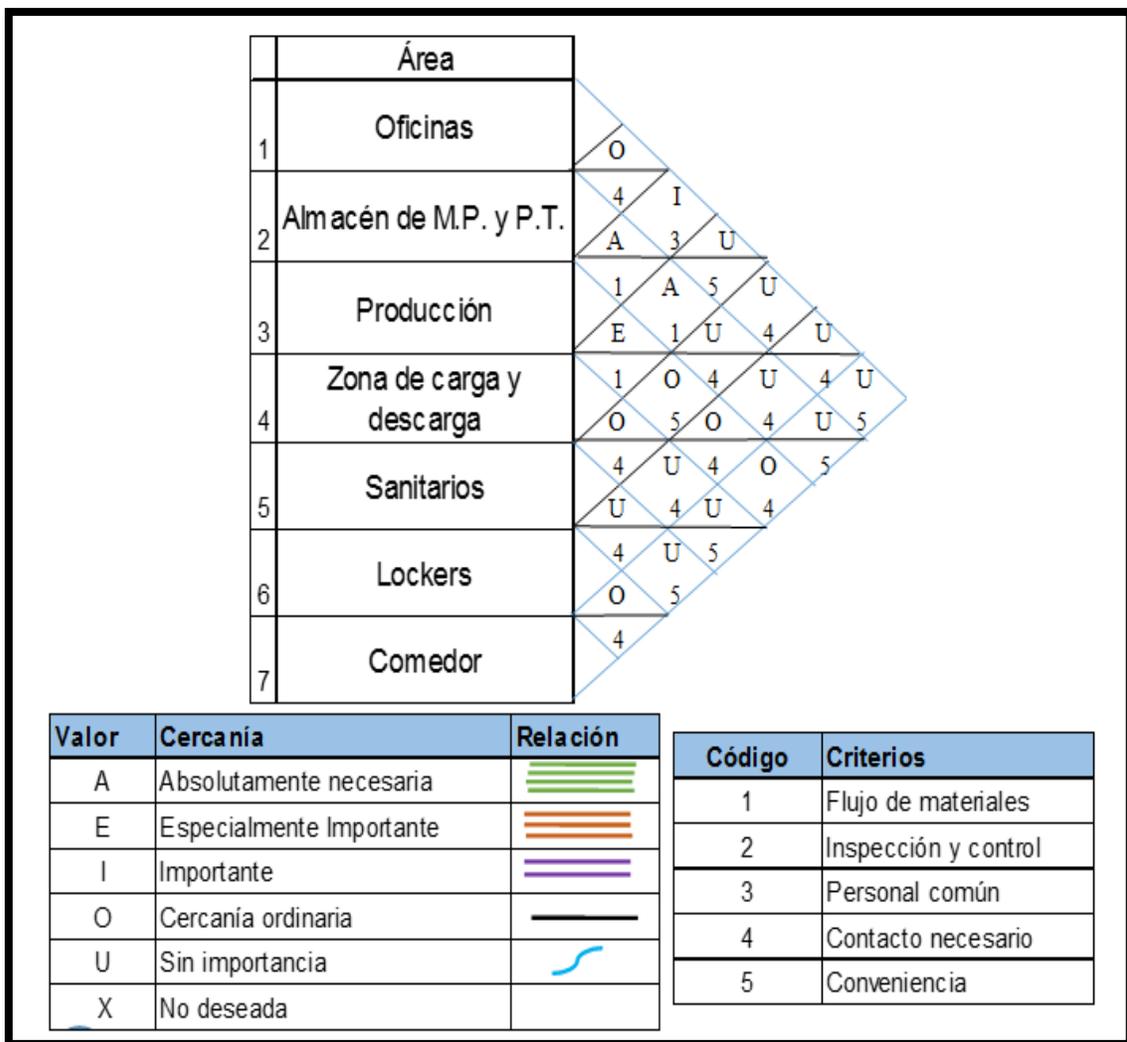


Imagen 5. 4 Diagrama de relaciones por área para la planta de reciclaje

Fuente. Elaboración propia, 2017

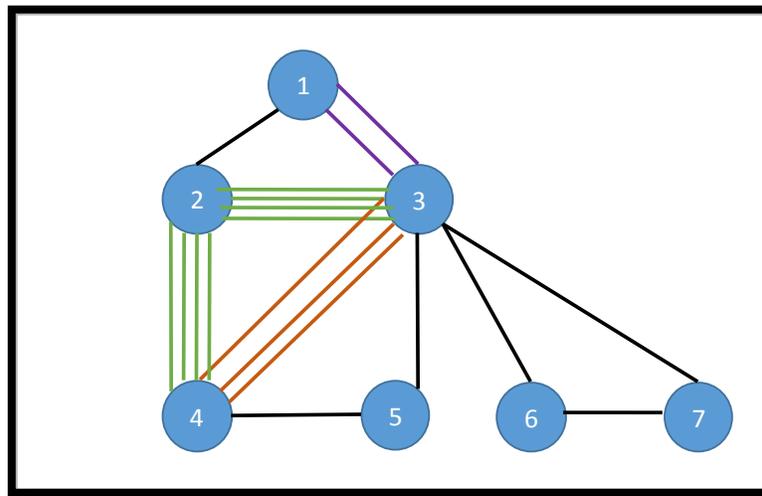


Imagen 5. 5 Diagrama de relaciones propuesto y precedencia de áreas.  
Fuente. Elaboración propia, 2017

En la imagen 5.5 se aprecia los departamentos que son representados por nodos unidos por líneas, en las que se considera la intensidad de la relación, buscando que las áreas con mayor flujo de materiales estén lo más próximas posibles (Muther, 1981), dado esto se deduce que las principales áreas de la empresa serán el área administrativa y el área de producción, por lo que se debe quedar aislada la parte que no forma parte del proceso productivo. Además de contar con un portón para la entrada de los camiones, que suministren material y que distribuyan el producto terminado.

**El área administrativa está conformada por las siguientes dependencias:**

Área de piso:

- Secretaría – Recepción
- Comedor
- Oficina Gerente y supervisor
- Baños y vestidores

**El área de producción está compuesta por las siguientes dependencias:**

- Zona de carga de materia y descarga de prima
- Almacenamiento de llantas usadas



- Producción de caucho triturado
  - Área de pre-triturado
  - Área de triturado
  - Zona de extracción de acero
  - Zona de prensado
  - Área de aspiración de fibras
  - Área de granulación
  - Zona de empaque
- Almacenamiento de producto terminado

### 5.7 Distribución física de planta

La distribución en planta es un aspecto muy importante mediante la cual se determina la disposición de espacio requerido, la colocación de las máquinas y demás equipo de forma que permita a los materiales avanzar con mayor facilidad, al costo más bajo y con el mínimo de manipulación desde que se reciben las materias primas hasta que se despachan los productos terminados véase imagen 5.6, (Carvajal, 2004).

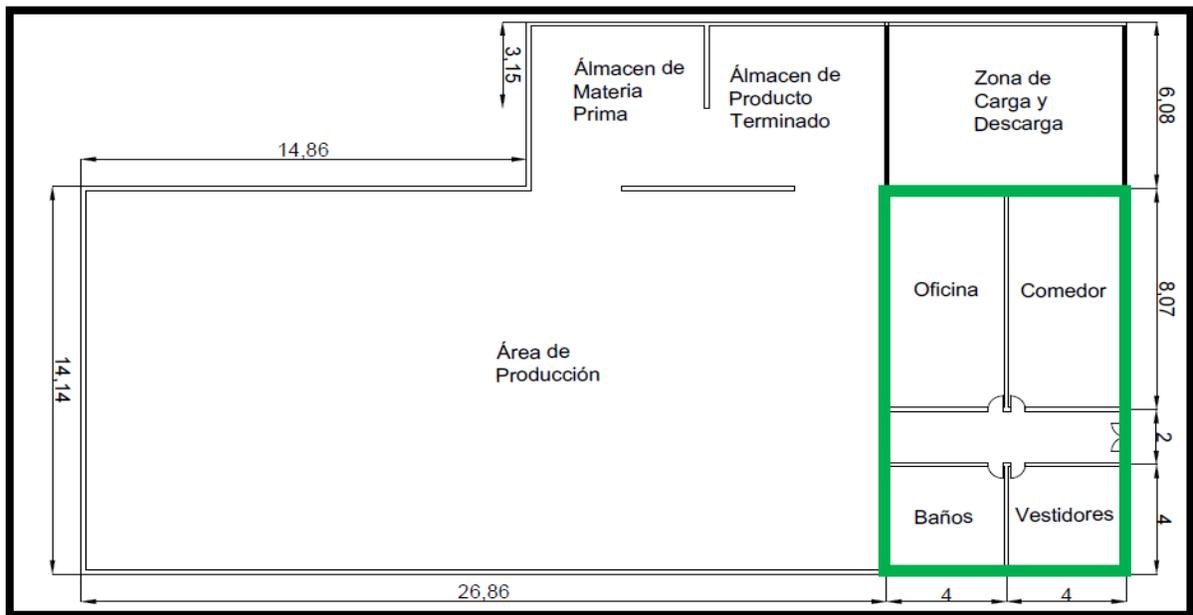


Imagen 5. 6 Distribución física de la planta

Fuente. Elaboración propia, 2017



### 5.7.1 Distribución del área administrativa

Esta área ocupa un espacio de 112m<sup>2</sup>, se distribuye dentro de la nave en forma de rectángulo con la finalidad de ganar espacio y no entrar en contacto directo con el área de producción, en la imagen 5.6 se representa de color verde.

*Tabla 5. 6 Espacio requerido por área*

Número	Áreas administrativas	Área en m <sup>2</sup>
1	Gerencia	16
2	Secretaría	16
3	Baños	16
4	Lockers	16
5	Comedor	32
6	Pasillo	16
	Total	112

*Fuente. Elaboración propia, 2017*

Dicha área se subdivide en espacios como comedor, lockers, oficina y baños, el espacio que ocupan cada uno de estos se representa en la tabla 5.6.

### 5.7.2 Distribución del área de producción

De acuerdo al proceso que conforma el reciclaje de las llantas y su transformación, la distribución del área corresponde a una producción en “cadena”, en este caso la maquinaria y equipos se agrupan de forma secuencial, se ordenan de acuerdo al avance de separación de componentes en el proceso de fabricación para la obtención de gránulos de caucho, es necesario un espacio en forma de rectángulo con el fin de optimizar el flujo de materiales que intervienen para el desarrollo del producto.

El proceso de productivo consiste en separar los componentes de las llantas de desecho, es decir consta de un procedimiento puramente mecánico, en el cual no existen agentes químicos ni adición de calor y el neumático a procesar pasa por una serie de triturados sucesivos hasta conseguir reducir su volumen a un tamaño de salida muy pequeño, dependiendo del uso final que se le vaya a dar, como referencia al proveedor de maquinaria de triturado para llantas (Mora, Luis, 2018).



Tabla 5. 7 Espacio requerido para maquinaria y equipo de producción

Unidad	Tipo de equipo	Dimensión (m) (Largo*ancho*altura)	Precio (MXN)
1	Destalonadora	1.8*1.3*1.6	\$ 26,030.00
1	Separador de acero	1.2*1.4*1.4	90,155.00
1	Cortador de tiras	1.3*0.8*1.65	55,290.00
1	Troceadora	1.0*0.8*1.4	27,645.00
1	Triturador TS 800	3.8*1.75*1.6	459,192.00
4	Cinta vibratoria VICE	4.0*1.1*1.3	37,791.00
1	Cinta vibratoria Secundaria	7.5*0.6*0.45	33,934.00
1	Separador Magnético	2.5*1.5*1.4	36,100.00
1	Cinta transportadora	8.5*0.75*0.6	25,954.00
1	Separador de Fibra	1.5*1.5*4.0	112,100.00
<b>Total</b>			<b>\$ 904,191.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2017.

En la tabla 5.7 se aprecia el número de equipos requeridos y las dimensiones por cada uno, como se menciona el acomodo de maquinaria se distribuye de acuerdo a los pasos progresivos necesarios para la fabricación de gránulos de caucho, por lo que se estima un área necesaria para la zona de producción de 337 m<sup>2</sup>.

### 5.7.3 Distribución del área de almacenamiento de materia prima

Esta área está localizada con cercanía al área de producción en la cual las llantas de desecho estarán mejor ubicadas en cuanto a su disposición para su transformación. De acuerdo a Recimex (2016) la mejor opción para almacenar las llantas es entrelazada para ahorrar espacio, la razón principal es que se utiliza el espacio interior de la llanta insertando una dentro de la otra. Cuando entrelaza neumáticos se puede ahorrar hasta un 30-40% de espacio comparado con un sistema de almacenaje apilado (véase imagen 5.7).



Imagen 5. 7 Método de almacenaje de materia prima

Fuente. Internet, 2017

De manera que el almacenaje de M.P. será en el espacio designado, con dimensiones de largo 2.2, ancho 1.2mts, la altura considerada para estibar la llantas será de 3mts por cuestiones de seguridad al momento de bajar la materia prima, y aprovechar el espacio de altura de la nave, también se considera un espacio para un pasillo donde transite un montacargas que facilite el transporte de la M.P, véase la (imagen 5.8).

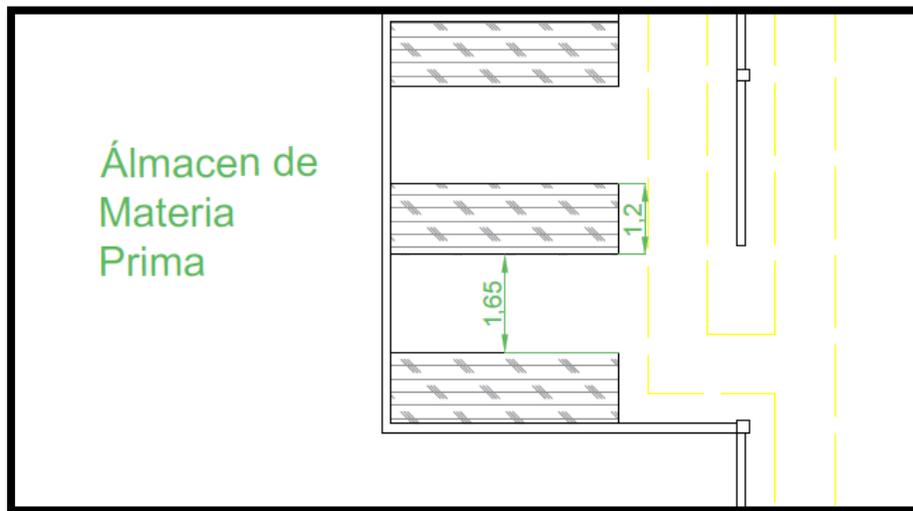


Imagen 5. 8 Distribución del área de almacenaje de M.P

Fuente. Elaboración propia, 2017

Haciendo una estimación del espacio que se cuenta es posible almacenar de 612 llantas de desecho que equivaldrían a 5 días de producción.



#### 5.7.4 Distribución del área de producto terminado

El almacén de producto terminado está ubicado con cercanía a la parte final del área de producción, con el fin de que el recorrido del producto terminado sea mínimo, al igual tendrá cercanía con la zona de carga de producto terminado.

El embalaje requerido para almacenar y transportar el producto será en sacos de capacidad de 50kg por cada uno, de manera que se utilizaran tarimas denominadas en el mercado como de tipo estándar, que pueden soportar el peso de los sacos y permiten movilizar el material para su reparto. La elección de este tipo de tarimas estriba en el espacio con que se cuenta para el almacenaje, las características de las tarimas de este tipo es que soportan un peso de 1,300kg de carga estática y 1100kg de carga dinámica, así mismo las dimensiones de cada tarima son: 100cm x 120cm por un alto de 12cm.



*Imagen 5. 9 Consumible para el almacenaje de materia prima*

*Fuente. Internet, 2017*

De acuerdo al espacio contemplado para el almacenaje de producto terminado, es posible apilar nueve toneladas de caucho triturado, utilizando 18 tarimas que cargaran el material (véase la imagen 5.9 y 5.10). Las tarimas que se emplearan son consideradas como un consumible ya que por cada de producción y de entrega de producto terminado se ira requiriendo de este material.

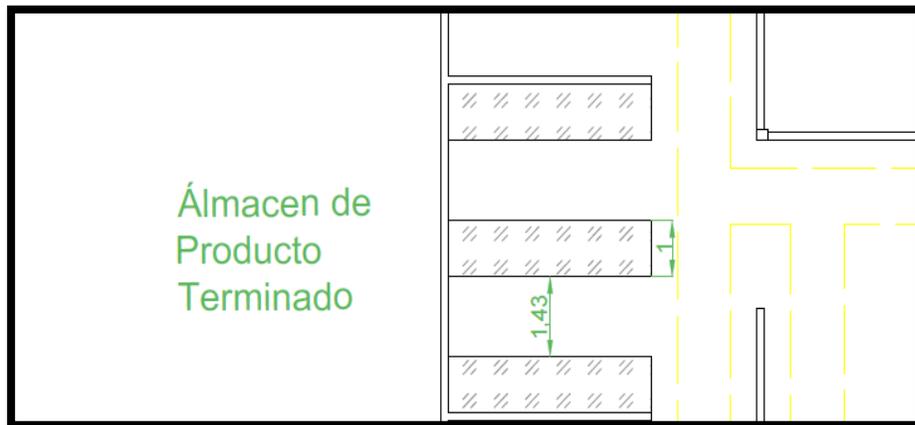


Imagen 5. 10 Distribución del área de almacenaje de P.T.

Fuente. Elaboración propia, 2017

### 5.7.5 Área de carga de producto terminado y descarga de materia prima

La función de esta área será de vital importancia ya que mediante esta se aprovisionara la planta del material necesario para su funcionamiento, el área asignada consta de un espacio de  $24\text{m}^2$ , se utilizaran dos camionetas con capacidad de carga de 3.5 ton que constan de una caja cerrada con dimensiones de largo 4.2, ancho 2.5 y alto 2 metros, la tarea para la que se empleara cada unidad: una es para el aprovisionamiento de materia prima y la segunda unidad será para el reparto de producto terminado, de manera que se optimiza el flujo de materiales así como los suministros necesarios para el funcionamiento de la planta pudiendo atender la demanda de clientes internos y externos en el tiempo requerido.

### 5.8 Maquinaria y equipo de producción.

El medio de conversión para obtener gránulos de caucho triturado será por trituración mecánica, este tipo de proceso es considerado como amigable con el medio ambiente, ya que no hay presencia de agentes químicos ni adición de calor, debido a que en el mercado nacional no existen fabricantes directos de este tipo de maquinaria, solo intermediarios.



Al consultar con proveedores extranjeros, se hizo un comparativo entre las ventajas que ofrecen estos fabricantes pudiendo llevar a cabo un análisis de los mismos (véase la tabla 5.8).

Tabla 5. 8 Comparativo de Fabricantes de líneas de reciclado

Fabricante	Dirección	Costo de línea de reciclaje pesos MNX	Características de compra
	México - Pachuca Km 81, Col. Lindavista, Pachuca, Hidalgo	\$ 2, 848, 186.00	No incluye gastos de envío, maniobras e instalación, garantía de 1 año
	Blvd. Domingo Arrieta 907 Col. Juan de la Barrera C.P. 34180, Durango, Dgo. México	\$ 5, 680,000.00	No incluye gastos de envío, maniobras e instalación, garantía de 1 año
	Gremio Toneleros 34 - Polígono Son Castelló 07009 - Palma de Mallorca	\$ 8, 430, 000.00	No incluye gastos de envío, maniobras e instalación, garantía de 1 año
Xuchang Huarui Machinery Co.,Ltd.	Xuchang City, Henan, China <a href="mailto:Email.Tina@xchrjx.com">Email.Tina@xchrjx.com</a>	\$ 1,136 ,380.00	No incluye gastos de envío, garantía de 2 años, ofrecen capacitación y servicio de instalación, y mantenimiento.

Fuente. Elaboración propia, 2017

Analizando el comparativo entre los fabricantes e intermediarios nacionales y extranjeros, el fabricante Xuchang Huarui, ofrece mejor precio así como condiciones de entrega, mayor tiempo de garantía, servicios para instalación y operación de equipos que sirven para la puesta en marcha de la línea de reciclaje, por lo que se considera como la opción más viable para el reciclado de llantas.

### 5.8.1 Capacidad de producción.

El plan de producción está en función de las necesidades de los clientes es decir de las previsiones de ventas. Esto supone adecuar la capacidad de producción (limitada por la maquinaria, las materias primas y los operarios) para abastecer correctamente a los clientes.



Según los datos proporcionados por los fabricantes de la planta de producción, se establece como capacidad máxima de producción a 500 kg por hora, por lo que en una jornada de 8 horas laborables, se pueden procesar 4 toneladas de caucho triturado, utilizando 174 llantas de desecho por día, tomando en consideración el peso promedio de una llanta que equivale a 23kg con referencia a la European Tyre recycling Association (2003), se visualiza la tabla 5.9, en donde se aprecia lo estipulado anteriormente.

*Tabla 5. 9 Capacidad de producción de maquinaria operando al 100%*

Maquinaria	Proceso en hora	Conversión kg.	Horas Diarias	Total Toneladas
Sección Pre-triturado	22u/hora	500	8	4.0
Sección Granulado	500kg/hora	500	8	4.0
Sección Molienda	500kg/hora	500	8	4.0
Sección Cribado & Limpieza	500kg/hora	500	8	4.0
Equipo de Empacado	500kg/hora	500	8	4.0

*Fuente. Elaboración propia, 2017.*

En la tabla 5.10 se representa la producción inicial, en donde la planta trabajará al 75% de su capacidad diaria, con la cual cubre la demanda estimada para los clientes.

*Tabla 5. 10 Capacidad de producción de maquinaria operando al 75%*

Maquinaria	Proceso en hora	Conversión kg.	Horas Diarias	Total Toneladas
Sección Pre-triturado	17u/hora	370	8	2.96
Sección Granulado	370u/hora	370	8	2.96
Sección Molienda	370kg/hora	370	8	2.96
Sección Cribado & Limpieza	370kg/hora	370	8	2.96
Equipo de Empacado	370kg/hora	370	8	2.96

*Fuente. Elaboración propia, 2017.*

De manera que se procesarán 137 unidades de llantas de desecho por turno con un peso promedio 23kg, para así obtener una producción diaria de 2.96 toneladas de gránulos de caucho. Las jornadas constarán de 8 horas laborales tomando en cuenta 6 días hábiles, debido al comienzo de operación de la empresa se trabajara un solo



turno, posteriormente y contemplando un escenario positivo, se puede incrementar el proceso productivo, así como las jornadas laborales con la captación de nuevos clientes que demanden el producto a fabricar.

En la tabla 5.11 se muestra los resultados estimados para la producción mensual y anual de la planta de reciclaje.

Tabla 5. 11 Producción estimada anual operando al 75%

Gránulos de Caucho	Producción Máxima	
	kg	Ton.
Producción Diaria	2,960	2.96
Producción Mensual	71,040	71.04
Producción Anual	852,480	852.48

Fuente. Elaboración propia, 2017.

### 5.8.2 Diseño de la maquinaria.

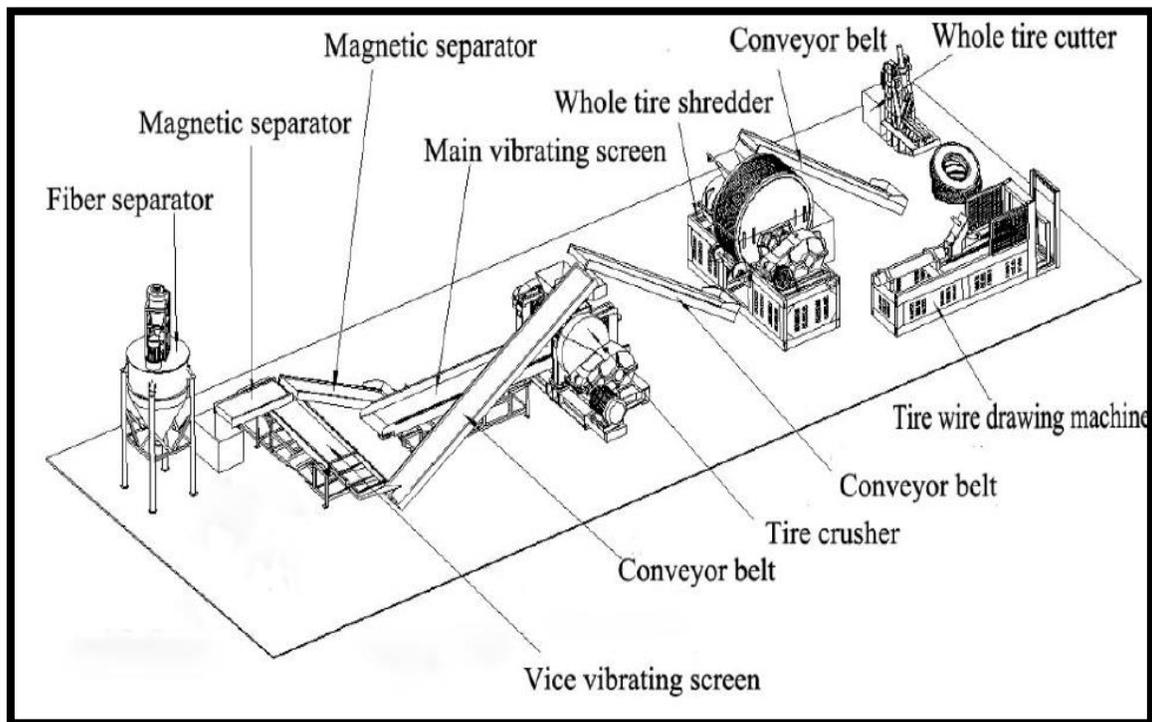


Imagen 5. 11 Diseño de distribución física de producción.

Fuente. Elaboración propia, 2017.



### 5.8.3 Características de maquinaria.

La planta corresponde a la instalación de equipos especializados para la recuperación de llantas de automóviles livianos y de carga, en la cual la capacidad de producción aproximada de esta planta es de 4 ton por día, pudiendo obtener diferentes tamaños de granulo que van desde el polvo de caucho (.1 a 1mm) hasta trozos de 6 a 10mm.

Las características de maquinaria se describen en las tablas 5.12, 5.13, 5.14, 5.15, 5.16, 5.17, 5.18 y 5.19, estas contienen información técnica por equipo, los cuales forman parte de la línea de reciclaje.

#### Equipo de pre-triturado

Tabla 5. 12 Máquina de trefilado

Máquina de Trefilado (destalonadora)	
Nombre	Parámetro técnico
Tamaño de alimentación (mm)	≤ 1300
Capacidad (llantas / hr)	30 - 40
Potencia (kw)	11
Dimensiones totales (m)	4.1 * 0.9 * 1.7
Peso del equipo (kg)	650
Aplicación: extraer acero del centro de la llanta	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017.

Tabla 5. 13 Máquina cortadora

Máquina para cortar llantas	
Nombre	Parámetro técnico
Tamaño de alimentación (mm)	≤ 1300
Capacidad (llantas / hr)	30 - 40
Potencia (kw)	5.5 / 7.5
Dimensiones totales (m)	1.3 * 0.8 * 1.65
Peso del equipo (kg)	850
Aplicación: cortar llantas grandes en piezas pequeñas	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017.



## Equipo de triturado

Tabla 5. 14 Equipo de triturado

Trituradora de llantas TS-800	
Nombre	Parámetro técnico
Tamaño de alimentación (mm)	≤ 900
Salida (T / h)	1 -2
Tamaño de salida (mm)	≤ 50*50
Potencia (kw)	22 / 30 * 2+4+1.5
Velocidad (r / min)	15
Peso del equipo (ton)	2.5
Aplicación: cortar llantas enteras en goma de 50*50mm	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017

## Equipo para traslado de material

Tabla 5. 15 Cinta transportadora

Cinta transportadora	
Nombre	Parámetro técnico
Potencia motor (kw)	1.5
Dimensiones totales (m)	6.0 * 0.9 * 2.4
Peso del equipo (ton)	.3
Aplicación: Se utiliza para transferir las llantas de un equipo hacia otro subproceso	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017

Tabla 5. 16 Cinta vibratoria primaria

Cinta vibratoria primaria	
Nombre	Parámetro técnico
Potencia motor (kw)	3.5
Dimensiones totales (m)	6.0 * 1.0 * 2.2
Peso del equipo (ton)	1.5
Aplicación: Separa el granulo del polvo, el acero y la fibra textil por gravedad	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017



## Equipo de cribado y limpieza

Tabla 5. 17 Separador magnético

Separador magnético	
Nombre	Parámetro técnico
Potencia motor (kw)	1.5
Dimensiones totales (m)	0.5 * 1.5 * 3.4
Peso del equipo (ton)	.5
Aplicación: Separa el alambre de acero del polvo de caucho	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017

Tabla 5. 18 Equipo vibratorio

Equipo vibratorio VICE	
Nombre	Parámetro técnico
Potencia motor (kw)	2.5
Dimensiones totales (m)	2.3 * 1.0 * 1.2
Peso del equipo (ton)	.3
Aplicación: Reduce el tamaño de separación de goma caucho.	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017

Tabla 5. 19 Separador de fibra

Separador de fibra	
Nombre	Parámetro técnico
Potencia motor (kw)	5.5
Potencia de aire soplado (kw)	7.5
Capacidad kg/h	800 - 1000
Dimensiones totales (m)	1.5 * 1.5 * 3.4
Peso del equipo (ton)	1.6
Aplicación: Separa impurezas de fibra, acero de la del caucho.	

Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017.



### 5.9 Diagrama de flujo de proceso

En la imagen 5.12 se representa la representación de flujo del proceso para tener una imagen clara de la secuencia del proceso.

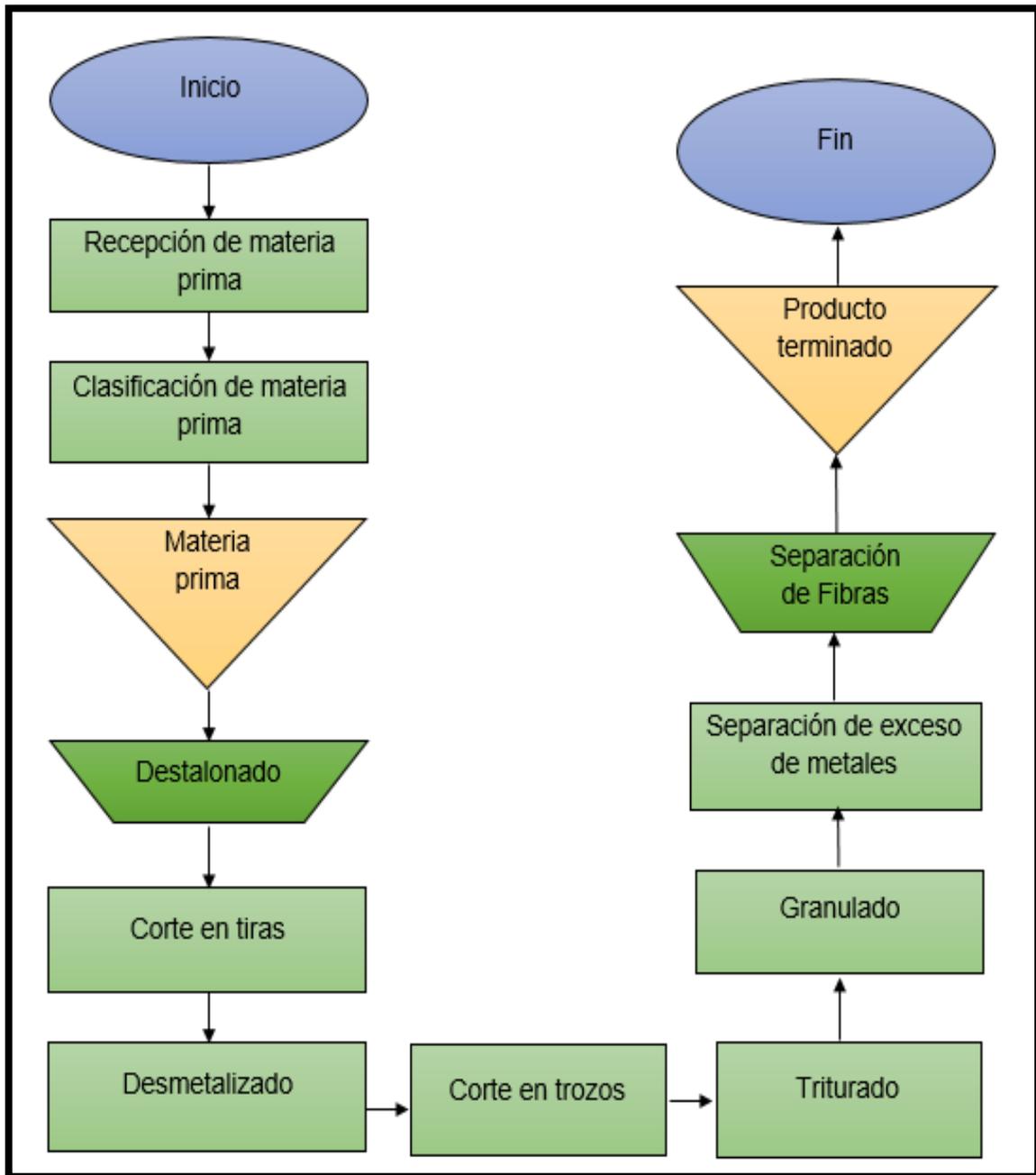


Imagen 5. 12 Diagrama de flujo de Proceso.

Fuente. Elaboración propia, 2017.



### **5.9.1 Proceso de producción**

La planta tiene como finalidad la recuperación de granulado de caucho proveniente de los neumáticos de camiones y vehículos particulares para su reutilización y conversión en un material de mayor calidad. El desarrollo del proceso es mediante la trituración mecánica, de manera que en esta etapa se describirán los pasos necesarios a seguir para la obtención del producto final.

#### **Recolección, recepción y clasificación de llantas**

En esta etapa consiste en la recolección de llantas fuera de uso que generan los diferentes establecimientos considerados como proveedores, una vez que se efectúa la recolección, se procede a realizar su clasificación y almacenaje en el espacio designado para el stock de materia prima, la fase de clasificación no es tan rigurosa, debido a que todos estos desechos, se consideran útiles para este proceso de reciclaje.

#### **Destalonado**

Esta etapa consiste en realizar el corte en el aro o talón de la llanta, con la finalidad de desprenderlo, siendo este componente el que tiene alambres de acero que hacen que la llanta soporte las cargas de tracción de frenado además de servir herméticamente para evitar que la llanta gire dentro de la cubierta o rin.

Los pedazos resultantes se dirigen al triturador portátil, que realiza una pre-trituración para posteriormente pasar al triturador primario. El removedor de laterales raspa la cara de los neumáticos hasta el metal, resultando un menor tamaño, después de esto, el neumático resultante se corta en pedazos más pequeños que facilitan su descomposición posterior.

El material troceado es aportado a una cinta transportadora. Los trozos superiores a 150x150mm son retenidos y retornados de nuevo a la cortadora rotativa; los trozos más pequeños son conducidos a un vaciadero por otra cinta transportadora. Desde esta sección son transportados al bloque de granulado.



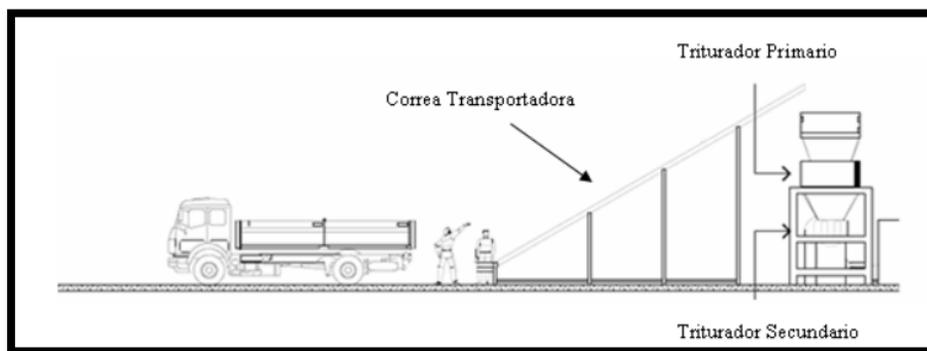
## Triturado primario

En esta fase del proceso un operador se encarga de depositar los trozos de llanta a una cinta transportadora que los llevan hacia el triturador primario. En esta acción, se incluyen los pedazos resultantes de la remoción de laterales.

El triturador primario es montado sobre el triturador secundario para cortar los neumáticos en trozos adecuados para dar paso con la siguiente etapa de triturado, como se puede observar en la imagen 5.13

## Triturador secundario:

Los chips resultantes de la primera trituración, caen por gravedad al triturador secundario. Este triturador reduce el producto a un tamaño suficientemente pequeño (50 x 50 mm.), para ser trabajado en el granulador.



*Imagen 5. 13 Proceso de Trituración Primaria.*

*Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017.*

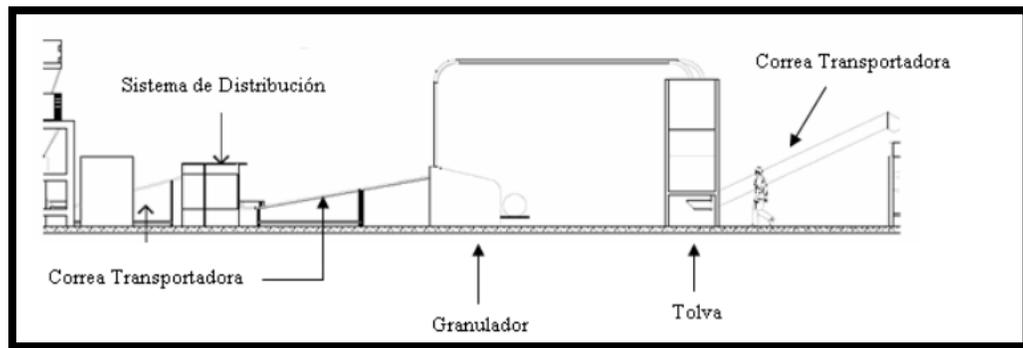
## Granulación

El granulador es una máquina procesadora de dos etapas. La primera consiste en un martillo doble y la segunda en un sistema de cuchillas cortadoras que permite entregar a los fragmentos de caucho la forma de gránulo. Los tamaños mayores a 8 mm, se devuelven a la prensa granuladora y repiten el proceso y los menores pasan a la etapa de separación del acero y continúan con el proceso.



En el granulador además se cumple la primera etapa de remoción del acero y la fibra, como se visualiza en la imagen 5.14.

Los gránulos obtenidos se depositan en una tolva que alimenta la correa que lleva el producto a la siguiente etapa del proceso.



*Imagen 5. 14 Proceso de granulación.*

*Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017.*

### **Separación del acero**

Esta etapa consiste en la separación del material excedente de metal, que resulta adherido en los componentes resultantes de goma, por medio de una cinta con imanes y una criba, que ayudan en la operación de remoción para compuestos de acero especialmente de alambres, el acero separado se almacena para posteriormente ser comercializado. En esta fase de separación los gránulos de caucho obtenidos de la etapa anterior ingresan al clasificador, el cual es una combinación de máquinas que limpian el producto procesado. La finalidad de esta parte es la remoción final del acero y la fibra en la cual el sistema identifica el producto molido para enviarlo: una parte al sistema de empaque y otra al molino de polvo fino.

### **Proceso de cribado y limpieza**

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



El material es aspirado del molino y aportado a otro silo, donde es transportado dosificadamente por un canal de evacuación y depositado en un tambor magnético, para separar de nuevo las partes de acero más pequeñas del flujo de material. La cribadora instalada sobre amortiguadores de caucho anti-vibraciones separa el flujo de material en 3 fracciones: textil-granulado que oscilan en tamaño de (0.25 a 4mm). Otro elevador transporta el granulado a otra cribadora para separar el granulado con la fracción final, desde aquí cada fracción será conducida a las mesas de selección para extraer las impurezas del granulado, el siguiente paso es la separación de los textiles que permitirá extraer la pelusa del granulado, la parte final del producto es el embolsado o empaque.



*Imagen 5. 15 Obtención de gránulos de caucho.*

*Fuente. Fabricante Xuchang Huarui, 2017.*

Una vez que los gránulos pasan por la sección de criba de limpieza de son depositados en sacos con capacidad de 50kg para su almacenaje, se aprovecha la gravedad para el llenado de los mismos (véase la imagen 5.15).

### **5.10 Recolección de materia prima**

Como primer punto se establecerá el medio y las rutas para el aprovisionamiento de materia prima, siendo el punto clave para poder obtener caucho triturado. Para la recolección se considera un camión para el traslado de llantas fuera de uso, que pasará por los establecimientos de llanteras y talacheras, el vehículo que recolectara las llantas consta de una capacidad de carga de 3ton por lo cual el número de llantas que se pueden transportar es de 110 a 120 dependiendo de la dimensión de las



mismas, los puntos de los que se obtendrá la materia prima abarca los municipios Apizaco, Chiautempan, Huamantla, Tetla, Tlaxcala y Tlaxco su ubicación se menciona en el apartado de anexos.

De manera que se debe establecer el recorrido del transporte hacia los diferentes proveedores de M.P. La ruta inicia desde el punto donde se instala la planta hasta cada uno de los establecimientos mencionados anteriormente. El personal necesario para realizar la recolección está conformada por un chofer y un ayudante, dentro de la jornada de para el acopio de llantas se consideran aspectos como: el tiempo dedicado para carga y descarga de material que es de 25 a 30 minutos, así como el empleado al consumo de comida, en el cual se comprende media hora dedicado para ello, en el desarrollo por día de ruteo se muestra la compensación dedicada a estas actividades, por lo que se utiliza el método del barrido el cual consiste en determinar todas las distancias y tiempo de transporte que recorrerá el vehículo en el sentido de las manecillas del reloj, fijando las coordenadas de la nave de producción hasta los proveedores (por medio de la web en Google maps), así mismo se consideró la capacidad de carga del vehículo para lograr obtener la ruta definida para una jornada de trabajo de 8 horas (Montoya, 2009).

Dicho método se resume en los siguientes pasos:

- Paso 1. Definir la capacidad del vehículo que se utilizará.
- Paso 2. Definir la demanda de los puntos a visitar.
- Paso 3. Definir la base de partida (planta recicladora).
- Paso 4. Visitar el punto más cercano y cumplir con la demanda del local.
- Paso 5. Repetir el paso 4 hasta alcanzar el límite de la capacidad del vehículo.
- Paso 6. Volver a la base para abastecer y repetir el proceso desde el paso 4
- El ciclo se repite para el resto de los clientes hasta que todos los clientes hayan sido visitados.

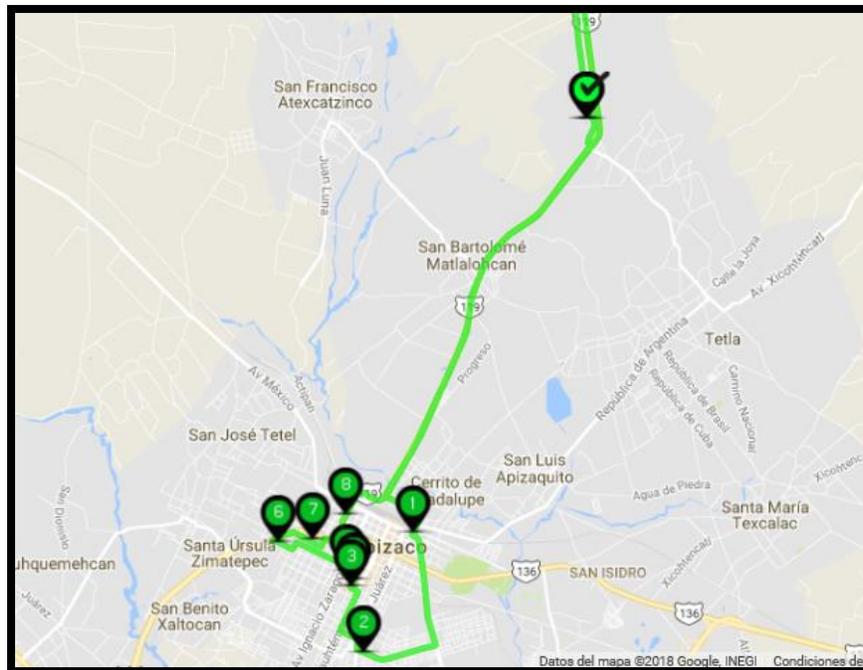


**5.10.1 Desarrollo de plan de rutas recolección de materia prima**

*Tabla 5. 20 Distancia de recorrido día 1 ruta Apizaco*

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen: Planta recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:00 h	00:00 h
Vulcanizadora alex	19.4176029,-98.135995	08:10 h	08:30 h	00:20 h
Vulcanizadora cregato	19.4027761,-98.142380	08:36 h	08:56 h	00:20 h
Vulcanizadora hermanos chavero	19.4108971,-98.144111	09:00 h	09:20 h	00:20 h
Distribuidora de oriente	19.4117673,-98.143685	09:22 h	09:42 h	00:20 h
Talachería morales	19.4128443,-98.144593	09:43 h	10:03 h	00:20 h
Multiservicios vulcanizadora Báez	19.4163966,-98.153626	10:07 h	10:27 h	00:20 h
Vulcanizadora Aquiles Serdán	19.4166606,-98.149189	10:30 h	10:50 h	00:20 h
Vulcanizadora Duran	19.4198196,-98.144814	10:53 h	11:13 h	00:20 h
Destino: Planta recicladora	Tetla de la Solidaridad	11:28 h		
Distancia: 23,92 km	Salida: 8:00 h	Llegada: 11:28 h		
Tiempo total: 3:28 h	Circulando: 0:48 h	En parada: 2:40 h		

*Fuente. Elaboración propia, 2017.*



*Imagen 5. 16 Puntos de recorrido para el día 1.*

*Fuente. Google maps, 2017.*



Tabla 5. 21 Distancia de recorrido día 1 ruta Apizaco

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		12:30 h	00:00 h
Vulcanizadora luna	19.4195575,-98.144631	12:39 h	12:59 h	00:20 h
Vulcanizadora lerina	19.4185206,-98.148072	13:01 h	13:21 h	00:20 h
Vulcanizadora neumatec	19.4192875,-98.151095	13:22 h	13:42 h	00:20 h
Vulcanizadora lima	19.4064034,-98.146707	13:50 h	14:10 h	00:20 h
Vulcanizadora los pequeños	19.4122058,-98.137304	14:15 h	14:35 h	00:20 h
Vulcanizadora Hernández	19.4156752,-98.135171	14:38 h	14:58 h	00:20 h
Vulcanizadora Saldaña	19.4206412,-98.142789	15:00 h	15:20 h	00:20 h
Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	15:35 h		
Distancia: 23,96 km	Salida: 12:30 h	Llegada: 15:35 h		
Tiempo total: 3:05 h	Circulando: 0:45 h	En parada: 2:20 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

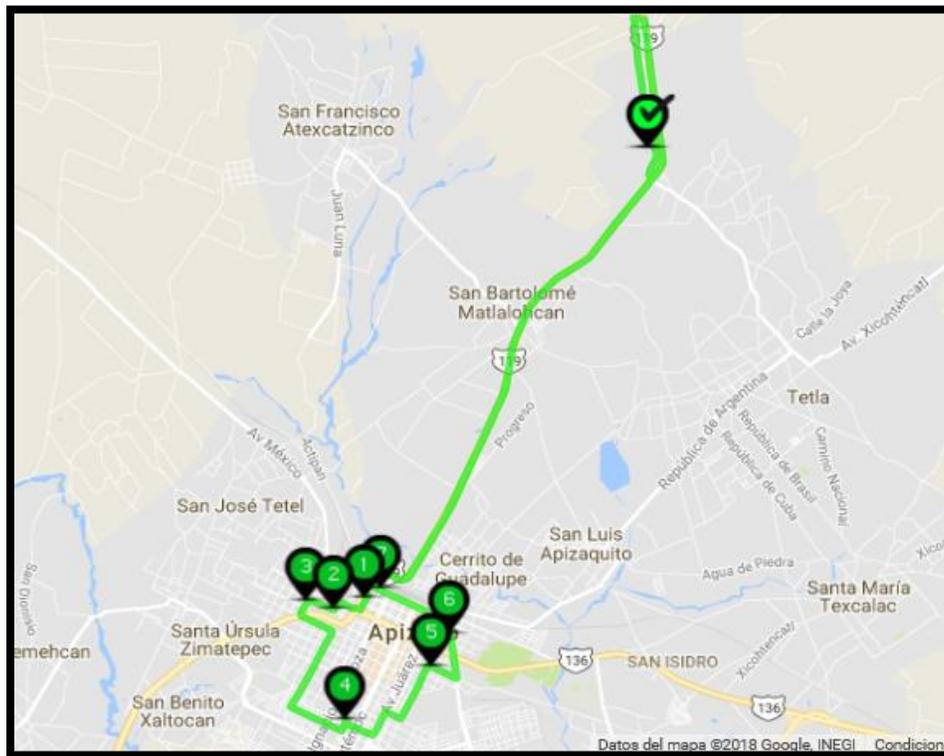


Imagen 5. 17 Puntos de recorrido para el día 1.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 22 Distancia de recorrido día 2 ruta Apizaco

Dirección	Llegada	Salida	Estancia	
Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:00 h	00:00 h
Vulcanizadora Saldaña Jr.	19.4209051,-98.144511	08:08 h	08:28 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.4206862,-98.144654	08:28 h	08:48 h	00:20 h
Vulcanizadora Saldaña 2	19.4167958,-98.145851	08:52 h	09:12 h	00:20 h
Vulcanizadora valencia	19.4122586,-98.146017	09:16 h	09:36 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.4062746,-98.149474	09:39 h	09:59 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.4041577,-98.150149	10:00 h	10:20 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.4021896,-98.142407	10:26 h	10:46 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.4138620,-98.135506	10:52 h	11:12 h	00:20 h
Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	11:30 h		
Distancia: 24,66 km	Salida: 08:00 h	Llegada: 11:30 h		
Tiempo total: 3:30 h	Circulando: 0:50 h	En parada: 2:40 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

Tabla 5. 23 Distancia de recorrido día 2 ruta Tetla

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta de Reciclado	Tetla de la Solidaridad		12:30 h	00:00 h
Vulcanizadora los toros	19.4583068,-98.118643	12:32 h	12:52 h	00:20 h
Neumáticos de Apizaco, S.A. de C.V.	19.4319597,-98.134100	12:54 h	13:14 h	00:20 h
Vulcanizadora flores	19.4347964,-98.132732	13:15 h	13:35 h	00:20 h
Vulcanizadora vulcatec	19.4392716,-98.130459	13:35 h	13:55 h	00:20 h
Vulcanizadora Medina	19.4413651,-98.129496	13:55 h	14:15 h	00:20 h
Vulcanizadora la capilla	19.4642513,-98.113598	14:18 h	14:38 h	00:20 h
Vulcanizadora González	19.4377504,-98.106637	14:47 h	15:07 h	00:20 h
Vulcanizadora González 2	19.4484887,-98.098929	15:12 h	15:32 h	00:20 h
Destino Planta de Reciclado	Tetla de la Solidaridad	15:37 h		
Distancia: 17,91 km	Salida: 12:30 h	Llegada: 15:37 h		
Tiempo total: 3:07 h	Circulando: 0:27 h	En parada: 2:40 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

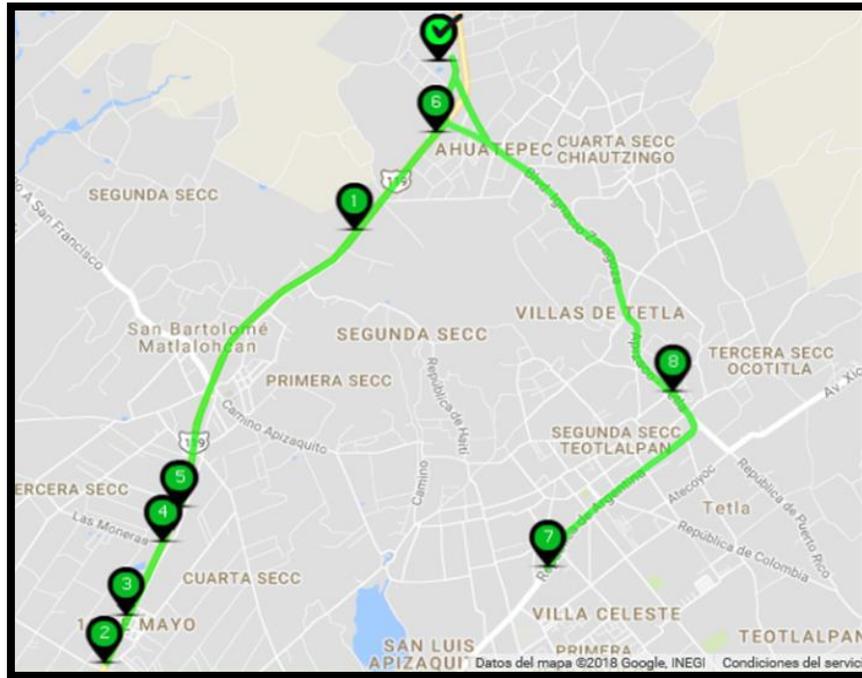


Imagen 5. 18 Puntos de recorrido para el día 2.

Fuente. Google maps, 2017.

Tabla 5. 24 Distancia de recorrido día 3 ruta Huamantla

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta de reciclado	Tetla de la Solidaridad		08:00 h	00:00 h
Vulcanizadora campos	19.322157,-97.924897	08:33 h	08:53 h	00:20 h
Talacheria la lluvia	19.3232267,-97.921784	08:56 h	09:16 h	00:20 h
Talacheria la morsa	19.3166414,-97.919323	09:20 h	09:40 h	00:20 h
Talacheria américa	19.3111376,-97.917715	09:44 h	10:04 h	00:20 h
Talacheria servicio tauro 2	19.3083332,-97.921413	10:06 h	10:26 h	00:20 h
Taller de talacheria	19.3098422,-97.934520	10:30 h	10:50 h	00:20 h
Talachas con pistola	19.3290894,-97.922095	10:57 h	11:47 h	00:50 h
Vulcanizadora el garaje	19.3161145,-97.903299	11:49 h	12:09 h	00:20 h
Destino Planta de reciclado	Tetla de la Solidaridad	12:46 h		
Distancia: 90,11 km	Salida: 08:00 h	Llegada: 12:46 h		
Tiempo total: 4:46 h	Circulando: 1:36 h	En parada: 3:10 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.



Tabla 5. 25 Distancia de recorrido día 3 ruta Huamantla.

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Planta recicladora	Tetla de la solidaridad		13:15 h	00:00 h
Vulcanizadora González	19.3156522,-97.935915	13:46 h	14:06 h	00:20 h
Vulcanizadora el gasero	19.3137493,-97.931139	14:08 h	14:28 h	00:20 h
Vulcanizadora y cambio de aceite	19.3285744,-97.921458	14:32 h	14:52 h	00:20 h
Vulcanizadora hermanos Monroy	19.3120773,-97.915692	14:56 h	15:16 h	00:20 h
Vulcanizadora san Martin	19.3250788,-97.923368	15:25 h	15:45 h	00:20 h
Planta recicladora	Tetla de la solidaridad	16:17 h		
Distancia: 76,91 km	Salida: 13:15 h	Llegada: 16:17 h		
Tiempo total: 3:02 h	Circulando: 1:22 h	En parada: 1:40 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

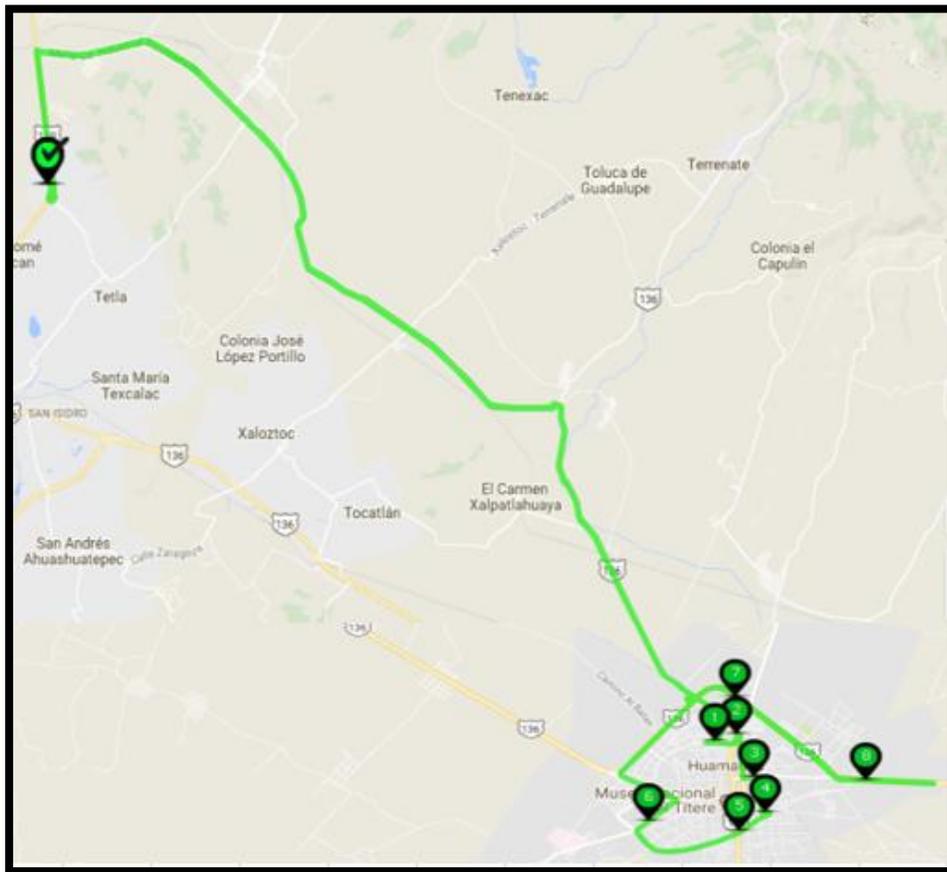


Imagen 5. 19 Puntos de recorrido para el día 3.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 26 Distancia de recorrido día 4 ruta Tlaxco.

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta recicladora	Tetla de la solidaridad		08:00 h	00:00 h
Vulcanizadora la guadalupana	19.6091691,-98.121106	08:16 h	08:36 h	00:20 h
Vulcanizadora san Agustín	19.6181525,-98.123348	08:41 h	09:01 h	00:20 h
Vulcanizadora giovanni	19.6174004,-98.122968	09:01 h	09:21 h	00:20 h
Vulcanizadora los pepes	19.6164205,-98.122718	09:21 h	09:41 h	00:20 h
Vulcanizadora Hernández	19.6117980,-98.124798	09:45 h	10:05 h	00:20 h
Destino Planta recicladora	Tetla de la solidaridad	10:23 h		
Distancia: 38,05 km	Salida: 8:00 h	Llegada: 10:23 h		
Tiempo total: 2:23 h	Circulando: 0:43 h	En parada: 1:40 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

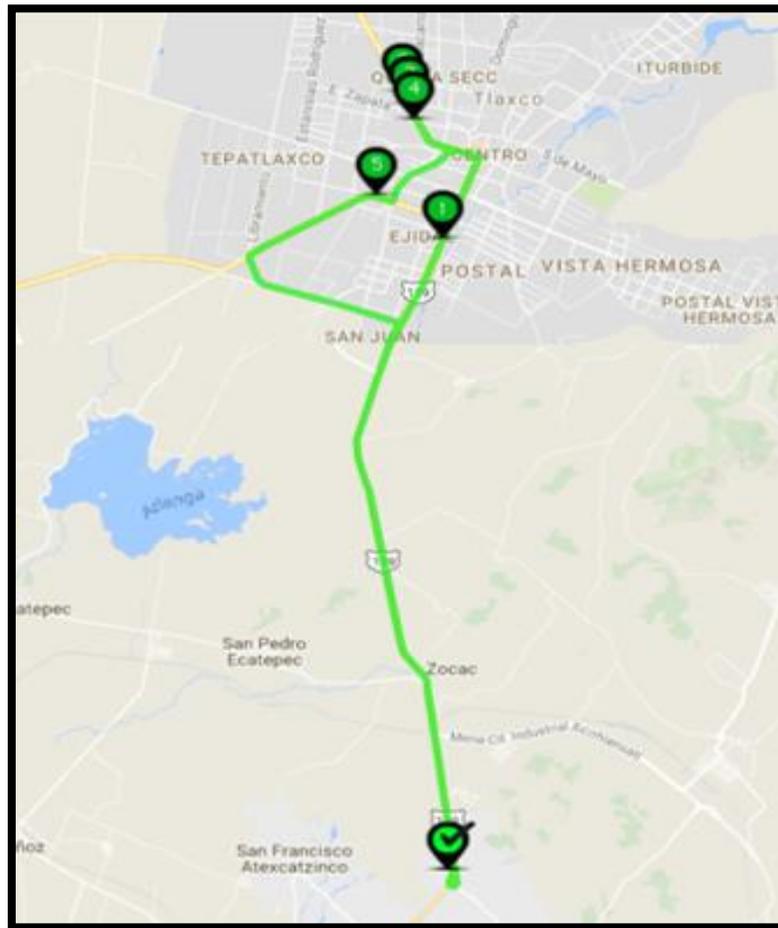


Imagen 5. 20 Puntos de recorrido para el día 4.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 27 Distancia de recorrido para el día 4 ruta Tlaxcala.

Nombre	Dirección	Salida	Estancia	
Origen Planta recicladora	Tetla de la solidaridad		11:25 h	00:00 h
Talachería los cuates	19.3269212,-98.200524	11:48 h	12:08 h	00:20 h
Servicios Ramírez alineación y balanceo	19.3133736,-98.216959	12:16 h	12:36 h	00:20 h
Talachería lobo Jr.	19.3134198,-98.228742	12:43 h	13:03 h	00:20 h
Talachería la central	19.2868005,-98.212739	13:14 h	13:34 h	00:20 h
Lubricantes coyotzi	19.2790593,-98.218426	13:37 h	13:57 h	00:20 h
Talachas dans	19.2969006,-98.233794	14:06 h	14:26 h	00:20 h
Talachería el retorno	19.2867826,-98.239750	14:34 h	14:54 h	00:20 h
Talachería Pérez	19.3249930,-98.242644	15:04 h	15:24 h	00:20 h
Destino Planta recicladora	Tetla de la solidaridad	16:00 h		
Distancia: 73,21 km	Salida: 11:25 h	Llegada: 16:00 h		
Tiempo total: 4:35 h	Circulando: 1:55 h	En parada: 2:40 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

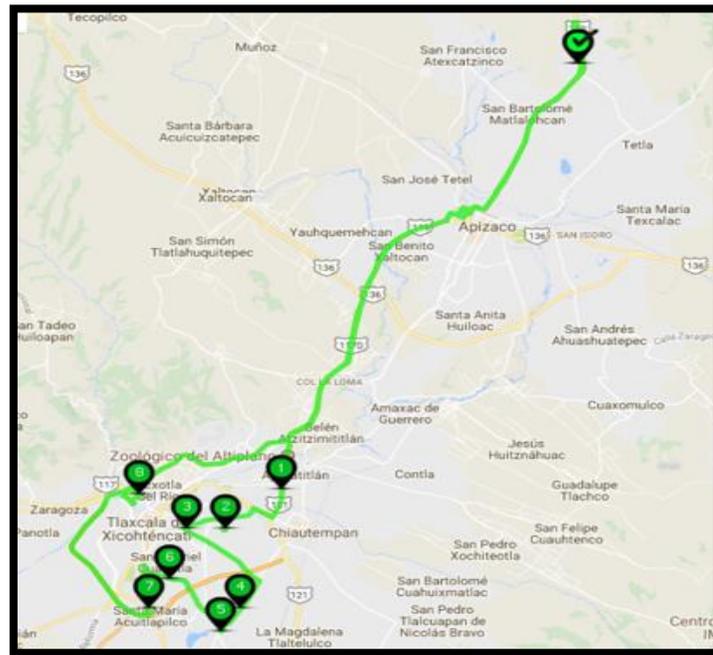


Imagen 5. 21 Puntos de recorrido para el día 4.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 28 Distancia de recorrido para el día 5 ruta Tlaxcala.

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:20 h	00:00 h
Vulcanizadora capier	19.3281914,-98.194101	08:46 h	09:06 h	00:20 h
Vulcanizadora brayan	19.3278347,-98.200420	09:09 h	09:29 h	00:20 h
Talachería Sánchez	19.2824021,-98.238431	09:41 h	10:01 h	00:20 h
Talachería tres hermanos	19.2892741,-98.250907	10:07 h	10:27 h	00:20 h
Talachería escorpión	19.3079387,-98.235227	10:36 h	10:56 h	00:20 h
Taller de vulcanizadora los ángeles	19.3168959,-98.246316	11:04 h	11:54 h	00:50 h
Vulcanizadora acuario	19.3168566,-98.246536	11:54 h	12:14 h	00:20 h
Talachería san José	19.3140037,-98.245888	12:17 h	12:37 h	00:20 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	13:15 h		
Distancia: 68,43 km	Salida: 8:20 h	Llegada: 13:15 h		
Tiempo total: 4:55 h	Circulando: 1:45 h	En parada: 3:10 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

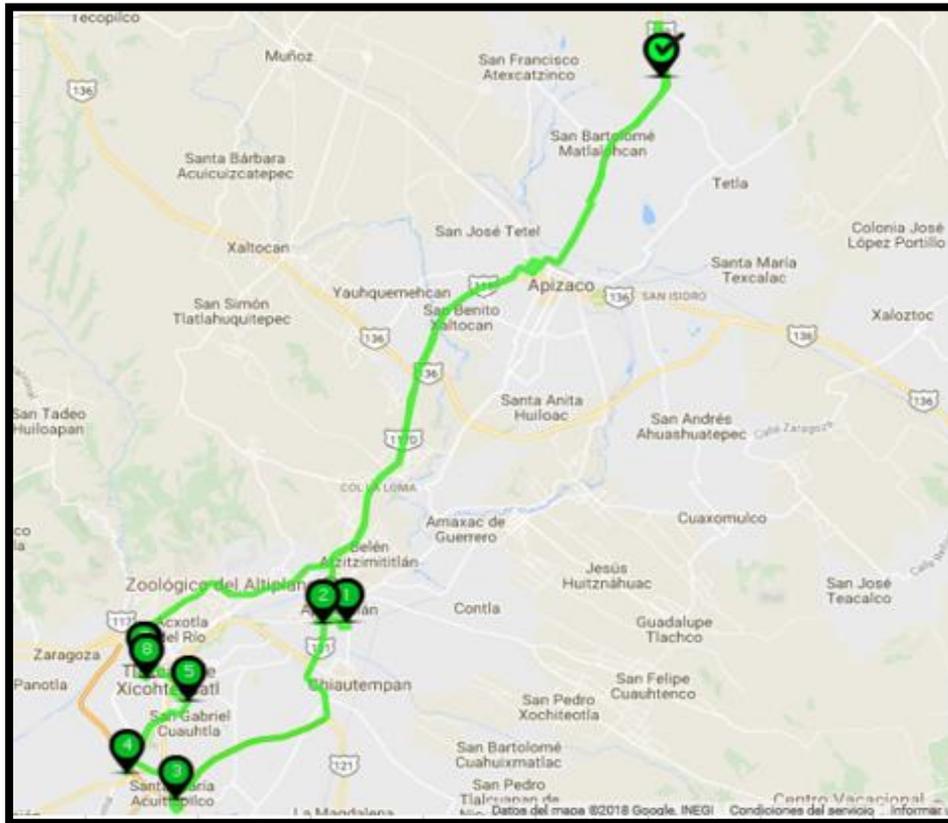


Imagen 5. 22 Puntos de recorrido para el día 5.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 29 Distancia de recorrido para el día 5 ruta Tlaxcala.

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		13:45 h	00:00 h
Vulcanizadora elvi	19.3248023,-98.200725	14:08 h	14:28 h	00:20 h
Secciones el puente	19.3189091,-98.205424	14:31 h	14:51 h	00:20 h
Talacheria sin nombre	19.319694,-98.197859	14:56 h	15:16 h	00:20 h
Talachera el crucero	19.3211001,-98.201283	15:17 h	15:37 h	00:20 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	16:08 h		
Distancia: 47,88 km	Salida: 13:45 h	Llegada: 16:08 h		
Tiempo total: 2:23 h	Circulando: 1:03 h	En parada: 1:20 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

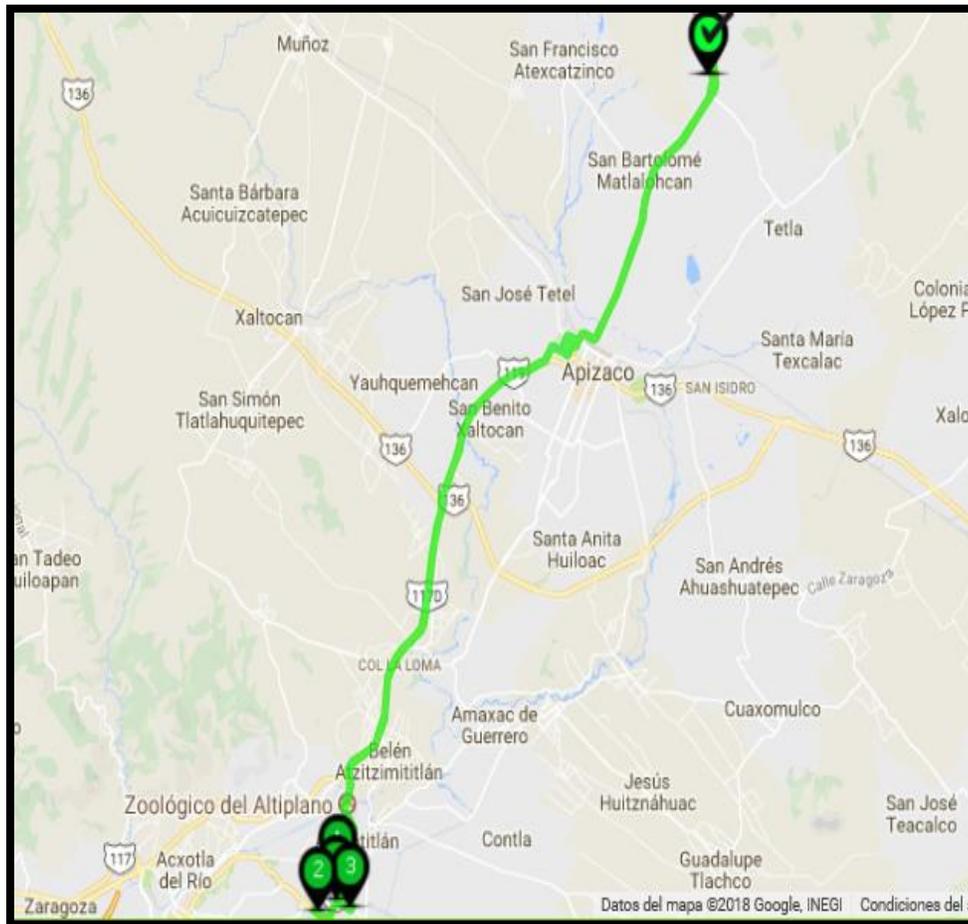


Imagen 5. 23 Puntos de recorrido para el día 5.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 30 Distancia de recorrido para el día 6 ruta Tlaxcala.

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
Vulcanizadora corona	19.315769,-98.195458	08:58 h	09:18 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.3234653,-98.181614	09:27 h	09:47 h	00:20 h
Vulcanizadora yoselin	19.3164149,-98.176615	09:51 h	10:11 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.313833,-98.184282	10:15 h	10:35 h	00:20 h
Vulcanizadora sin nombre	19.3100335,-98.189681	10:38 h	10:58 h	00:20 h
Vulcanizadora don guicho	19.3080276,-98.197576	11:04 h	11:54 h	00:50 h
Vulcanizadora sin nombre	19.314753,-98.202066	11:58 h	12:18 h	00:20 h
Vulcanizadora José	19.326698,-98.196186	12:24 h	12:44 h	00:20 h
Destino Planta recicladora	Tetla de la Solidaridad	13:16 h		
Distancia: 56,53 km	Salida: 8:30 h	Llegada: 13:16 h		
Tiempo total: 4:46 h	Circulando: 1:36 h	En parada: 3:10 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

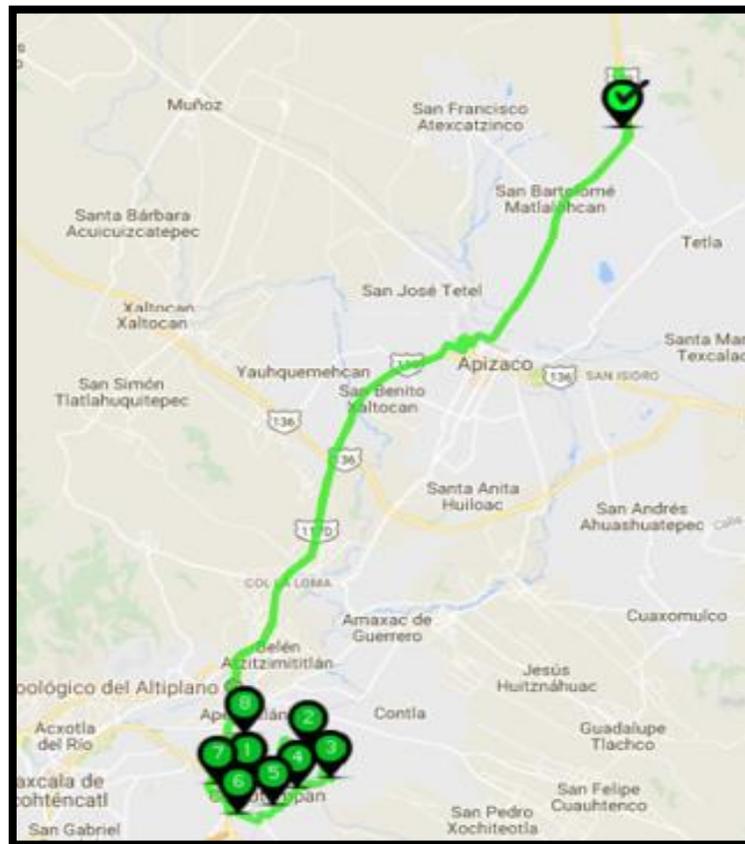


Imagen 5. 24 Puntos de recorrido para el día 6.

Fuente. Google maps, 2017.



Tabla 5. 31 Distancia de recorrido para el día 6 ruta Tlaxcala.

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta recicladora	Tetla de la Solidaridad		13:45 h	00:00 h
Vulcanizadora y cambio de aceite	19.3285744,-97.921458	14:18 h	14:38 h	00:20 h
Vulcanizadora hermanos Trujillo	19.3079259,-97.921349	14:45 h	15:05 h	00:20 h
Vulcanizadora yireth	19.3104938,-97.928498	15:11 h	15:31 h	00:20 h
Destino Planta recicladora	Tetla de la Solidaridad	16:08 h		
Distancia: 70,05 km	Salida: 13:45 h	Llegada: 16:08 h		
Tiempo total: 2:23 h	Circulando: 1:23 h	En parada: 1:00 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

### 5.10.2 Desarrollo de plan de rutas entrega de producto terminado

Para la entrega de producto terminado, se tiene contemplado el tiempo estimado para llevar a cabo la carga de material en la planta de producción, tarea que realizará el mismo chofer de la unidad, así mismo también se considera el periodo de recorrido entre cada punto al que se surtirá caucho triturado, también se asigna un espacio para que el operador de la unidad pueda consumir alimentos, en las siguientes tablas se aprecian los recorridos por día para dicha labor.

Tabla 5. 32 Distancia de recorrido entrega de producto terminado, para el día 1

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
PETRA	Poniente 140 No. 707, Col. Industrial Vallejo, C.P. 02300	10:34 h	11:04 h	00:30 h
Mexicana de silicones y caucho, s.a. de C.V.	Santa Isabel, 54960 Tultepec, Méx.	11:24 h	12:19 h	00:55 h
Adhesivos y cementos s.a. de C.V.	Av. Morelos, Nativitas, 03500 Ciudad de México, CDMX	12:45 h	13:15 h	00:30 h
Genbruger	Poniente 9 Manzana 10 Lote 8 Col. Cuchilla del Tesoro, Gustavo A. Madero	13:37 h	14:07 h	00:30 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	16:11 h		
Distancia: 324,47 km	Salida: 8:00 h	Llegada: 15:41 h		
Tiempo total: 7:41 h	Circulando: 5:16 h	En parada: 2:25 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

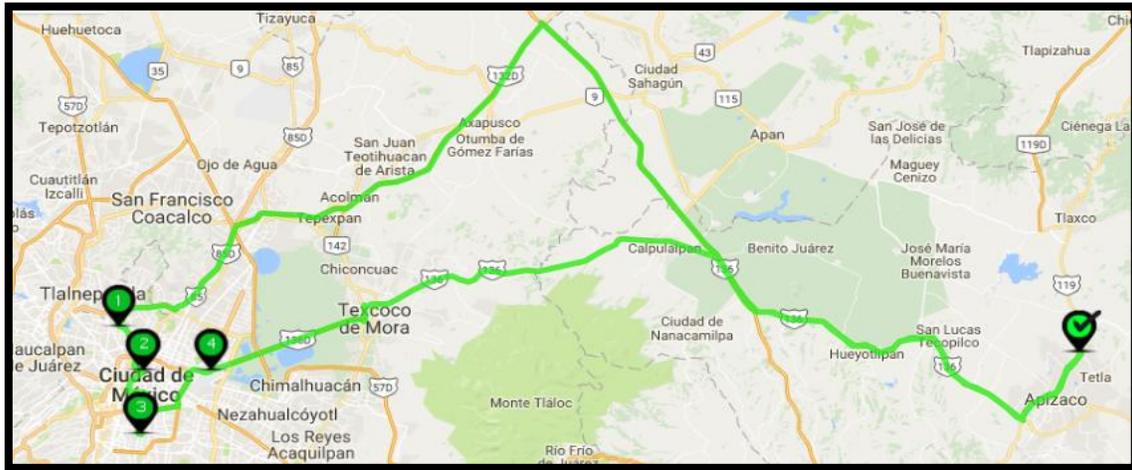


Imagen 5. 25 Puntos de entrega de P.T. para el día 1.

Fuente. Google maps, 2017.

Tabla 5. 33 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 2

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Recicladora	Planta Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
Trackmaster	Calle 19 65, San Pedro de Los Pinos, 03800 Ciudad de México, CDMX	10:37 h	11:07 h	00:30 h
Prodisa 5	Nonoalco, 03700 Ciudad de México, CDMX	11:15 h	12:10 h	00:55 h
Unimat (innovación en superficies)	Calle 4 No. 25-D Frac. Industrial Alce Blanco, Naucalpan. Estado de México	12:24 h	12:54 h	00:30 h
Destino Recicladora	Planta Tetla de la Solidaridad	15:17 h		
Distancia: 316,77 km		Salida: 8:30 h		Llegada: 15:17 h
Tiempo total: 6:47 h		Circulando: 4:52 h		En parada: 1:55 h

Fuente. Elaboración propia, 2017.

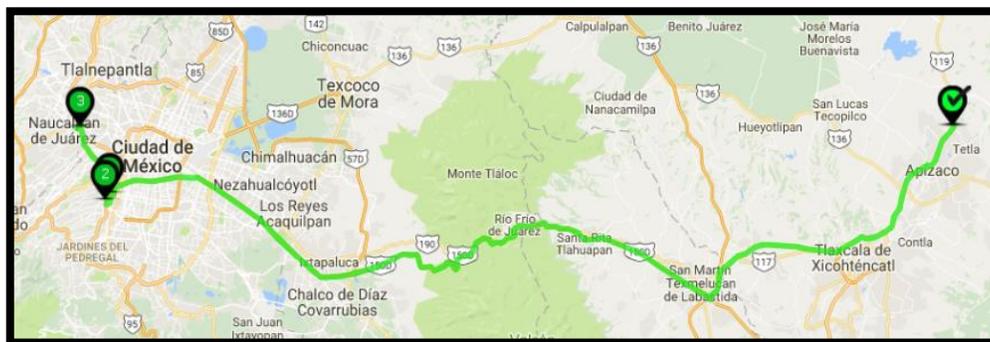


Imagen 5. 26 Puntos de entrega de P.T. para el día 2

Fuente. Google maps, 2017



Tabla 5. 34 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 3

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
Ultralife (equipo de gimnasio y superficies deportivas)	Juan C. Doria No. 65 Colonia Juan Escutia CP: 09100, México D.F.	10:10 h	10:40 h	00:30 h
Grupo Virgen	Abraham González 94, Juárez, 06600 Ciudad de México, CDMX	11:13 h	11:43 h	00:55 h
CSS (city sports systems)	Fujiyama # 56, Col. Las Águilas, Delegación Álvaro Obregón, México	12:07 h	13:02 h	00:30 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	15:17 h		
Distancia: 307,86 km	Salida: 8:30 h	Llegada: 15:17 h		
Tiempo total: 6:47 h	Circulando: 4:52 h	En parada: 1:55 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

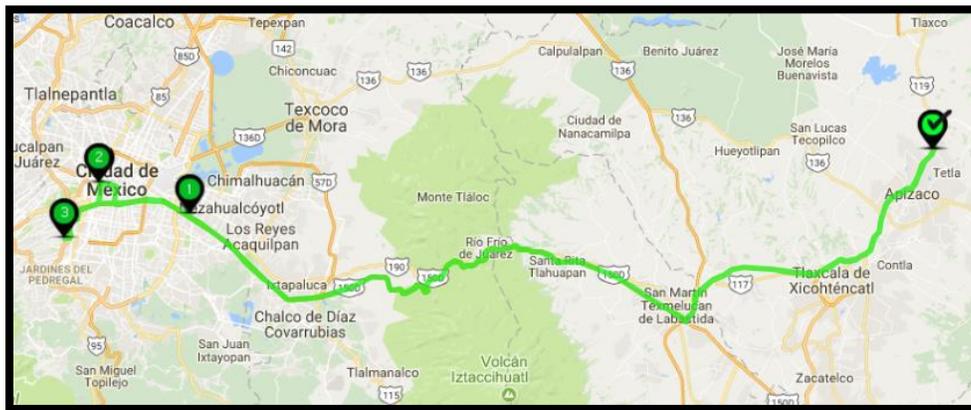


Imagen 5. 27 Puntos de entrega de P.T. para el día 3.

Fuente. Google maps, 2017.

Tabla 5. 35 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 4

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
Diquimtex	Calle Adalberto Tejeda 29, Los Olivos, 13210 Ciudad de México, CDMX	10:38 h	11:08 h	00:30 h
Grupo industrial alce s.a. de C.V.	México, Calle Pról. Paseo Totoltepec 505, Delegación Santa María Totoltepec, 50200 Toluca de Lerdo, Méx.	12:21 h	12:51 h	00:30 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	15:46 h		
Distancia: 406,96 km	Salida: 8:30 h	Llegada: 15:46 h		
Tiempo total: 7:16 h	Circulando: 6:16 h	En parada: 1:00 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.



Imagen 5. 28 Puntos de entrega de P.T. para el día 4

Fuente. Google maps, 2017

Tabla 5. 36 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 5

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
Dustcontrol (loseta de caucho)	Lago Wan 11, Pensil, 11320 Ciudad de México, CDMX	11:00 h	12:00 h	01:00 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	14:30 h		
Distancia: 284,10 km	Salida: 8:30 h	Llegada: 13:30 h		
Tiempo total: 5:09 h	Circulando: 4:39 h	En parada: 0:30 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

### Venta de Acero y Fibra textil

Tabla 5. 37 Distancia de recorrido entrega de P.T. para el día 6

Nombre	Dirección	Llegada	Salida	Estancia
Origen Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad		08:30 h	00:00 h
Recuperadora de Metales	Blvrd E. Sánchez Piedras 90, Centro, 90300 Apizaco, Tlax.	08:40 h	09:00 h	00:20 h
Fibras para el Aseo S.A. de C.V.	Calle Industrial Xicoténcatl Lote 5 2a Etapa, 90430 Tetla, Tlax.	09:23 h	09:43 h	00:20 h
Destino Planta Recicladora	Tetla de la Solidaridad	09:57 h		
Distancia: 41,43 km	Salida: 8:30 h	Llegada: 9:57 h		
Tiempo total: 1:27 h	Circulando: 0:47 h	En parada: 0:40 h		

Fuente. Elaboración propia, 2017.

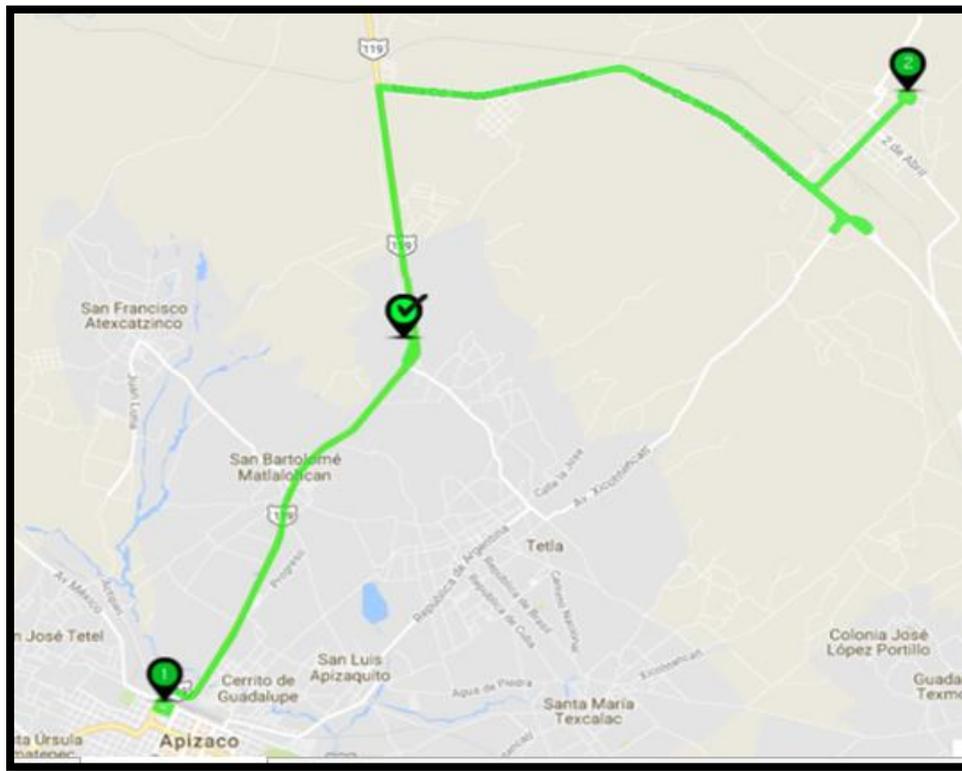


Imagen 5. 29 Puntos de entrega de P.T. para el día 6

Fuente. Google maps, 2017

### 5.10.3 Costos de peaje por caseta para entrega de producto terminado

Tabla 5. 38 Costo de peaje día 1

Ruta 1 Apizaco, Tlaxcala a Tlalnepantla México					
Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Caseta o puente	Pick ups
Apizaco - Entronque Sanctorum	Tlax.	Méx 136	43		80.00
Lib. N. cd México (ent. Sanctórum-Ent. V. Carranza)	Hgo.	Méx M40D	43.7	Tulancingo/Sanctórum	
Entronque V. Carranza- Entronque Tepexpan	Méx	Méx 132	42.47		77.00
Entronque Tepexpan- Entronque San Cristóbal	Méx	Méx 132D	9.73	Ecatepec	
Entronque San Cristóbal- Tlalnepantla	Méx	Méx 035D	30		
<b>Total</b>					<b>157.00</b>

Fuente. SCT. Mappir, 2018.



Tabla 5. 39 Costo de peaje día 1

Ruta 1 Apizaco, Tlaxcala a Naucalpan México					
Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Caseta o puente	Pick ups
Apizaco - Tlaxcala	Tlax	Méx 117	20		
Tlaxcala-Entronque aocal	Tlax	Méx 117D	25.2	Aucal	68.00
Entronque aocal- Entronque San Martin Texmelucan	Pue	Méx M40D	6		
Entronque San Martin Texmelucan- Entronque Santa Martha Acatitla	CDMX	Méx 150D	74.7	San Marcos	120.00
Entronque Santa Martha Acatitla- Naucalpan de Juárez	CDMX	Zona urbana	33.5		
<b>Total</b>					<b>188.00</b>

Fuente. SCT. Mappir, 2018.

Tabla 5. 40 Costo de peaje día 2

Ruta 2 Apizaco, Tlaxcala a Naucalpan México					
Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Caseta o puente	Pick ups
Apizaco - Tlaxcala	Tlax.	Méx. 117	20		
Tlaxcala-Entronque Aucal	Tlax.	Méx. 117D	25.2	Aucal	68.00
Entronque aocal- Entronque San Martin Texmelucan	Pue	Méx M40D	6		
Entronque San Martin Texmelucan- Entronque Santa Martha Acatitla	CDMX	Méx 150D	74.7	San Marcos	120.00
Entronque Santa Martha Acatitla- Naucalpan de Juárez	CDMX	Zona urbana	33.5		
<b>Total</b>					<b>188.00</b>

Fuente. SCT. Mappir, 2018.

Tabla 5. 41 Costo de peaje día 3

Ruta 2 Apizaco, Tlaxcala a Naucalpan México					
Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Caseta o puente	Pick ups
Apizaco - Tlaxcala	Tlax.	Méx 117	20		
Tlaxcala-Entronque Aucal	Tlax.	Méx .117D	25.2	Aucal	68.00
Entronque Aucal- Entronque San Martin Texmelucan	Pue	Méx. M40D	6		



Continuación de tabla 5.41.

Entronque San Martín Texmelucan- Entronque Santa Martha Acatitla	CDMX	Méx 150D	74.7	San Marcos	120.00
Entronque Santa Martha Acatitla- Naucalpan de Juárez	CDMX	Zona urbana	33.5		
<b>Total</b>					<b>188.00</b>

Fuente. SCT. Mappir, 2018.

Tabla 5. 42 Costo de peaje día 4

Ruta 1 Apizaco, Tlaxcala a Naucalpan México					
Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Caseta o puente	Pick ups
Apizaco - Tlaxcala	Tlax	Méx 117	20		
Tlaxcala-Entronque aupal	Tlax	Méx 117D	25.2	Aupal	68.00
Entronque aupal- Entronque San Martín Texmelucan	Pue	Méx M40D	6		
Entronque San Martín Texmelucan- Entronque Santa Martha Acatitla	CDMX	Méx 150D	74.7	San Marcos	120.00
Entronque Santa Martha Acatitla- Entronque Reforma/Constituyentes	CDMX	Zona urbana	30.4		
Entronque Reforma/Constituyentes- Marquesa	CDMX	Méx 015D	22	La venta	82.00
La marquesa - Toluca	CDMX	Mex 015	33		
<b>Total</b>					<b>270.00</b>

Fuente. SCT. Mappir, 2018.

Tabla 5. 43 Costo de peaje día 5

Ruta 2 Apizaco, Tlaxcala a Naucalpan México					
Nombre	Edo.	Carretera	Long. (km)	Caseta o puente	Pick ups
Apizaco - Tlaxcala	Tlax	Méx 117	20		
Tlaxcala-Entronque aupal	Tlax	Méx 117D	25.2	Aupal	68.00
Entronque aupal- Entronque San Martín Texmelucan	Pue	Méx M40D	6		
Entronque San Martín Texmelucan- Entronque Santa Martha Acatitla	CDMX	Méx 150D	74.7	San Marcos	120.00
Entronque Santa Martha Acatitla- Naucalpan de Juárez	CDMX	Zona urbana	33.5		
<b>Total</b>					<b>188.00</b>

Fuente. SCT. Mappir, 2018.



Una vez que se desarrolla el plan de rutas, se obtiene un mayor aprovechamiento de las unidades de transporte que se utilizan, de las cuales se reduce el costo por kilometraje recorrido, el tiempo de traslado en el aprovisionamiento de materia prima y entrega de producto terminado, así como el costo de peaje que genere la visita a los clientes.

En la tabla 5.44 se aprecia el kilometraje total y tiempo requerido por semana para entrega y aprovisionamiento de caucho.

Tabla 5. 44 Kilometraje y tiempo de circulación para aprovisionamiento de M.P. semanal

Ruta	Kilómetros recorridos	Tiempo de circulación
Apizaco	47.88	1.33 hr
Tetla	42.57	1.17 hr
Huamantla	177.46	1.40 hr
Tlaxco	38.05	0.43 hr
Tlaxcala	141.64	3.00 hr
Chiautempan	174.46	3.59 hr
<b>Total</b>	<b>622.06</b>	<b>11.30 hr</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Tabla 5. 45 Kilometraje y tiempo de circulación para entrega de P.T. semanal

Recorrido	Kilómetros recorridos	Tiempo de circulación
Día 1	324.47	5.16 hr
Día 2	316.77	4.52 hr
Día 3	307.86	4.52 hr
Día 4	406.96	6.16 hr
Día 5	327.19	4.39 hr
Día 6	41.43	0.47 hr
<b>Total</b>	<b>1724.68</b>	<b>26.10 hr</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

#### 5.10.4 Total de kilometraje recorrido

Tabla 5. 46 Tiempo total y kilometraje de recorrido semanalmente

Tipo de Recorrido	Kilómetros recorridos (km)	Tiempo de circulación
Recolección de M.P.	622.06	11.30 hr
Repartición de P.T.	1724.68	26.10 hr
<b>Total</b>	<b>2346.7</b>	<b>37.4 hr</b>
<b>Promedio por día</b>	<b>391.11</b>	<b>6.20 hr</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.



### 5.10.5 Costo de peaje para entrega de producto terminado.

Considerando el costo de peaje para entrega de producto terminado, se obtiene la cantidad que se muestra en la tabla 5.47.

Tabla 5. 47 Costo de peaje semanal.

Concepto de peaje	Costo en pesos (\$) MNX
Repartición de P.T. (semanal)	\$ 1,179
<b>Total (mensual)</b>	<b>\$ 4,716</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

### 5.10.6 Disponibilidad de insumos

Los insumos que serán necesarios para realizar las actividades de la empresa se visualizan en la tabla 5.48.

Tabla 5. 48 Costo de insumos mensuales

Insumo	Costo mensual (\$)
Costales de capacidad 50kg	1,008.00
Equipo de protección personal	2,106.15
Tarimas para almacenar producto terminado	3,600.00
<b>Total</b>	<b>\$6,714.15</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

El equipo para la protección y seguridad del trabajador consta de lentes de seguridad, caco, bota industrial, faja, guantes, tapones, escobas, playeras y material contra incendios, con la finalidad de cuidar la integridad del trabajador.

Las herramientas de uso manual se utilizan para la operación de las máquinas, también serán de utilidad para poder hacer reparaciones menores en los equipos, un juego de herramientas comprende: desarmadores, martillos, llaves, taladro con brocas, cizallas, pinzas, flexómetros, cúter uso rudo y 2 juegos de seguetas.



### 5.10.7 Recurso humano

El personal requerido para poder operar la planta de producción estará constituido por personal del administrativo y personal operativo de la siguiente manera (véase en la tabla 5.49).

Tabla 5. 49 Personal requerido para planta de triturado de llantas

Área		Puesto	Salario (mensual)
Administrativa	1	Supervisor(Turno 1)	\$ 9 450.00
	1	Contador (externo)	5 000.00
	1	Secretaria	5 400.00
<b>Total administrativo</b>			<b>19,850.00</b>
Producción	6	Operarios	32 400.00
	2	Chofer	13 500.00
<b>Total producción</b>			<b>45,900.00</b>
<b>Total salarios base mensual</b>			<b>\$ 65 750.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

#### Personal de producción.

El personal que se contrate recibirá capacitación para el manejo y operación de los equipos, para que su productividad sea de calidad haciendo referencia al cuidando de seguridad y salud ocupacional.

El personal operativo cubrirá funciones de control y seguimiento en la cadena de productiva que abarca desde el ingreso de llantas a la línea de reciclaje hasta el pesaje de producto terminado, estos tienen contacto directo con la manipulación de las maquinarias industriales. Los choferes llevarán acabo la labor entrega de producto terminado así como de carga y descarga de los materiales en el acopio de materia prima. El tipo de contrato que se realizará con los trabajadores será de término fijo, es decir bimestral con la finalidad de que el trabajador pueda mostrar avance y mejora en sus actividades que desempeña, pudiendo obtener un contrato por tiempo indefinido en un lapso de 6 meses. En el contrato estarán incluidas las prestaciones legales como: salud, pensión, riesgos profesionales y horas extras. La jornada laboral para los trabajadores será de 8 horas de lunes a sábado, con un día de descanso a la semana y media hora para comida como lo indica la ley federal del trabajo en su artículo 63.

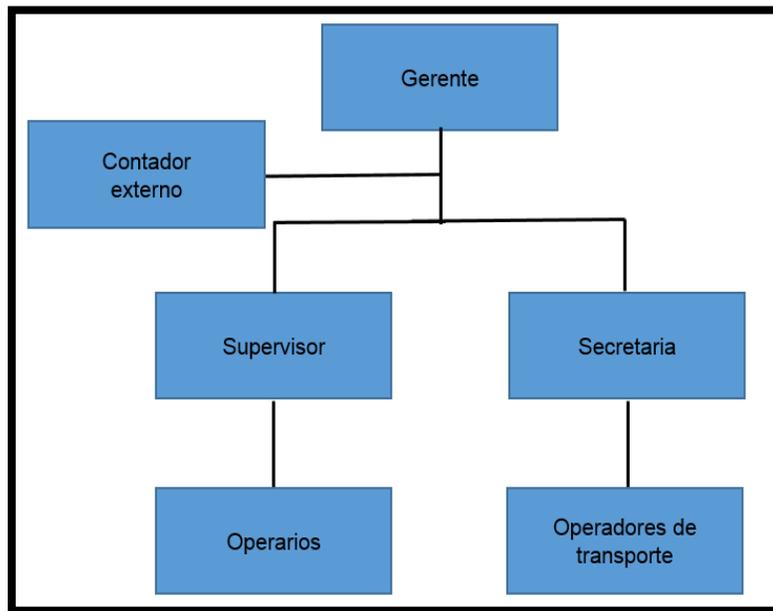


**Personal administrativo.**

- Supervisor.- Encargado de vigilar el buen desempeño de los trabajadores y hacer la mejor selección de los mismos, coordinará las actividades de las subáreas del proceso productivo, así como deberá cumplir con los reglamentos para el buen funcionamiento de la empresa.
- Contador (externo).- Realizará los informes contables de la empresa, la facturación de la empresa y contará con los registros de la empresa actualizados, cabe mencionar que es considerado como externo por lo cual no percibirá la prestación de seguro social.
- Secretaria.- Llevará los registros relacionados con asuntos de la gerencia, atenderá llamadas, realizará oficios e informes para el buen funcionamiento de la empresa, atenderá a los clientes, tomará pedidos, así como la vinculación con la entrega de producto terminado y recolección de materia prima.

**5.11 Organigrama**

El organigrama que representa la manera de cómo estará conformada la empresa se visualiza en la (imagen 5.30).



*Imagen 5. 30 Diagrama de flujo.  
Fuente. Elaboración propia, 2018.*



### **5.12 Trámites legales.**

Los trámites legales para constituir y establecer una empresa conforme a las disposiciones legales vigentes del estado de Tlaxcala de acuerdo al municipio donde se ubicará la empresa se enmarcan a continuación.

Requisitos:

Personas físicas

1. Recibo de pago de impuesto predial (Vigente, una copia)
2. Recibo de pago de agua potable (Vigente, una copia)
3. Credencial de elector del Propietario de la licencia (Vigente, una copia)
4. Escritura Pública y/o del contrato de arrendamiento o comodato (una copia)

Personas morales

1. Recibo de pago de impuesto predial
2. Recibo de pago de agua potable (Vigente, una copia)
3. Credencial de elector del representante legal (Vigente, una copia)
4. Acta constitutiva y poder notarial (una copia)
5. Escritura Pública y/o del contrato de arrendamiento o comodato (una copia)

*Programa establecido para las Empresas de bajo o nulo riesgo.*

De acuerdo al fundamento legal el monto de cobro es de \$ 20 mil pesos, en lo que confiere a la licencia de uso de suelo y apertura, así como a la declaración de impacto ambiental, que establece de la Dirección de Desarrollo Económico. Ley de Ingresos del Municipio de Tlaxcala Art. 33.Fracción 1, Art.24. Fracción VI, Art. 16. Fracción V, Art. 41. Fracción VII TARIFA, Art.33. Fracción I, Art. 36 inciso A, Art.42. Fracción III.

### **5.13 Resumen de estudio técnico.**

Una vez analizado los factores que intervienen en la elección del sitio adecuado para instalar la planta de reciclaje, entre las distintas alternativas se propone la renta de una nave industrial con costo de 15 mil pesos mensuales, ubicada en el municipio de Tetla de la Solidaridad, teniendo en consideración que no existen empresas consideradas



como competidores, este punto facilita la disposición y aprovisionamiento de materia prima para el funcionamiento de la planta de reciclaje.

Para el aprovisionamiento de materia prima se trazaron rutas estratégicas que permiten llevar a cabo un menor recorrido posible que puede verse reflejado en menor costo de combustible utilizado para el recorrido de los vehículos encargados de la recolección de llantas de desecho.

La tecnología empleada en el proceso de transformación es de origen chino debido a que en México no existen constructores de este tipo de equipos, sin embargo hay intermediarios que los comercializan a diferencia de otros países, como en países de Estados Unidos de América y Europa donde existe gran presencia de fabricantes, pero con algunas desventajas como lo son: el alto costo de comercialización, el tipo de garantía que ofrecen, mayor precio de instalación, montaje y puesta en marcha de la línea de reciclaje, por lo que al realizar un comparativo con la empresa china mejora la instancia de compra en cuanto a precio principalmente, instalación, garantía de dos años y puesta en marcha del proyecto. Este tipo de líneas de reciclaje siguen el mismo principio de triturado, la diferencia entre ellas es la capacidad de molienda para generar mayor cantidad de caucho triturado, por mencionar que los equipos de origen chino que se muestran tienen una capacidad mínima de procesamiento de hasta 4 toneladas por día, mientras que los equipos de otros proveedores son capaces de procesar hasta 8 toneladas por un turno de 8 horas.

El personal que se requiere para operar la línea de reciclaje deberá ser de un supervisor, cinco operadores para la manipulación de maquinaria, un chofer para entrega de producto terminado, un chofer y un ayudante para la recolección en establecimientos de llantas de desecho.



## Capítulo 6. Estudio financiero

En este estudio se determina detalladamente la inversión inicial, costos, gastos ingresos y la utilidad del proyecto que se pretende implantar, vislumbrando un panorama del desarrollo de la empresa en el apartado financiero, pudiendo establecer una proyección a corto plazo previniendo imprevistos que se puedan presentar.

### 6.1 Instalación y constitución de la empresa

El registro de notaría, matrícula de industria y comercio así como el registro ante la cámara de comercio, no generara costo alguno, ya que por decreto de la Ley de la constitución de empresas, que forma parte de la Reforma a la Ley General de Sociedades mercantiles, la cual señala que se puede constituir una sociedad o empresa legal sin costo alguno y hasta en un día, siempre y cuando la empresa a constituir se dé Sociedad por Acciones Simplificadas. Los requisitos para poder realizar los trámites son los siguientes.

- La e-firma o Firma Electrónica Avanzada, actualizada.
- Una autorización de la denominación de su empresa, que se tramita en unos minutos en el portal de [www.tuempresa.gob](http://www.tuempresa.gob) o presencialmente en las delegaciones de la SE.
- Computadora con Internet y navegador Chrome o Internet Explorer 10 o superior.
- Completar los 10 apartados para constituir las S.A.S., si no se termina de llenar el formulario en una sesión, se dispone de 15 días hábiles para completarlo.

Cabe aclarar que la constitución legal por este mecanismo aplica solo para empresas nuevas o que tengan ingresos anuales máximos de hasta cinco millones de pesos.

### 6.2 Muebles y enseres en el área administrativa

En la tabla 6.1 se muestran los elementos necesarios para el área administrativa, también se presentan los valores por depreciación anual, bajo el método de línea recta



en el cual la vida útil corresponde a 10 años, aplicando un porcentaje de depreciación de acuerdo al Diario Oficial de la Federación (2018).

Tabla 6. 1 Depreciación de muebles requeridos para el área administrativa

Activo fijo			Depr.	Monto de depreciación \$ (periodo en años)				
Cant.	Para Administración y Ventas	Importe (\$)	Anual (%)	1	2	3	4	5
2	Escritorio	1,800.00	0.1	1,620.00	1,440.00	1,260.00	1,080.00	900.00
4	Silla	2,400.00	0.1	2,160.00	1,920.00	1,680.00	1,440.00	1,200.00
2	Regulador para P.C.	700.00	0.1	630.00	560.00	490.00	420.00	350.00
1	Archivero	250.00	0.1	225.00	200.00	175.00	150.00	125.00
2	Computadora escritorio	1,200.00	0.1	1,080.00	960.00	840.00	720.00	600.00
1	Multifuncional	8,600.00	0.3	6,450.00	4,300.00	2,150.00	0.00	
1	Teléfono de oficina	1,150.00	0.3	862.50	575.00	287.50	0.00	
<b>Subtotal</b>		<b>16,100.00</b>		<b>13,027.50</b>	<b>9,955.00</b>	<b>6,882.50</b>	<b>3,810.00</b>	<b>3,175.00</b>

Activo fijo			Depr.	Monto de depreciación \$ (periodo en años)				
Cant.	Para Administración y Ventas	Importe (\$)	Anual (%)	6	7	8	9	10
2	Escritorio	1,800.00	0.1	720.00	540.00	360.00	180.00	0.00
4	Silla	2,400.00	0.1	960.00	720.00	480.00	240.00	0.00
2	Regulador para P.C.	700.00	0.1	280.00	210.00	140.00	70.00	0.00
1	Archivero	250.00	0.1	100.00	75.00	50.00	25.00	0.00
2	Computadora escritorio	1,200.00	0.1	480.00	360.00	240.00	120.00	0.00
1	Multifuncional	8,600.00	0.3	720.00	540.00	360.00	180.00	0.00
1	Teléfono de oficina	1,150.00	0.3	960.00	720.00	480.00	240.00	0.00
<b>Subtotal</b>		<b>16,100.00</b>		<b>2,540.00</b>	<b>1,905.00</b>	<b>1,270.00</b>	<b>635.00</b>	<b>0.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018



### 6.2.1 Equipos y enseres del área de producción

Las maquinarias y equipos requeridos para el área productiva que se deben adquirir para el comienzo de operación, se muestran en la tabla 6.2, De la misma forma se presentan los valores por depreciación anual, bajo el método de línea recta en el cual la vida útil corresponde a 10 años, aplicando un porcentaje de depreciación de acuerdo al Diario Oficial de la Federación (2018).

Tabla 6. 2 Depreciación de máquinas y equipos requeridos para el área productiva

Cant.	Descripción	Activo Fijo			Depr.	Monto de depreciación \$ (periodo en años)				
		Importe (\$)	Flete (\$)	Inversión (\$)	Anual	1	2	3	4	5
	Para Producción				(%)					
1	Sistema de reciclaje de NFU	1,255,429.2	62,771.4	1,318,200.7	0.1	1,129,886.33	1,004,343.4	878,800.48	753,257.5	627,714.6
1	Montacargas (900kg) 2000lb	20,200.0	910.0	19,110.0	0.1	16,380.00	14,560.00	12,740.00	10,920.00	9,100.00
2	Camioneta 3ton	190,000.0	9,500.0	199,500.0	0.25	142,500.00	95,000.00	47,500.0	0.00	
1	Báscula de piso 400kg	6,000.0	300.0	6,300.0	0.1	5,400.00	4,800.00	4,200.00	3,600.00	3,000.00
1	Juego de herramienta	5,000.0	250.0	5,250.0	0.35	3,333.00	1,667.00	0.00		
1	Cosedora de costal portátil 110v	3,200.0	160.0	3,360.0	0.1	2,880.00	2,560.00	2,240.00	1,920.00	1,600.00
<b>Subtotal</b>		<b>1,477,829.2</b>	<b>73,891.4</b>	<b>1,551,720.7</b>		<b>1,300,379.33</b>	<b>1,122,930.4</b>	<b>943,660.48</b>	<b>767,877.5</b>	<b>639,594.6</b>



Continuación de tabla 6.2

Activo Fijo					Depr.					
Cant.	Descripción	Importe (\$)	Flete (\$)	Inversión (\$)	Anual	Monto de depreciación \$ (periodo en años)				
	Para Producción				(%)	6	7	8	9	10
1	Sistema de reciclaje de NFU	1,255,429.2	62,771.4	1,318,200.7	0.1	502,171.7	376,628.7	251,085.8	125,542.9	0.00
1	Montacargas (900kg) 2000lb	20,200.0	910.0	19,110.0	0.1	7,280.00	5,460.00	3,640.00	1,820.00	0.00
2	Camioneta 3ton	190,000.0	9,500.0	199,500.0	0.25					
1	Báscula de piso 400kg	6,000.0	300.0	6,300.0	0.1	2,400.00	1,800.00	1,200.00	600.00	0.00
1	Juego de herramienta	5,000.0	250.0	5,250.0	0.35					
1	Cosedora de costal portátil 110v	3,200.0	160.0	3,360.0	0.1	1,280.00	960.00	640.00	320.00	0.00
<b>Subtotal</b>		<b>1,477,829.2</b>	<b>73,891.4</b>	<b>1,551,720.7</b>		<b>513,131.7</b>	<b>384,848.7</b>	<b>256,565.8</b>	<b>128,282.9</b>	<b>0.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018

Cabe mencionar que la compra de la línea de reciclaje se llevara a cabo mediante un convenio con el proveedor utilizando el icoterm EXW o Ex Word, donde el vendedor pone a disposición la maquinaria hasta la llegada a la nave industrial y se encarga de la logística así como el traslado necesario, el pago de flete y seguro es asumido por el comprador.

La maquinaria a adquirir es de origen Chino de marca Jing Yuan, de manera que está conformada de varias secciones, por lo cual la compra se debe realizar por todos los equipos, para mejor apreciación en la tabla 6.3 se representan los costos por cada equipo.



Tabla 6. 3 Costo de equipos que conforman la línea de reciclaje

Cantidad	Nombre del equipo	Costo
1	Destalonadora	\$ 14,305.00
1	Cortadora de llantas	\$ 121,163.00
1	Triturador con 2 cintas transportadoras	\$ 587,651.00
1	Cinta transportadora	\$ 36,765.00
1	Triturador XKP	\$ 377,093.00
1	Cinta vibratoria primaria	\$ 37,411.00
1	Cinta transportadora	\$ 31,065.00
1	Separador Magnético	\$ 44,232.00
1	Equipo vibratorio VICE	\$ 33,459.00
1	Separador de Fibras	\$ 100,206.00
<b>Total</b>		<b>\$ 1,136,380.93</b>
<b>16% IVA (\$)</b>		<b>\$ 181,820.80</b>
<b>Total (\$)</b>		<b>\$ 1,318,200.72</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

### 6.3 Costos

Al momento de producir se genera un desembolso de dinero y esmero laboral es decir la utilización de materia prima así como la mano de obra son elementos necesarios, es por ello que el costo de un producto genera costos directos e indirectos, de ahí surge la importancia para determinar cada uno de estos, para poder estimar el precio de venta justo o bien poder tomar decisiones sobre los costos asumidos.

#### 6.3.1 Costos de mano de obra

Este tipo de cálculo hace referencia al personal que está directamente relacionado con la actividad económica y que es necesario para la ejecución de los procesos de la empresa. En la tabla 6.4 y 6.5 se representa el costo estimado para personal que intervienen en el área de operativa y en el área administrativa.

Tabla 6. 4 Costo de asignado para personal administrativo

Costo de personal administrativo					
Cant.	Puesto	Salario Base Mensual (\$)	Importe Administrativos (\$)	Seguro Social (\$)	Total (MXN)
1	Supervisor(Turno 1)	7,000.00	7,000.00	2,450.00	9,450.00
1	Contador (Externo)	5,000.00	5,000.00	0.00	5,000.00
1	Secretaria	4,000.00	4,000.00	1,400.00	5,400.00
<b>Total Salarios Base Mensual (\$)</b>			<b>16,000.00</b>	<b>3,850.00</b>	<b>19,850.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.



Tabla 6. 5 Costo de asignado para personal operativo

Cant.	Puesto	Salario Base Mensual (\$)	Importe Operativos (\$)	Seguro Social (\$)	Total (MXN)
6	Operarios	4,000.00	24,000.00	8,400.00	32,400.00
2	Chofer	5,000.00	10,000.00	3,500.00	13,500.00
<b>Total Salarios Base Mensual (\$)</b>			<b>34,000.00</b>	<b>11,900.00</b>	<b>45,900.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

### 6.3.2 Afiliación al seguro social.

La afiliación del trabajador en el sistema de seguridad social, de acuerdo a la Ley Federal del Trabajo en los artículos 27 y 30 en la fracción I, la cual establece la aportación del 35% del monto de salario que perciba el trabajador, por conceptos como riesgo de trabajo, aportación al Infonavit, cesantía de edad avanzada y vejez.

También se toman en cuenta el costo de los equipo de protección personal, que se desglosa en la tabla 6.6.

Tabla 6. 6 Equipo de seguridad para personal operativo

Equipo de protección personal			
Descripción	Costo Unitario (\$)	Consumo Anual (pz)	Costo Anual (\$)
Lentes seguridad	14.77	20	295.4
Botas/zapato trabajo	350.00	20	7000
Fajas ajustables	120.00	20	2400
Guantes	25.00	30	750
Tapones para oídos	4.28	30	128.4
Escobas	60.00	10	600
Playeras	80.00	20	1600
Material contra incendios	12,500.00	1	12500
<b>Total Anual (\$)</b>			<b>25,273.80</b>
<b>Total Mensual (\$)</b>			<b>2,106.15</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

También se considera el costo de materiales necesarios para aseo de área administrativa, así como otros gastos como café, azúcar, vasos, agua los cuales se muestran en la tabla 6.7.



Tabla 6. 7 Gastos de oficina

<b>Gastos de Oficina</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Costo Unitario (\$)</b>	<b>Consumo Mensual (pz)</b>	<b>Costo Mensual (\$)</b>	<b>Costo Anual (\$)</b>
Papelería (Facturas, hojas, lápices, etc.)	500.00	1	500.00	6,000.00
Teléfono e Internet	400.00	1	400.00	4,800.00
Kit de Limpieza	500.00	1	500.00	6,000.00
Otros Gastos (Agua, café, azúcar)	500.00	1	500.00	6,000.00
<b>Total (\$)</b>			<b>1,900.00</b>	<b>22,800.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

## 6.4 Financiación

Para poder determinar la financiación del proyecto se toma en consideración la inversión inicial del proyecto, los salarios mensuales, los gastos administrativos y de producción, para ello se consultan con las principales instituciones bancarias que existen en el estado de Tlaxcala, las cuales varían en cuanto al monto de interés, se hace un comparativo pudiendo elegir la que genere el menor monto posible véase la tabla 6.8.

Tabla 6. 8 Comparativo de fuentes de financiación

<b>Institución bancaria</b>	<b>% de Interés</b>	<b>Monto \$</b>	<b>Plazo de pago</b>
<b>HSBC</b>	20% a 24%	\$10,000 a \$2.5 millones	de 3 a 5 años
<b>Banorte</b>	12.7% a 14.3%	\$100,000 a \$14 millones	4 a 24 meses.
<b>Santander</b>	16.51% a 17.44%	\$50,000 a \$4 millones	12 a 48 meses
<b>NAFIN</b>	12% a 12.5%	\$100,000 a \$10 millones	12 a 48 meses

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Como se aprecia la institución Nacional Financiera es la banca que ofrece mejores condiciones para poder realizar la financiación, como pago fijo en tasa de interés de 12% a saldos insólitos es decir al efectuar el pago mensual se irá reduciendo la deuda hasta completar el pago del financiamiento, por lo que se realiza un estimado de los flujos de pago para el monto requerido se aprecia en la tabla 6.9.



Tabla 6. 9 Tabla de amortización del financiamiento del proyecto

Monto de Financiamiento		\$ 1,947,126.00					
Tasa de Interés		12%					
Cantidad de Periodos		3 años					
Monto de pago mensual		\$64,672.45					
Año	Saldo Capital	Pago Capital	Pago de Interés	Monto de Pago	Plazo Días	Saldo Capital	Meses de Pago
1	\$1,424,291.35	\$50,429.53	\$14,242.91	\$64,672.45	30	\$1,373,861.822	12
2	\$784,718.65	\$56,825.26	\$7,847.19	\$64,672.45	30	\$727,893.39	24
3	\$64,032.12	\$64,032.12	\$640.32	\$64,672.45	30	\$0.00	36

Fuente. Elaboración propia, 2018.

## 6.5 Activo diferido

El activo diferido se refiere a los gastos en los que se incurre al iniciar el proyecto, como lo enmarca la Ley de ISR en el (artículo 33), “acerca de la amortización de gastos, dando lugar al porcentaje máximo autorizado, tratándose de gastos y cargos diferidos, así como para erogaciones realizadas en periodos pre-operativos”, que son los siguientes:

- 5% para cargos diferidos
- 10% para erogaciones realizadas en periodos pre-operativos
- 15% para regalías, asistencia técnica, así como para otros gastos, a excepción de los señalados en la fracción IV del presente artículo

En la tabla 6.10, 6.11 y 6.12 se muestran, la amortización a un periodo de 10 años de operación aplicando el 10% de depreciación.



Tabla 6. 10 Activo diferido para infraestructura y amortización para 10 años de operación

Activo Diferido				Monto de amortización \$ (periodo en años)				
Cant.	Infraestructura	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)	1	2	3	4	5
1	Instalación eléctrica	30,000.00	30,000.00	27000	24000	21000	18000	15000
1	Contrato de energía eléctrica	25,000.00	25,000.00	22500	20000	17500	15000	12500
1	Contrato teléfono e internet	400.00	400.00	360	320	280	240	200
1	Contrato toma de agua y drenaje	5,000.00	5,000.00	4500	4000	3500	3000	2500
1	Fianza por renta de nave (680m2)	15,000.00	15,000.00	13500	12000	10500	9000	7500
1	Renta de nave (680m2)	15,000.00	15,000.00	13500	12000	10500	9000	7500
<b>Total</b>			90,400.0	81360	72320	63280	54240	45200

Activo Diferido				Monto de amortización \$ (periodo en años)				
Cant.	Infraestructura	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)	6	7	8	9	10
1	Instalación eléctrica	30,000.00	30,000.00	12000	9000	6000	3000	0
1	Contrato de energía eléctrica	25,000.00	25,000.00	10000	7500	5000	2500	0
1	Contrato teléfono e internet	400.00	400.00	160	120	80	40	0
1	Contrato toma de agua y drenaje	5,000.00	5,000.00	2000	1500	1000	500	0
1	Fianza por renta de nave	15,000.00	15,000.00	6000	4500	3000	1500	0
1	Renta de nave	15,000.00	15,000.00	6000	4500	3000	1500	0
<b>Total</b>			90,400.0	36160	27120	18080	9040	

Fuente. Elaboración propia, 2018.



Tabla 6. 11 Activo diferido para área administrativa y amortización para 10 años de operación

Activo Diferido				Monto de amortización \$ (periodo en años)				
Cant.	Administrativa	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)	1	2	3	4	5
1	Licencia de uso de suelo y apertura	5,000.00	5,000.00	4500	4000	3500	3000	2500
1	Declaración de impacto ambiental	15,000.00	15,000.00	13500	12000	10500	9000	7500
1	Fletes y seguros	73,891.46	73,891.46	66502.31	59113.17	51724.02	44334.87	36945.73
<b>Total</b>			<b>93,891.4</b>	<b>84502.31</b>	<b>75113.17</b>	<b>65724.02</b>	<b>56334.87</b>	<b>46945.73</b>

Activo Diferido				Monto de amortización \$ (periodo en años)				
Cant.	Administrativa	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)	6	7	8	9	10
1	Licencia de uso de suelo y apertura	5,000.00	5,000.00	2000	1500	1000	500	0
1	Declaración de impacto ambiental	15,000.00	15,000.00	6000	4500	3000	1500	0
1	Fletes y seguros	73,891.46	73,891.46	29556.58	22167.43	14778.29	7389.14	0
<b>Total</b>			<b>93,891.4</b>	<b>37556.58</b>	<b>28167.43</b>	<b>18778.29</b>	<b>9389.14</b>	<b>0</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Tabla 6. 12 Activo diferido para ingeniería, capacitación y amortización para 10 años de operación

Cant.	Ingeniería	Precio Unitario (\$)	Importe (\$)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Asesorías, ingeniería y capacitación	20,000.00	20,000.00	18000	16000	14000	12000	10000	8000	6000	4000	2000	0
<b>Total</b>			<b>20,000.00</b>										
<b>Total del activo diferido</b>			<b>204,291.46</b>										

Fuente. Elaboración propia, 2018.



### 6.5.1 Consumibles

Otro de los recursos que la empresa requiere para cubrir sus necesidades básicas de operación, son los destinados para empaque y embalaje de producto terminado así como de traslado de M.P y P.T, se muestran en la tabla 6.13.

Tabla 6. 13 Costo de consumibles necesario

Descripción	Costo unitario(\$)	Necesidad Mensual	Necesidad Mensual (\$)
Costal cap. 50kg	3.5	288	1,008.00
Tarimas(unidad)	50	72	3,600.00
Gasolina (litro)	18.75	2216	41,550.00
Total			46,158.00

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Para estimar el cálculo de consumo de combustible se toman en consideración el rendimiento por kilómetro de los vehículos y el recorrido promedio diario, determinado en el estudio técnico (véase tabla 6.14).

Tabla 6. 14 Combustible mensual requerido

Camioneta	Cant.
Rendimiento (km/litro)	0.2361
Recorrido diario (kilómetros)	391.11
Consumo combustible diario (litros)	92
Consumo combustible mensual (litros)	2216

Fuente Elaboración propia, 2018.

### 6.5.2 Mantenimiento de equipos

De acuerdo con la garantía del proveedor, la línea de reciclaje demanda mantenimiento semestral, los trituradores son parte fundamental ya que realizan la obtención de trozos de llantas a gránulos de menor tamaño, estos requieren de mantenimiento en las cuchillas debido a que mediante estas se realiza el corte para cada llanta que se procesa, también se considera el costo de mantenimiento para los vehículos que se utilizaran para el traslado de M.P. y P.T. esta estimación se refleja en la tabla 6.15.



Tabla 6. 15 Costo de mantenimiento

Costos de Mantenimiento					
Equipo	Mantenimiento	Periodicidad	Costo unitario (\$)	Costo mensual (\$)	Costo anual (\$)
Sistema de reciclaje	Limpieza y mantenimiento general	Semestral	15,000.00	2,500.00	30,000.00
Triturador	Cuchillas	Anual	70,000.00	5,833.33	80,000.00
Camionetas	Servicio general	Trimestral	10,000.00	3,333.33	40,000.00
<b>Total Anual (\$)</b>				<b>11,666.67</b>	<b>140,000.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

## 6.6 Costos fijos y costos variables

En la tabla 6.16 se representan los costos fijos y los costos variables, siendo los primeros en los que incurre la empresa y que en el corto plazo o para ciertos niveles de producción, no dependen del volumen de productos, por otra parte los costos variables, son en los que incurre la empresa que guardan dependencia importante con los volúmenes de fabricación (Baca Urbina, 2013).

Tabla 6. 16 Costos fijos y variables mensuales

Costos Variables Mensuales		Costos Fijos Mensuales	
Concepto	Importe (\$)	Concepto	Importe (\$)
Materia prima	4,608.00	Renta de nave/oficina	15,000.00
Energía eléctrica	8,000.00	Limpieza	500.00
Agua	500	Teléfono/internet	400.00
Salarios de operarios	45,900.00	Salarios de administrativos	19,850.00
Combustibles	41,550.00	Papelería	500.00
Mantenimiento	11,666.67	Otros Gastos	500.00
Otros Materiales	2,128.54		
Peaje entrega P.T.	4,716.00		
<b>Total (\$)</b>	<b>119,046.82</b>	<b>Total (\$)</b>	<b>36,750.00</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.

### 6.6.1 Flujo de efectivo

En la tabla 6.17 se muestra el análisis de flujo de efectivo anual del ejercicio, en el cual se proyecta la relación existente entre la utilidad neta y los cambios en los saldos de efectivo, también se representa la liquidez del proyecto para el primer año de operación, la generación de capital en el mismo periodo para que la empresa pueda invertir en el negocio, rentar el capital o favorecer la deuda financiera.



Tabla 6. 17 Flujo de efectivo a un año de operación

Flujo de Efectivo - Año 1 de Operación															
Concepto	Cant (kg/mes)	Precio venta (\$/kg)	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5	Mes 6	Mes 7	Mes 8	Mes 9	Mes 10	Mes 11	Mes 12	Acumulado
Capacidad de producción	71,040		75%	80%	85%	90%	95%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	
Por venta de Caucho	56,832	3.50	149,184	159,130	169,075	179,021	188,966	198,912	198,912	198,912	198,912	198,912	198,912	198,912	2,237,760
Por venta de Metal	10,656	3.50	23,972	29,837	31,702	33,566	35,431	37,296	37,296	37,296	37,296	37,296	37,296	37,296	419,580
Por venta de Textil	3,552	1.00	2,664	2,842	3,019	3,197	3,374	3,552	3,552	3,552	3,552	3,552	3,552	3,552	39,960
<b>Total Ingresos</b>	<b>71,040</b>		<b>179,820</b>	<b>191,808</b>	<b>203,796</b>	<b>215,784</b>	<b>227,772</b>	<b>239,760</b>	<b>2,697,300</b>						
<b>Egresos</b>															
Costos Variables			89,285	95,237	101,190	107,142	113,094	119,047	119,047	119,047	119,047	119,047	119,047	119,047	1,339,277
Costos Fijos			36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	36,750	441,000
<b>Total Egresos</b>			<b>126,035</b>	<b>131,987</b>	<b>137,940</b>	<b>143,892</b>	<b>149,844</b>	<b>155,797</b>	<b>1,780,277</b>						
<b>Flujo</b>															
Efectivo			53,785	59,821	65,856	71,892	77,928	83,963	83,963	83,963	83,963	83,963	83,963	83,963	917,023
<b>Efectivo Acumulado</b>			<b>53,785</b>	<b>113,605</b>	<b>179,462</b>	<b>251,354</b>	<b>329,281</b>	<b>413,244</b>	<b>497,207</b>	<b>581,171</b>	<b>665,134</b>	<b>749,097</b>	<b>833,060</b>	<b>917,023</b>	

Fuente. Elaboración propia, 2018



En la tabla 6.18 se muestra el flujo de efectivo para cinco años de operación, este permite saber el monto del dinero disponible o bien el déficit en caja, además de emplearse para determinar la capacidad de pago considerado por la existencia de crédito y sirve como punto de partida para poder estimar las utilidades o pérdidas del proyecto que se calculan en el Estado de Resultados. El flujo de efectivo inicia desde el primer año de operación y cuenta con los rubros siguientes: Entradas es el dinero representado por los ingresos del capital de trabajo destinado a iniciar actividades en el primer año de producción. Salidas es el dinero que egresa destinado a la inversión fija y diferida, los costos de producción, gastos de administración. Saldo inicial representa el resultado de restar las salidas a las entradas. Dividendo, dado que se contempla el pago de crédito, durante el flujo de efectivo anual se considera un porcentaje de 4% por año.

Tabla 6. 18 Flujo de efectivo a cinco años de operación

Concepto	Cant. (kg/mes)	Unitario (\$/kg)	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Acumulado
Capacidad de producción	71,040		100%	100%	100%	100%	
Por venta de Caucho	56,832	3.50	2,482,422	2,581,719	2,684,987	2,792,387	12,779,275
Por venta de Metal	10,656	3.50	465,454	484,072	447,552	447,552	2,264,210
Por venta de Textil	3,552	1.00	44,329	46,102	42,624	42,624	215,639
<b>Total Ingresos</b>	<b>71,040</b>		2,992,205	3,111,893	3,175,163	3,282,563	15,259,124
<b>Egresos</b>							
Costos Variables			1,485,704	1,545,132	1,606,938	1,671,215	7,648,266
Costos Fijos			458,640	476,986	496,065	515,908	2,388,598
<b>Total Egresos</b>			1,944,344	2,022,118	2,103,003	2,187,123	10,036,865
<b>Flujo</b>							
<b>Efectivo</b>			1,047,861	1,089,775	1,072,161	1,095,440	5,222,259
<b>Efectivo Acumulado</b>			1,964,884	3,054,659	4,126,819	5,222,259	

Fuente. Elaboración propia, 2018.



### 6.7 Balance general

En la tabla 6.19 se presenta el estado de situación financiera que refleja la situación financiera para el primer año de operación de la empresa de reciclaje de llantas de desecho, el cual está conformado por cuentas de activos: circulantes, fijos y diferidos así como el pasivo circulante.

Tabla 6. 19 Balance general para el primer año de operación

<b>BALANCE GENERAL PRESUPUESTADO</b>			
<b>ACTIVO</b>		<b>PASIVO</b>	
<b>CIRCULANTE</b>		<b>A CORTO PLAZO</b>	
Caja	\$ 917,023.00	Proveedores	\$ 46,158.00
		Sueldos	65,750.00
<b>TOTAL ACTIVO CIRCULANTE</b>	<b>\$ 917,023.00</b>	Impuestos por pagar	80,236.25
		Otros pasivos	2,128.54
		<b>TOTAL PASIVO A CORTO PLAZO</b>	<b>\$ 194,272.79</b>
<b>NO CIRCULANTE</b>		<b>A LARGO PLAZO</b>	
Maquinaria	1,287,829.26	Prestamos	\$ 14,242.91
Deprec. Maquinaria	- 122,789.93	<b>TOTAL PASIVO A LARGO PLAZO</b>	<b>\$ 14,242.91</b>
Equipo de Transporte	190,000.00		
Deprec. Equipo de Transporte	47,500.00	<b>TOTAL PASIVO</b>	<b>\$ 208,515.70</b>
Mobiliario y Equipo	16,100.00		
Deprec. Mobiliario y Equipo	- 3,560.00	<b>CAPITAL CONTABLE</b>	
<b>DIFERIDO</b>		<b>CONTRIBUIDO</b>	
Gastos pagados por anticipado	204,291.46	Capital	\$ 1,947,126.00
Cargos diferidos	20,429.15		
		<b>GANADO</b>	
<b>TOTAL ACTIVO NO CIRCULANTE</b>	<b>\$ 1,639,799.94</b>	Resultado del Ejercicio	401,181.24
		<b>TOTAL CAPITAL</b>	<b>\$ 2,348,307.24</b>
<b>TOTAL ACTIVO</b>	<b>\$ 2,556,822.94</b>	<b>TOTAL PASIVO MÁS CAPITAL</b>	<b>\$ 2,556,822.94</b>

Fuente. Elaboración propia, 2018.



### 6.8 Cálculo y análisis de costos

Al llevar a cabo el cálculo de costos se puede tener un panorama de cantidades más certeras y la planta con mayor profundidad, también sirve de ayuda para determinar el precio apropiado y poder vender el producto además proporciona precisión en los consumos y rendimientos por lo que el cálculo de costos se representa en la tabla 6.20.

Tabla 6. 20 Cálculo de costos

<b>Cálculo de Costos</b>					
<b>Costos directos o variables = Costo de materiales directos + mano de obra directa</b>					
		73,146.82	+	45,900.00	= 119,046.82
<b>Costos Fijos = Suma de gastos</b>					
		=		36,750.00	
<b>Costos totales = Costos directos o variables + Costos indirectos o fijos</b>					
		119,046.82	+	36,750.00	= 155,796.82
<b>Costo unitario de producción = Costos totales (sin materia prima) / Número de unidades</b>					
		151,188.82	/	71,040.00	= 2.13
<b>Costo unitario variable = Costos directos o variables / Número de unidades</b>					
		119,046.82	/	71,040.00	= 1.68
<b>Costo unitario total = Costos totales / Número de unidades</b>					
		155,796.82	/	71,040.00	= 2.19
<b>Precio de venta = Costo unitario total / (1 – Porcentaje de utilidad)</b>					
	Margen	27%			
	2.19	/		0.73	= 3.00
<b>Punto de equilibrio mensual (kg) = Costos fijos / (Precio de venta – Costo unitario variable)</b>					
		36,750.00	/	1.33	= 27,631.58

Fuente. Elaboración propia, 2018



## 6.9 Análisis del punto de equilibrio

Para la estimación del punto de equilibrio se utiliza la ecuación 6.1, la cual refleja las unidades que se deben producir para generar una utilidad deseada, es decir conocer a partir de una cierta cantidad de kilogramos vendidos si es rentable el proyecto, este se obtiene una vez conociendo el costo fijo total (CFT), dividido entre la diferencia del precio (p), y el costo variable por unidad producida (CVU).

$$q^* = \text{CFT} / (p - \text{CVU})$$

*Ecuación 6. 1*

$$q^* = 36,750 / (3.00 - 1.68) = 27,663.70$$

Donde:

CFT= Costo fijo total

p= Precio de venta

CVU= Costo variable por unidad producida

Para determinar las ventas mínimas para alcanzar el punto de equilibrio, se obtiene multiplicando el precio de venta por la cantidad de equilibrio obtenida, es decir; (\$ 3.00) (27,663.70 kg) = \$ 83,108.05 (Blanco, 2005 ).

En la imagen 6.1 se representa el punto de equilibrio que corresponde a la venta de veintisiete toneladas con seiscientos sesenta y tres kilogramos de caucho vendido, es decir esta cantidad se necesita vender para que los ingresos sean iguales a los costos y a partir de la venta veintisiete toneladas con seiscientos sesenta y cuatro kilogramos se comenzaría a generar utilidades, caso contrario si la venta es menor, se reflejarían como pérdidas. De la misma manera la facturación por unidad de dinero mínima que se requiere para alcanzar el punto de equilibrio deberá ser de \$ 83,108.05 pesos.

Para poder llevar acabo los resultados financieros, es necesario recordar los ingresos que se obtienen de las ventas realizadas, así como los egresos anuales del funcionamiento de la planta de reciclaje. Para ello se han calculado la proyección para un año de operación y para los siguientes 5 años.

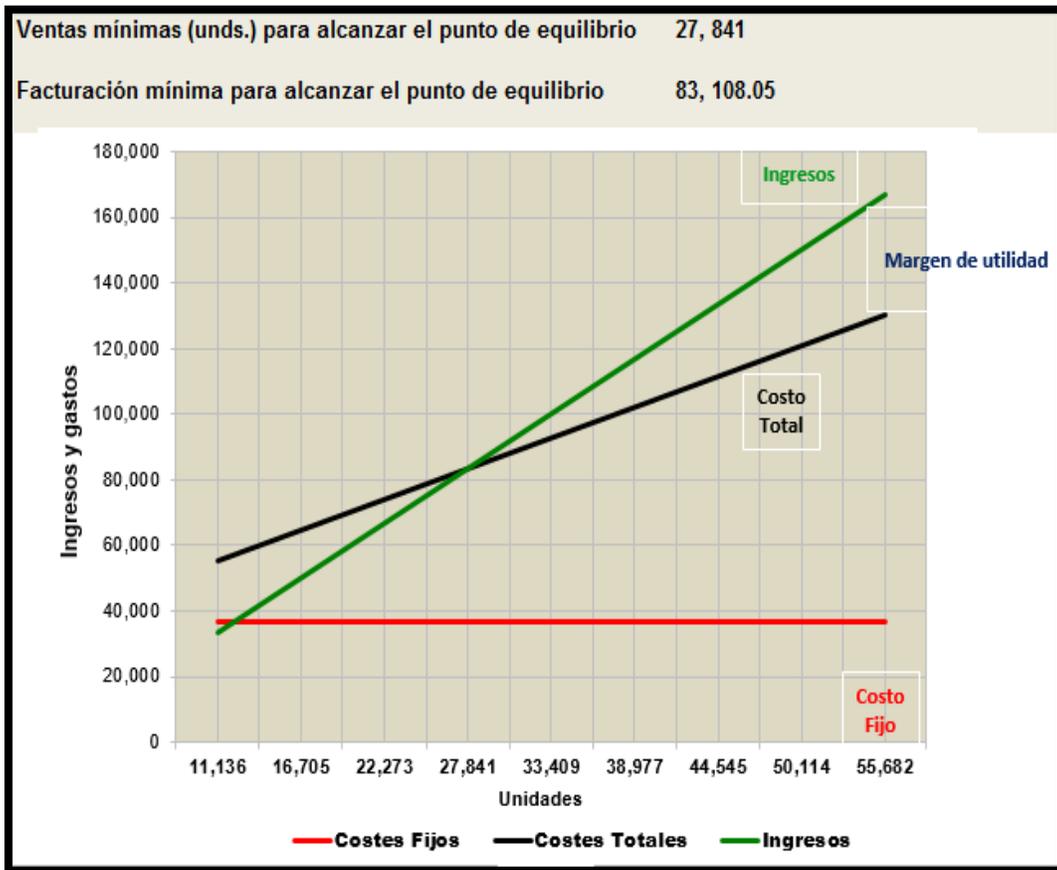


Imagen 6. 1 Análisis del punto de equilibrio

Fuente. Elaboración propia

### 6.10 Estado de resultados

Para tener una perspectiva de la situación financiera de la organización, se muestra de forma detallada los recursos con los que se cuenta, los resultados obtenidos, las entradas y las salidas de efectivo que se han presentado así como la rentabilidad obtenida, entre otros aspectos de relevancia para la operación y administración de la empresa.

El reporte financiero comprende desde el primer año de operación hasta los cinco siguientes (véase tabla 6.21), donde se expone de manera minuciosa los ingresos obtenidos, los gastos que se generan para producir y como consecuencia el beneficio o pérdida que origina la empresa en dicho periodo de tiempo (Ocampo, 2006).



Tabla 6. 21 Estado de resultados

Estado de resultados						
Concepto	Año 0	1	2	3	4	5
Inversión Inicial Neta = IIN	1,947,126					
(+) Ingresos por Venta		2,697,300	2,992,205	3,111,893	3,175,163	3,282,563
(-) Costos de Producción		1,339,277	1,485,704	1,545,132	1,606,938	1,671,215
(=) Utilidad Bruta		1,358,023	1,506,501	1,566,761	1,568,226	1,611,348
(-) Gastos de Administración		441,000	458,640	476,986	496,065	515,908
(=) Utilidad de la Operación antes de I, I, D y A		917,023	1,047,861	1,089,775	1,072,161	1,095,440
(-) Depreciación y Amortización		382,115	382,115	382,115	375,215	278,265
(=) Utilidad de la Operación		534,908	665,746	707,660	696,946	817,175
(-) Gastos Financieros		0	0	0	0	0
(=) Utilidad antes de impuestos		534,908	665,746	707,660	696,946	817,175
(-) Impuestos (Supuesto: 15%)		80,236	99,862	106,149	104,542	122,576
(-) Participación de Utilidades (10%)		53,491	66,575	70,766	69,695	81,717
(=) Utilidad Neta (después de impuestos)		401,181	499,309	530,745	522,709	612,881
Margen de Utilidades Netas		15%	17%	17%	16%	19%
(=) Flujo Neto de Efectivo = FNE		783,296	881,424	912,860	897,924	891,146
Flujo Neto de Efectivo Descontado = FNED	-1,947,126	681,127	666,483	600,220	513,391	443,057
FNED Acumulado		681,127	1,347,610	1,947,831	2,461,222	2,904,279

Fuente. Elaboración propia, 2018.

Con la proyección estimada en el balance general se observa que en base a los activos corrientes la empresa refleja liquidez financiera en los tres primeros años de operación y es donde se amortiza la mayor parte de la inversión y a partir de ese periodo la empresa tiene mayor estabilidad pudiendo generar utilidades.



### 6.10.1 Evaluación financiera (valor presente neto y tasa interna de retorno)

El valor presente neto y la tasa interna de retorno son los factores que evalúan financieramente el proyecto ya que determinan los ingresos y egresos del proyecto, los cuales se pueden proyectar a varios años, con el fin de determinar el flujo neto de efectivo obtenido del flujo de caja realizado.

En la tabla 6.22 se muestran las utilidades que pueden generar desde el primer año de operación de la empresa, también se analiza el comportamiento del flujo de efectivo el cual va en crecimiento, que demuestra la liquidez de la compañía a lo largo de este periodo de tiempo.

Tabla 6. 22 Evaluación financiera

Evaluación Financiera		Estado	Observaciones
Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable = TREMA (decimal)	0.15		Representa la rentabilidad mínima que se le exigirá al proyecto
Tasa de Rendimiento Mínimo Aceptable = TREMA (porcentaje)	15%		Representa la rentabilidad mínima que se le exigirá al proyecto
Valor de salvamento = Vs	1,300,000		Valor de mercado de los activos fijos al final de su vida útil
Ingresos totales = $\sum FNED_{1-10}$	2,904,279		
Gastos totales = $IIN - Vs / (1+i)^5$	1,300,796		
Valor Presente Neto = VPN = Ingresos totales - Gastos totales	1,603,483	Aceptado	Si VPN > 0, indica la cantidad de utilidad excedente
Tasa Interna de Rendimiento = TIR	16%	Aceptado	Si TIR $\geq$ TD, indica un rendimiento no menor al esperado
Periodo de Recuperación de la Inversión = PRI	2 años	Aceptado	Debe ser el menor posible. En México un valor aceptable es menor a 6 años.

Fuente. Elaboración propia, 2018

Como se aprecia en la tabla 6.22, se fija la Tasa de rendimiento mínimo aceptable, en donde se toman en consideración la media de riesgo que contempla en proyecto, es decir se estriba en la categoría de riesgo baja por lo cual se establece que la TREMA es de 15% (García, 2010).

El valor de salvamento se decreta en función de un lapso de cinco años de operación, y que constituye el valor probable que pueden tener los activos después de culminar su vida útil.



El valor presente neto permite determinar si dicha inversión puede incrementar o reducir el valor de la empresa, por lo que el valor que se obtenga puede ser positivo o negativo, si el valor es positivo significa que se obtendrá un incremento al monto del valor presente neto, por el contrario si es negativo se reducirá. Para calcular el valor presente neto, la inversión requerida inicial se considera con signo negativo desde el periodo cero, de manera que el resultado positivo significa un rendimiento superior a la tasa de descuento utilizada; por el contrario, un resultado negativo indica que el rendimiento está por debajo de la tasa de descuento demostrando así que el proyecto no es viable ( Scott & Eugene F, 2009). Para la estimación del VPN se utiliza la ecuación 6.2.

$$VPN = S_0 + \sum \left[ \frac{S_t - V_s}{(1 + i)^t} \right]$$

*Ecuación 6. 2*

Dónde:

$S_t$  = Flujo de efectivo neto del periodo

$S_0$  = Inversión inicial

$V_s$  = Valor de salvamento

$i$  = Tasa de recuperación mínima atractiva (TREMA)

Derivado de la aplicación de la ecuación del VPN se obtiene la cantidad de \$ 1, 603,483 lo que indica el monto de utilidad que se obtiene del proyecto.

Para calcular la Tasa de Interna de Retorno (TIR), se parte de la ecuación del VPN agregando montos como la cantidad inicial invertida, los flujos de caja de cada año, (es decir a los ingresos por año se les resta los gastos netos), involucrando también la tasa de rendimiento mínima aceptable definida para el proyecto. En base a esto se calcula el porcentaje de beneficios que se obtendrá al finalizar la inversión.

Para realizar el análisis de viabilidad del proyecto se compara el porcentaje estimado en la TIR de 16%, por lo que al hacer un comparativo con la tasa mínima de



rendimiento que se le exige al proyecto que es de 15%, se deduce que el proyecto es rentable.

Como es de apreciarse las cifras de TIR y de VPN son favorables para la empresa, de manera se requiere obtener el período de recuperación de la inversión (PRI), que es un indicador que denota en cuánto tiempo se recuperará el total de la inversión a valor presente. Permittedo revelar con precisión, en años, meses y días, la fecha en la cual será cubierta la inversión inicial, en la ecuación 6.3 se representa el cálculo del mismo.

$$PRI = a + \frac{(b - c)}{d}$$

*Ecuación 6. 3*

Donde:

a = Año inmediato anterior en que se recupera la inversión.

b = Inversión Inicial.

c = Flujo de efectivo acumulado del año inmediato anterior en el que se recupera la inversión.

d = Flujo de efectivo del año en el que se recupera la inversión.

Con esta ecuación se estima que el periodo de recuperación de la inversión tomara 2 años, como se aprecia el periodo para recuperar la inversión es corto, por lo cual se genera mayor liquidez y se reduce el riesgo financiero de la empresa.

Una vez llevado acabo el estudio se concluye que desde el primer año de operación se pueden registrar operaciones positivas, en consecuencia de que los ingresos que se obtienen de las ventas son suficientes, con ello se pude cubrir los costos de ventas y los gastos de operación, así mismo el porcentaje de la inversión total requerida se destinará a la compra de activos que por ley se deprecian de 4 a 10 años.

Como estrategia de introducción en el mercado, se puede utilizar para el primer año de operación de la empresa el ofrecer el producto a menor precio en comparación con la competencia, logrando captar mayores clientes y posicionar el producto en el mercado.



El precio que se establece para la venta de gránulos de caucho será de \$ 2.58 pesos por kilo, lo que significa la obtención de ingresos para el primer año de \$ 681,127.00, con un margen de utilidades de 15%, que al quinto año aumentarán al 19% con un flujo de efectivo de \$ 2,904,279.00, por lo que se puede apreciar un incremento de utilidad, teniendo en consideración que en esa instancia ya se tiene saldada la deuda financiera. El proyecto indica en su estado de resultados utilidades operacionales y utilidades netas que favorecen el futuro del proyecto y a sus posibles inversionistas.



## **Conclusiones.**

En relación a la pregunta de investigación planteada acerca de, *¿Cómo contribuye la creación de una planta recicladora de llantas en el estado de Tlaxcala?*, el desarrollo del proyecto, sustenta el aporte y beneficio que se puede generar tanto social, ambiental y económico al estado, dado la carencia de empresas que se dedican al rubro del aprovechamiento de llantas de desecho. También se vislumbra en el estudio financiero que es factible el escenario para la instalación y operación de un proyecto de esta índole.

Los logros que se alcanzan con esta investigación se derivan de los objetivos planteados dentro de los cuales se mencionan:

La obtención de información estadística acerca de los principales generadores de llantas de desecho en el estado de Tlaxcala, dentro de los cuales se encuentran establecimientos denominados como talacheras, vulcanizadoras, agencias de autos y llanteras que cuentan con registro dentro del portal de INEGI, los cuales se toman como punto de partida, con ello se corrobora la presencia de una gran cantidad de desechos denominados llantas fuera de uso, asumiendo que en el objeto de estudio solo se analizó una muestra, se puede tener una idea en comparación del total de establecimientos en el estado dedicados a este rubro, incluyendo a los que no están registrados oficialmente en el portal de INEGI. Por lo tanto este primer estudio acerca de la existencia de la cantidad de residuos que se generan en la región, conciben atractivo su reutilización de manera productiva.

Cabe mencionar que se examinó y analizó las formas en las que se puede aprovechar el caucho una vez que se obtiene de las llantas, en las que se aprecian dentro de la investigación que son numerosas tanto sus usos y aplicaciones, en consecuencia dentro de la República Mexicana existen gran cantidad de empresas que demandan en grandes proporciones este tipo de material.

También se identificaron distintas alternativas mediante procesos industriales para la transformación de llantas de desecho en gránulos de caucho triturado, en los cuales se



logra constatar la falta de tecnología no solo en la región si no en la República Mexicana de este tipo de equipos especializados en realizar el procesamiento, por lo que se contempla la posibilidad de emplear equipo de origen extranjero y que es apto para la capacidad de producción en base a la demanda por parte de clientes que demandan caucho, derivado de ello se analizó e identifico las diferentes opciones para la instalación de maquinaria, una vez asignado el lugar se logró determinar la capacidad de producción, la distribución de planta y personal requerido para su funcionamiento.

Se analizó la valoración para la factibilidad del proyecto el cual comprende un estudio financiero que refleja en cantidades los requerimientos para poder constituir la empresa, equipos, maquinaria, recurso humano, capital de trabajo y utilidad a obtener mediante la implementación del proyecto de reciclado de llantas, los resultados arrojados de este estudio muestran la viabilidad económica del proyecto, dado el margen de utilidad que se genera y se puede reinvertir, así mismo se visualiza el periodo de recuperación de la inversión que se logra a partir del segundo año.

El reciclaje de llantas es una actividad poco explotada en la República Mexicana, pero tiene mucho que ofrecer hacia el futuro, ya que el problema de residuos como llantas de desecho va en aumento a medida que existen cada vez más vehículos automotores y con ello surge un eslabón en la cadena productiva en la industria, todo ello se considera como una vía de oportunidad que puede beneficiar al estado de Tlaxcala y al país en diferentes ámbitos.

Por el alcance y naturaleza del proyecto es conveniente la participación de entidades gubernamentales en los distintos municipios que conforman el estado, la cámara de comercio y la Secretaria de Ecología del Estado de Tlaxcala así como a la sociedad para poder concientizar sobre la problemática que genera el no hacer un buen manejo de sus residuos “llantas de desecho” y poder inculcar buenas practicas que se vean reflejadas para el crecimiento de la región.



## **Sugerencias.**

Los elementos que se pueden considerar en un futuro como complemento para la realización del proyecto del reciclado de llantas de desecho pueden ser:

- La medición del impacto ambiental que genera la quema de llantas de desecho a cielo abierto, para poder argumentar de manera más detallada el beneficio ambiental que se puede obtener.
- Profundizar en el estudio de mercado, para tomar en cuenta mayor cantidad de clientes que manden caucho triturado.
- Concientizar a la ciudadanía así como autoridades gubernamentales, de las consecuencias que se pueden incurrir al no tener un apropiado manejo de este tipo de residuos que se pueden aprovechar de manera productiva y adquirir mayor cantidad de llantas recolectadas para la posible implantación de una planta de este giro.
- Realizar el estudio complementario en el cual se pueda contemplar la adquisición de equipos para elaboración de productos específicos a base de caucho como tapetes o losetas para poder llevar a cabo un proceso productivo más completo, logrando captar mayor cantidad de clientes.



## Referencias bibliográficas.

- Arenas, A., Maya, A., Caballero, I., Domínguez, J. M., & Píriz, V. (Agosto de 2008). Plan de negocio para planta de reciclado de neumáticos fuera de uso POLCAEX. Caceres, Salorino, España.
- Arias G., F. (2012). *El proyecto de Investigación: Introducción a la investigación científica*. Venezuela: Episteme.
- Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de proyectos* (Septima ed.). México: McGraw-Hill Interamericana.
- Baca, G. U. (2010). *Evaluación de proyectos* (6 ed.). México: McGraw-Hill.
- Baer, A. (s.f.). Los primeros neumáticos . *Tendencias Media*.
- Baer, Adrian. (25 de Diciembre de 2011). Los primeros neumáticos. Madrid, Hortaleza, España. Obtenido de <http://cochesmiticos.com/los-primeros-neumaticos-historia/>
- Balairon, L. (17 de Mayo de 2011). México avanza contra el cambio climático; apoya al protocolo de Kioto. *Excelsior*.
- Blanco, A. (2005 ). *Formulación y Evaluación de Proyectos*. Caracas, Venezuela: Texto .
- Camargo Rodríguez, S., Franco López, A. J., & Chud Pantoja, L. V. (13 de Marzo de 2017). Modelo de simulación dinámica para evaluar el impacto ambiental de la producción y logística inversa de las llantas. *redalic.org*, 1-16.
- Carvajal, Á. M. (Mayo de 2004). Planeación Estratégica de la planta. San Nicolas de los Garza, Nuevo León, México.
- Castro, G. (2007). *Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos*. Buenos Aires Argentina.
- Coll, J. C. (2008). *Un análisis económico político para México del protocolo de KIOTO*. Ciudad de México: eumed.net. Recuperado el 29 de Mayo de 2017, de <http://www.eumed.net/rev/delos/01/adb.htm>
- Córdova, S., & Sandoval, P. (Diciembre de 2002). Guía de Estudio de Mercado para la Evaluación de Proyectos. Santiago, Chile.
- Cruz, C. (01 de 02 de 2012). *UIDE*. Obtenido de UIDE: <http://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/70/1/T-UIDE-59.pdf>
- Cueva Sáenz, R. (19 de Junio de 2010). *Definición de caucho*. Obtenido de Definiciones-de.com: <http://www.definiciones-de.com/Definicion/de/caucho.php>



- Darren George, P. M. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide a reference. 11.0 update (4th ed)*. Boston: Allyn & Bacon.
- Darren, G. (2003). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston: Allyn & Bacon.
- Diario Oficial de la Federación. (2018). *Ley de ISR*. México.
- Diario Oficial de la Federación. (2018). *Parámetros de Estimación de Vida Útil*. México.
- Díaz, P. A. (13 de Junio de 2012). *SlideShare*. Obtenido de SlideShare: <https://es.slideshare.net/alejandrocky/reciclaje-de-neumaticos-y-su-aplicacion>
- Espinoza, S. (2016). Neumatico: definiciones, tipos y composición. *Introducción al reciclaje de llantas*, 9-15.
- European Tyre recycling Association. (2003). *Asociación Europea de Reciclaje de Neumáticos*. Obtenido de Asociación Europea de Reciclaje de Neumáticos: <https://www.etra-eu.org>
- Fernández, C. F. (16 de Julio de 2010). Ruedas de la contaminación. Bogota, Mosquera, Colombia.
- Flores, L. (01 de Mayo de 2016). Llantas usadas un gran problema de contaminación. México, Monterrey, Nuevo León.
- García Alejandro, J. (Septiembre de 2014). *Vidasostenible.org*. Obtenido de *Vidasostenible.org*: <http://www.vidasostenible.org/informes/revolucion-en-reciclaje-de-neumaticos/>
- García Hernández, J. (2010). *Contabilidad Básica II*. México: Trillas.
- García, M. G. (2016). *Manual de Instalaciones de Atletismo de la I.A.A.F.* Asociación Internacional de Federaciones de Atletismo, Monaco.
- Geoffrey, R. (2003). *Principios del Marketing*. Madrid, España: THOMSON.
- Giampaolo, O. M. (2010). Escalas de medición en Estadística. *TELOS. Revista de estudios Interdisciplinarios en ciencias sociales, UNIVERSIDAD Rafael Belloso Chacín, ISSN: 1317-0570*, pp. 243-247.
- González, M. (2006). *Gestión de la producción*. Vigo: Ideaspropias.
- Guevara Abauta, L. M. (17 de Enero de 2008). Evaluación de opciones para la reutilización de llantas en Guatemala. Amatitlán, Villa nueva, Guatemala.



- INAFED . (19 de Enero de 2010). *Enciclopedia de Los Municipios y Delegaciones de México*. Obtenido de Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM29tlaxcala/index.html>
- INEGI. (2016). *Anuario estadístico y geográfico de Tlaxcala*. Tlaxcala, México: N/I.
- INEGI. (28 de 07 de 2016). *Inegi.org.mx*. Obtenido de Inegi.org.mx: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/biblioteca/ficha.aspx?upc=702825078065>
- Lima, J. (21 de Diciembre de 2011). Anualmente se desechan 6 mil llantas en la entidad. *El sol de Tlaxcala*.
- López Rivas, G. H. (Octubre de 2014). Plan de negocio empresa recicladora de caucho municipio de Sagamoso. Sagamoso, Boyacá, Colombia.
- López, F., López Delgado, A., Alguacil, F., & Manso, J. (2010). *SITUACIÓN ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO Y*. Madrid: Química Industrial Procesa, S.L. Paseo de la Rinconada.
- Medica, Rodolfo. (15 de Mayo de 2017). *Euromaster mantenimiento del vehiculo*. Obtenido de Euromaster mantenimiento del vehiculo: <https://www.euromaster-neumaticos.es/neumaticos/informacion/partes-de-un-neumatico>
- Monroy, H. (Octubre de 2013). Planta de reciclaje de llantas para la obtención de diésel. Ontario, Canada.
- Montoya, J. M. (2009). RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA DE ENRUTAMIENTO. *Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 12,, p. 23-38*.
- Mora, Luis. (Enero de 2018). Cotización de maquinaria de reciclado de llantas. Palma de Mallorca, Mallorca, España.
- Muther, R. (1981). *Distribución en planta*. Barcelona (España): Segunda Edición. Editorial Hispano-Europea.
- Ocampo, J. (2006). *Costos y Evaluación de Proyectos*. México: Compañía Editorial Continental.
- Ortíz, A. A. (8 de Abril de 2010). La basura (residuos sólidos) en la historia. *La Patria Periódico de Circulación Nacional*.
- Ortiz, J. L. (18 de Octubre de 2016). Unidad de Residuos Solidos. (J. T. Sánchez, Entrevistador)
- Pellini, C. (2014). *Historias y biografías*. Barcelona: Enciclopedia Estudiantil Tomo III Codex.
- Randall, G. (2003 ). *Principios de marketing* . Madrid: THOMSON LEARNING.



- Rescia, L. (7 de Enero de 2012). *monografias.com*. Obtenido de monografias.com: <http://www.monografias.com/trabajos4/elcaucho/elcaucho.shtml>
- Resendíz Tejeda, V. C., & Echeverría Padron, R. (Octubre de 2007). Estudio de las alternativas de aprovechamiento de las llantas en desuso. México, Villa Gustavo A.Madero, México.
- Rosagel, S. (Lunes de Julio de 2013). Reciclaje de llantas. México, Delegación Benito Juárez, México.
- Ruiz, I. V. (2012). *cdigital*. Obtenido de cdigital: <http://cdigital.uv.mx/bistream/12345678/384/1/IDALIT%20VAZQUEZ%20RUIZ.pdf> ventajas y desventajas de uso de polimeros en los asfaltos.monografia
- Salinas Morales, G. N. (12 de Marzo de 2012). Plan de negocios para la creación de una empresa de artículos de moda femenina a partir de materiales reciclables como neumáticos y retazos de cuero en la ciudad de Pereira. Risaralda, Pereira, Colombia.
- Sánchez Juan, R. (11 de Mayo de 2012). Segunda vida de los neumáticos usados. *Química Viva*, 11(1), 24-39.
- Sánchez Santiago, E. (Octubre de 2013). Modelo de negocio para empresas recicladoras de llantas . México, Delegación Miguel Hidalgo, México.
- Sandoval Gutiérrez, G. M., & Castro Martínez, M. A. (2013). Plan de negocio de una empresa pulverizadora de caucho de llanta usada para la industria asfaltera en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana. Bucaramanga, Santander, Colombia.
- Santiago Sánchez, E. (2013). Instituto Politécnico Nacional. En E. S. Santiago, *Modelo de Negocio para Empresas Recicladoras de Llantas* (pág. 29). Ciudad de México.
- Santiago, E. S. (Octubre de 2013). Modelo de negocio para empresas recicladoras de llantas. Distrito Federal, Delegación Miguel Hidalgo, México.
- SEMARNAT. (2011). *Residuos*. México: SNIARN. Obtenido de Semarnat.gob.m
- Scott, B., & Eugene F, B. (2009). *Fundamentos de administración financiera*. México: Cengage Learning.
- Sosa Lora, V. (2011). *Estrategias metodológicas para la elaboración de tesis de posgrado*. México: Miguel Ángel Porrúa.



Torres Ospina, A. H. (Noviembre de 2014). Valoración de propiedades mecánicas y de durabilidad en concreto adicionado con residuos de llantas de caucho. Bogotá, Bosa, Colombia.

Velazco Guerrero, D. A., & Coronel Barbosa, J. (13 de Marzo de 2015). Diseño de un plan operativo de recolección, almacenamiento y gestión para el aprovechamiento de las llantas en desuso en el casco urbano del municipio de Ocaña. Ocaña, Norte de Santander, Colombia.

Vivanco, M. (2005). Afijación Proporcional. En M. Vivanco, *Muestreo Estadístico Diseño y Aplicaciones* (págs. 97-115). Santiago de Chile: Editorial Universitaria.



## Anexos.

### Instrumento de recolección de datos.



## TECNÓLOGICO NACIONAL DE MÉXICO

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

### Encuesta dirigida a establecimientos generadores de llantas de desecho

En este cuestionario tiene por finalidad conocer si existe suficiente cantidad de llantas de desecho en el estado de Tlaxcala, para poder realizar un análisis de factibilidad para la implantación de una planta recicladora de las mismas, por lo que se solicita su colaboración para contestar las preguntas planteadas, de acuerdo a las actividades que resulten en su negocio.

Subraye o indique la respuesta que califique referente a su actividad.

Tipo de taller: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

1.- ¿Con que frecuencia con que reemplazan llantas usadas por nuevas en un día?

de 1 a 2 veces

de 5 a 10 veces

de 10 a 20 veces

2.- ¿Cuántas llantas se reemplazan por usuario de vehículo automotor?

2 llantas

4 llantas

más de 4 llantas

3.- ¿Cuántas llantas de desecho se generan en una semana?

de 1 a 5 llantas

de 5 a 10 llantas

de 15 a 20 llantas

4.- ¿En cuánto venden las llantas de desecho?

10 a 15 pesos

20 a 40 pesos

no las vende

5.- ¿Qué uso que le da a las llantas de desecho?

tira a la basura

dona para reciclaje

incinera

6.- ¿Estaría dispuesto mediante un convenio a donar las llantas desecho que genere su negocio?

Sí

No

7.- ¿En qué manera comercializaría sus llantas de desecho?

Volumen

Cantidad



**Instrumento de recolección de datos.**



**TECNÓLOGICO NACIONAL DE MÉXICO**

**DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN**

Encuesta dirigida a clientes que demandan caucho triturado

En este cuestionario tiene por finalidad conocer si existen clientes que demanden caucho triturado, para poder realizar un análisis de factibilidad para la implantación de una planta recicladora en el estado de Tlaxcala, por lo que se solicita su colaboración para contestar las preguntas planteadas, de acuerdo a las actividades que resulten en su empresa.

Indique la respuesta que califique referente a su actividad.

Empresa: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_

1.- ¿Su empresa utiliza gránulos de caucho reciclado en la fabricación de sus productos?

Sí No

2.- ¿En cuántos de los productos que fabrica utiliza gránulos de caucho?

De 1 a 3 de 4 a 6 de 7 a 10

3.- ¿Bajo qué criterios evalúa la calidad de su materia prima de gránulos de caucho?

Embalaje Tamaño Color Pureza

4.- ¿Qué cantidad de gránulos de caucho utiliza en su proceso de fabricación a la semana?

De 1 a 1000kg de 1001 a 2000 kg de 2001 a 3000kg de 3001 a 4000 kg

5.- ¿Cuál es la presentación de gránulos de caucho que requiere para la fabricación de sus productos?

1-3mm 4-6mm 8-10mm 11-13mm

6.- ¿Cual es precio que paga por kilogramo de gránulos de caucho que requiere?

1 a 3pesos 3.1 a 4 pesos 4.1 a 5 pesos 5.1 a 6 pesos

7.- ¿Cuántos proveedores de caucho reciclado son los que surten su demanda?

1 2 3

8.- ¿De los siguientes proveedores de caucho reciclado cuales son los que surten su demanda?

Neohabitat R-Tyre TECOBA Reciclaje del Noreste REVAN



9.- Considerando sus proveedores que surten su demanda de gránulos de caucho ¿son nacionales o extranjeros?

Nacionales

Extranjeros

10.- ¿Qué factores son los que considera en la elección de sus proveedores?

Calidad

Precio

Cantidad

Crédito

11.- ¿Cuál es la vía mediante la cual le distribuyen su material?

Terrestre

Marítima

Ferrovial

Aérea

12.- ¿Quién le hace llegar su material de gránulos de caucho a su empresa?

Proveedor

Logística particular

Transporte de su empresa

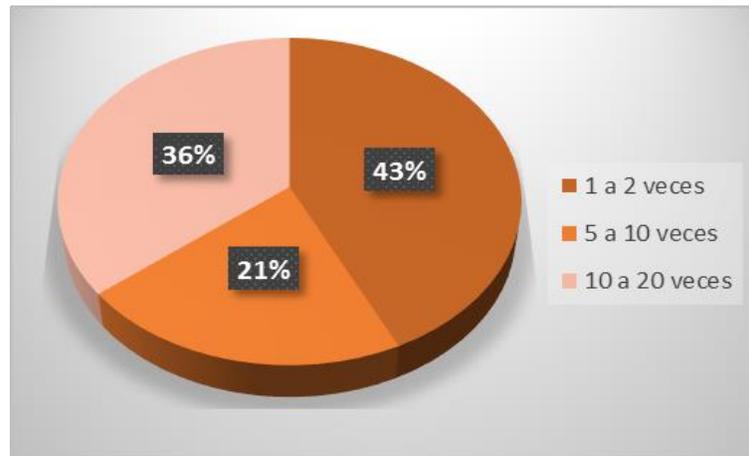
13.- Si hubiera un proveedor de caucho del Estado de Tlaxcala que mejore sus condiciones y necesidades ¿estaría dispuesto a llegar a una negociación?

Sí

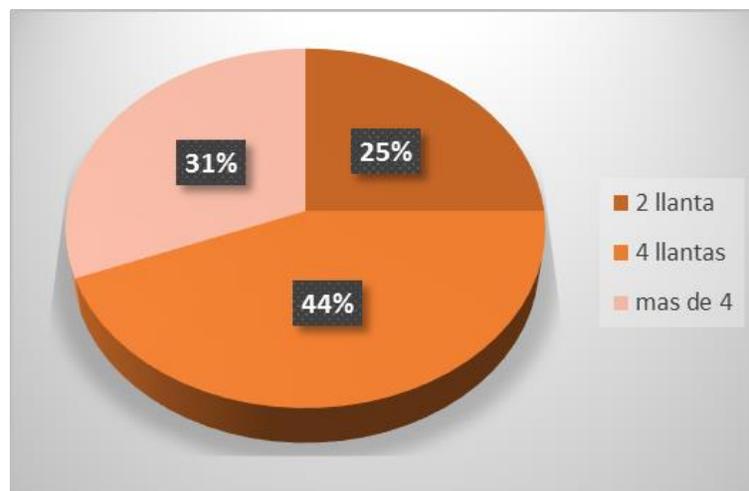
No



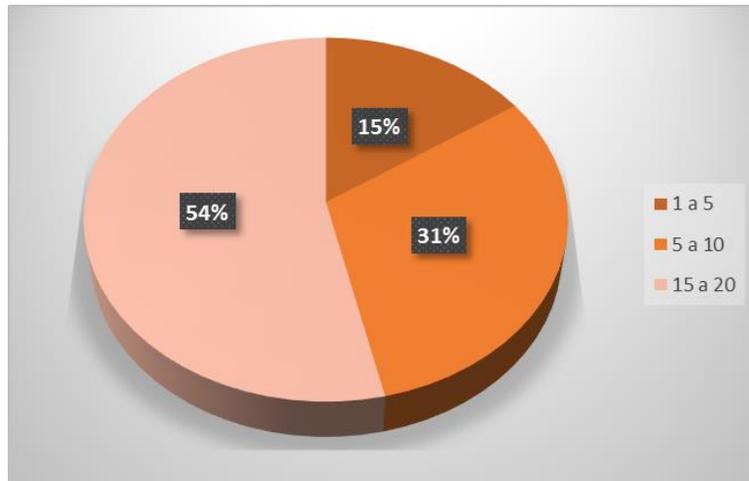
Resultados de graficas aplicadas a establecimientos generadores de llantas de desecho.



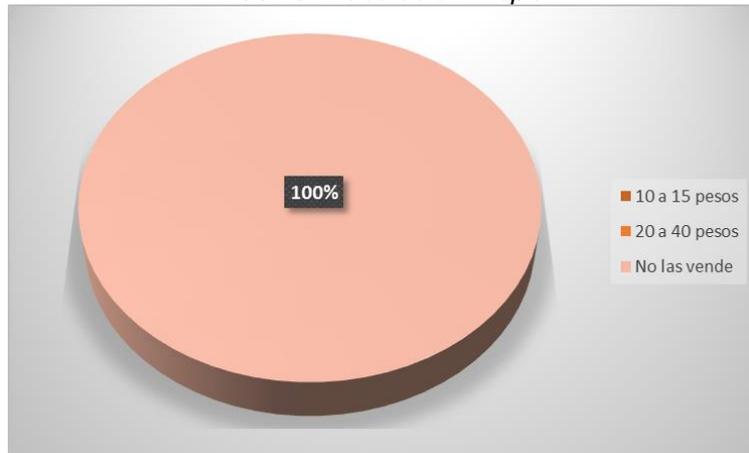
Grafica 3.1 Frecuencia de Reemplazo de llantas usadas por nuevas por día  
Fuente. Elaboración propia



Grafica 1.2 Numero de llantas que se reemplazan por usuario  
Fuente. Elaboración propia



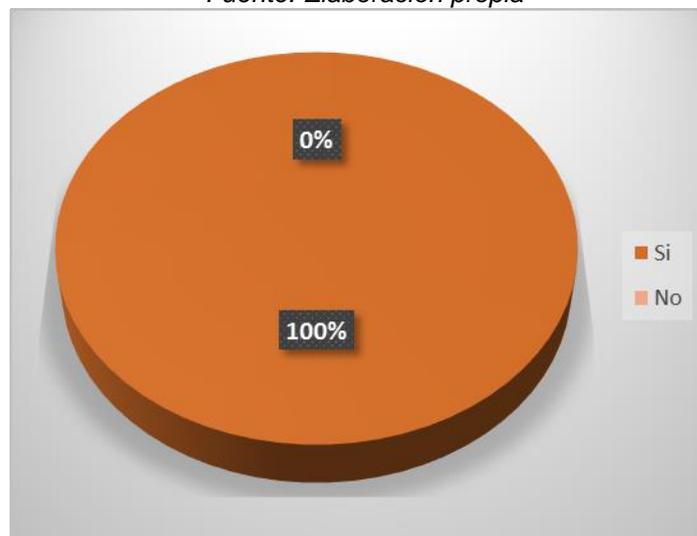
Grafica 1.3 Porcentaje de llantas de desecho que se generan en una semana  
Fuente. Elaboración Propia



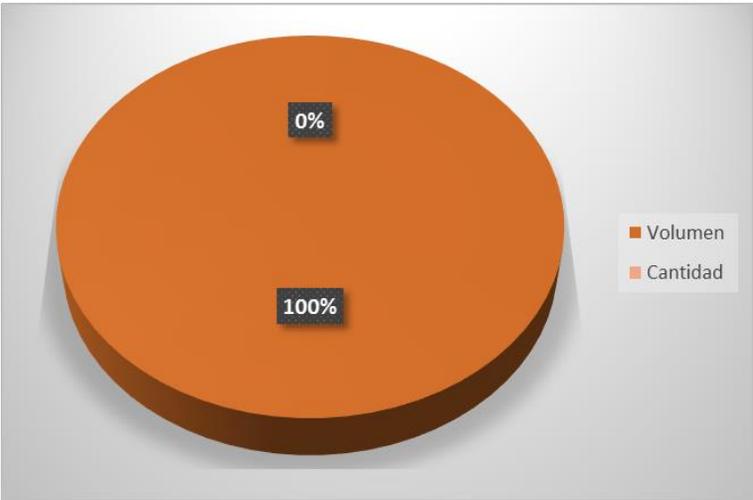
Grafica 1.4 Porcentaje de llantas de desecho generadas en una semana  
Fuente. Elaboración propia



Grafica 1.5 Uso que se le da a las llantas de desecho  
Fuente. Elaboración propia



Grafica 1.6 Disposición para donación de llantas de desecho  
Fuente. Elaboración propia



Grafica 1.7 Modalidad de venta de llantas de desecho  
Fuente. Elaboración propia



Cotizaciones de equipos y enseres.



01 (55) 51.20.27.39 57.54.74.56

ventas@cosedorasdecostales.com.mx  
 Av. Via Morelos Mz. 43 Lt. 9 Km. 12.5  
 Local 9 Col. Constitucion de 1917  
 Tlalnepantla, ldo. De Mexico C.P. 54190  
 www.cosedorasdecostales.com.mx

<b>EMPRESA:</b>	JOSE TAPIA	<b>COTIZACION</b>
<b>DIRECCION:</b>	TLAXCALA	NO. C05-03
<b>TEL:</b>	442.457.51.85	<b>FECHA</b>
<b>E-MAIL:</b>	josetapia.1203@hotmail.com	09/05/2018
<b>ATENCION:</b>	JOSE TAPIA	

De acuerdo su amable solicitud nos es grato presentar nuestra cotizacion por lo siguiente ;

CANTIDAD	DESCRIPCION	P. UNIT.	TOTAL
1	<p>Maquina cerradora portatil para todo tipo de sacos                      Para costal de PP/ PE, etc, asa de plastico aislante para seguridad,                      sistema de lubricacion con bomba de aceite, mecanismo                      sencillo, corte automatico, incluye accesorios; 5 agujas                      1 cono, 1 desarmador , 1 llave para cambio de aguja,                      1 aceitera y manual en español.</p> <p>Modelo: NP-7K                      Marca: KEESTAR                      Max. Velocidad: 1,700~1,900 r.p.m.                      Power Supply: 110V/220V 50/60hZ 1ph                      Fabricacion: CHINA                      Para que no se desgasten mas rapido sus piezas                      se recomienda coser no mas de 300 costales diarios</p>	\$2,758.00	\$2,758.00
		Sub-Total:	2,758.00
		16% LV.A.	441.00
		Total:	3,200.00



Condicion de Venta :	Contado 100% Precios en Moneda Nacional
Forma de Pago :	Deposito bancario o transferencia bancaria en firme Al favor de: BRENDA VERONICA PEREZ ARVIZU Bancomer Suc. 243 Cuenta No. 0171355953 Moneda Nacional Clabe 012180001713559535
Tiempo de entrega :	Inmediata, con orden de compra y comprobante de ficha de deposito en firme.
Flete :	L.A.B. Mexico D.F.
Garantia :	Dentro un año despues de la entrega unicamente sobre defecto de fabricacion.
Condiciones:	No se aceptan cancelaciones ni devoluciones una vez entregado el equipo.

Sin mas por el momento, quedamos de Uds.

Atentamente,

CYNTHIA PEDRAZA  
 EJECUTIVA COMERCIAL



Xuchang Huarui Machinery Co., Ltd. Quotation List

## Xuchang Huarui Machinery Co., Ltd.

ADD: Mid of Yuxin Road, Xuchang, Henan, China

Tel: 0086-374-2339028 Fax: 0086-374-2339029

Website: [www.xchr.com.cn](http://www.xchr.com.cn), [www.xchrjx.com](http://www.xchrjx.com)

Email: [tina@xchrjx.com](mailto:tina@xchrjx.com)

### Quotation of XKP400 tire recycling plant

(Capacity: about 6T/day in 26-30mesh, about 12T/day in 5-10mesh)

Date: April 23, 2018

Qt No. 3960

To,

Mr. Jose Tapia

From Tina Xi

Our whole production line is used to make waste tires and rubber into rubber crumb and rubber powder.

**Major flow:** Waste tires—tire circle cutter—tire strip cutter—tire chips cutter—rims separator—XKP-400 rubber crusher—magnetic separator(for separating steel)—fiber separator—rubber powder



Contacts: Tina Xi, Skype: tianxianbaobao19, Whatsapp/Wechat is 0086 13849857531



**I. Price of each machine**

No.	Name	Motor power	XKP-400 FOB Qingdao price(pesos mexicanos)
1	Tire circle cutter	4.75kw	\$143,051
2	Tire strip cutter	5.5kw	\$121,163
3	Tire slice cutter	5.5kw	\$36,765
4	Steel wire separator	11kw	\$377,093
5	Fiber separator	11kw	\$100,206
6	XKP-400 tire Crusher	45kw	\$587,651
7	Main vibrating screen	4kw	\$37,411
8	Main conveyor	1.5kw	\$31,065
9	Magnetic separator	2.2kw	\$44,232 (\$22,116*2)
10	Vice vibrating screen	1.5kw	\$33,459
11	<b>Total amount of the machine</b>	<b>91.95kw</b>	<b>\$1,136,380.93</b>


**If all your tires are radial tires, no need the fiber separator.**

**Remarks:**

1. **Price Terms:** The price is FOB Qingdao price. (Period of validity: one month)
2. **The payment terms:** 40% deposit by T/T, 60% balance before shipment.
3. **Delivery time:** 20 days after receiving 40% deposit.
4. **Transportation:** one 40GP container.

Contacts: Tina Xi, Skype: tianxianbaobao19, Whatsapp/Wechat is 0086 13849857531



Xuchang Huarui Machinery Co., Ltd. Quotation List

Contact person: Tina Xi Mobile/Wechat/Whatsapp/Viber: 0086 13849857531

**Xuchang Huarui Machinery Co., Ltd**

Contact person: Tina Xi  
 Call/Whatsapp/Viber: 0086 13849857531  
 Tel: 0086 374 2339028 Fax: 0086 374 2339029  
 Web1: www.xchr.com.cn, www.xchrjx.com  
 Email: tina@xchrjx.com  
 Skype: tianxianbaobao19  
 Ali trademanager: xchr

**ISET S.r.l.**

Industria S.p.A. (ISET S.p.A.)  
 Via E. Mattei, n. 10 - 37030, S. Giovanni Lupatoto (VI) - Italy  
 Tel. +39 0445 321010 (ISET)  
 484940-984214 (ISET S.p.A.)

**CERTIFICATE OF COMPLIANCE**

Certificado de Conformidade - Copijnangan conformance - Konformitätserklärung

<p>1) <b>APPLICANT:</b>                  Xuchang Huarui Machinery Co., Ltd.                  Middle of Yuan Road, Xuchang, Hebei, China</p>	<p>2) <b>CERTIFICATE NO.:</b>                  IT01-NCR162117</p> <p><b>ISSUANCE:</b>                  TUD16-2014M</p>
<p>3) <b>WITH REFERENCE TO EC DIRECTIVE APPLIED:</b>                  Machinery Directive 2006/42/EC</p> <p><b>HARMONIZED STANDARDS APPLIED:</b>                  EN ISO 12100:2010                  EN ISO 14124-1:2010, A1:2010</p>	<p>4) <b>CERTIFICATION ISET TAG:</b></p>
<p>5) <b>PRODUCT CHARACTERISTICS:</b> Free Recycling Products (1) (1)</p> <p><b>MODEL(S):</b> AUT010, AUT040, AUT041, AUT042, AUT050, AUT050L, AUT050R, XKP300, XKP350, XKP400, XKP450, XKP500, XKP550L, XKP550R, TS800, TS1200, TD1200, TT1200, TX1200, XH3000S, XH3000L, XH3000R, XH3000S, XH3000L, XH3000R, QJ300-200, QJ300-300, JH050, JH050L, JH050R, JH050S, JH050L, JH050R</p>	
<p><small>REMARK: CE marking and EC declaration are duties of the manufacturer before the putting into service of any product on market. The certification has been granted on the voluntary application of the manufacturer. ISET only use the declared product and provided by the manufacturer. ISET, the manufacturer is responsible to ensure the internal production control to ensure the compliance of the product. ISET declares any liability with reference to any other document, product or not issued that have been subjected to evaluation.</small></p>	
<p>6) <b>DATE OF ISSUE:</b> 17/01/2016</p>	<p><b>DATE OF EXPIRE:</b> 16/01/2022</p>
<p><b>CERTIFICATION SIGNATURE:</b></p>	





**MAIN  
CASA**  
Maquinaria Industrial

Revolución Industrial

**Montacargas**

**MAQUINARIA INDUSTRIAL CABRERA S.A. DE C.V.**  
[www.maincasa.com](http://www.maincasa.com)



**PATIN HIDRAULICO 1500 KG.**

**MODELO: SDJA1500    MARCA: MW**



**Datos generales**

Capacidad de carga	1500 kg
Altura de levantamiento	1600 mm
Altura mínima de las uñas	90 mm
Centro de carga	500 mm
Longitud de las uñas	1060 mm
Ancho de las uñas	95 mm
Velocidad de levantamiento	25 mm/tiempo
Velocidad baja	Ajustable
Peso neto	255 kg
Longitud total	1340 mm
Ancho total	910 mm
Radio de giro	1250 mm
Altura total	2090 mm



## Características

Montacargas de uñas ajustables. Fabricado con perfil reforzado de acero. Una opción económica y segura para realizar tareas de cargas y movimientos de mercancía en tarimas y plataformas. Robusto y bastante compacto para maniobrar en espacios saturados y de difícil acceso. Ingeniería de precisión para dar un funcionamiento eficiente y una durabilidad excepcional. Función de levantamiento operada con pedal y de forma manual. Permite al operador a realizar sus maniobras sin realizar esfuerzos físicos extremos.

### GARANTIA:

\* 6 meses por defectos de fábrica.

### CONDICIONES DE PAGO Y ENTREGA

Precio de Venta: \$ 825 dolares  
Mas IVA, tipo de cambio \$19.00 MN

Nuestros precios son en usd dólares pagaderos moneda nacional al tipo de cambio de acuerdo al DOF del día del pago **más el 16% de iva.**

Nuestra mercancía es l. a. b. bodega MAINCASA Puebla.

No incluye fletes ni maniobras a domicilio.

Tiempo de entrega: Inmediata

Precios sujetos a cambio, sin previo aviso.

Vigencia de la cotización al 30 de Mayo del 2018.

Agradezco de antemano su atención y esperamos que esta información sea de su agrado.

Saludos.



**TORREY TOLEDO REFRIGERACION NACIONAL**

AV. CHAPULTEPEC No. 266 COL. ROMA MEXICO, D.F. C.P. 06700 TELS. 5207-2387 o 5207-2453



**Especificaciones técnicas**  
 Capacidad: 100/240Vca 50/60Hz  
 Display: Pantalla iluminada  
 Corriente eléctrica  
 Batería recargable: Incluida Con duración de 150 horas  
 Conexión a PC  
 Tara máxima  
 Plato: : 54 x 50 cm  
 Temp. de operación: -10 a 40°C (14 a 104°F)  
 Temp. de almacenaje: -20 a 50°C (-4 a 122°F)  
 Peso neto: 29.7kg  
 Peso con empaque: 40kg

CONCEPTO	1 BASCULA DIGITAL
MONTO A PAGAR	\$ 5,170.00 + IVA \$ 6,000 mn.
RAZÓN SOCIAL	TOLEDO REFRIGERACION NACIONAL, S.A.
R.F.C.	TRN-8211045K0
TELÉFONO	04455-4806-5603
BANCO	BANCOMER
CUENTA PARA DEPÓSITOS	0110040657
CLABE INTERBANCARIA PARA TRANSFERENCIAS	012180001100406576
MONEDA	NACIONAL (PESOS)
PLAZA	Puebla.
SUCURSAL	0018 NIZA
EJECUTIVO DE VENTAS	Margarita Neri Saavedra
E MAIL	mago.toledorefrigeracion@hotmail.com



**Compra Venta Equipo De Seguridad Industrial - Calle 5 Oriente 202 Int. C (72130) Puebla, Colónia La Libertad**  
**Atención:JOSE TAPIA**

**Estimado:En atención a su solicitud, me permito enviarle la cotización correspondiente a los productos de**  
**Correo:josetapia.1203@hotmail.com** **Telefono:442 457 51 85**

**Condiciones:. El equipo se entrega hasta el lugar de instalacion**  
**Generales:sin costo alguno, dentro del estado de Tlaxcala. Vigencia:5 Dias**

Cantidad	Descripción	Precio unitario	Total
20	Lentes seguridad	\$ 2.36	\$ 47.20
20	Botas/zapato trabajo	\$ 56.00	\$ 1,120.00
20	Fajas ajustables	\$ 19.20	\$ 384.00
30	Guantes	\$ 4.00	\$ 120.00
30	Tapones para oídos	\$ 0.68	\$ 20.40
10	Escobas	\$ 9.60	\$ 96.00
20	Playeras	\$ 12.80	\$ 256.00
1	Material contra incendios	\$ 12,300.00	\$ 12,300.00
<b>Subtotal</b>			<b>\$ 14,343.00</b>
<b>IVA</b>			<b>\$ 336.98</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 14,680.00</b>

**Nota: El precio total es mas importe de IVA.**



**Comercial Ferretera Ermita S.A. de C.V.**  
 Calz. Ermita Iztapalapa No. 556 Col. Escuadrón 201, D.F.  
 Tel.: 2458 0900 con 8 líneas Fax: 5582-3580

R.F.C.: CFE-860905 EX9

Cotización: **22819**

Cliente: **237** L3 mostrador  
 Kinchil mza 84 lt 16 lomas mde padierna TLALPAN con Anita 0 conocido  
 conocido conocido C.P. 01000  
 R.F.C.: XAXX010101000 Tel. 00 -  
 Le atendio: 2 DULCE GARCIA

Página : 1

Fecha :  
 MAYO 9, 2018.

Código	Cantidad	Descripción	Importe	Descuento %	Total
1200HM	1 JGO	JUEGO DE 9 LLAVES COMBINADAS PULIDO ESPE	588.58		588.58
STA-51-081	1 PZA	Martillo Mango de Acero 16 oz Peso Cabez	155.73		155.73
SANT-0-324368	1 PZA	EXTENSION USO RUDO 4M 7 AMP 2 COND	30.15		30.15
SANT-0-324344	1 PZA	JUEGO DE LLAVES PERICAS	310.94		310.94
117142	1 PZA	CINCEL DE ACERO FORJADO 1X8"	72.89		72.89
SANT-0-324568	1 PZA	JUEGO DE LLAVES ALLEN	355.00		355.00
SANT-0-324044	1 PZA	JUEGO DE DADOS CON MATRACA	180.00		180.00
SANT-0-324044	1 PZA	JUEGO DE DESARMADORES	205.00		205.00
SANT-0-024044	1 PZA	TALADRO CON JUEGO DE BROCAS STADR	1280.00		1280.00
SANT-0-014044	1 PZA	PULIDORA BOSCH 14.4V JUEGO C/ DISCO DE CORTE	1130.00		1130.00

Puede realizar su deposito a las cuentas:  
 BBVA Bancomer: 0134710851 Clabe: 012180001347108514  
 HSBC: 4039693064 Clabe: 021180040396930646  
 Santander: 65-50451474-6 Clabe: 014180655045147467  
 Poniendo como referencia su número de cliente  
 o cotización.

**Importe** 4,308.29  
**Subtotal** 4,308.29  
**I.V.A.** 690

**TOTAL** 5,000.00  
**Precio sujeto a cambio sin previo aviso**



# COTIZACIÓN

**FOLIO MAY 126**

La Magdalena Tlaltelulco, Tlaxcala a 10 de Mayo de 2018

## Muebles y Equipos para Oficina de Tlaxcala

Atención: **JOSE TAPIA**

Correo: **josetapia.1203@hotmail.com**

Telefono: **442 457 51 85**

Estimado: En atención a su solicitud, me permito enviarle la cotización correspondiente a los productos de su interés.

Condiciones: El equipo se entrega hasta el lugar de instalación

Generales: sin costo alguno, dentro del estado de Tlaxcala.

Vigencia: 5 Días

Pago: Es a nombre de Miguel Sosa Rodriguez

Representante legal Maximino Tzompantzi Taxis

PTDA	CANTIDAD	DESCRIPCION	PRECIO UNIT	TOTAL
1	2	ESCRITORIO JUVENIL 120 X 60 X 75 SIN CAJONES	\$ 756	\$1,512
2	4	SILLA SENCILLA ISO TAPIZ EN TELA COLOR NEGRO Ó VINO	\$ 504	\$ 2,016
3	2	REGULADOR PARA P.C. 120VOLTS	\$294	\$588
4	1	ARCHIVERO METALICO 2 GAVETAS CBTA EN MADERA	\$1,008	\$1,008
5	1	TELEFONO PARA OFICINA ESTANDAR	\$ 210	\$ 210
6	2	C.P. ASUS PBA002, Intel Core i5-7400 3GHz, 8GB, 2TB, FreeDOS	\$3,612	\$7,224
7	1	MULTI. ACER AUS.	\$ 966	\$966
<b>SUBTOTAL</b>				\$13,524.00
IVA 16%				\$2,576.00

**NOTA : LOS PRECIOS UNITARIOS SON +IVA**

PRECIOS SUJETOS A CAMBIO SIN PREVIO AVISO

TIEMPO DE ENTREGA DE 5 DIAS HABILES

APARTIR DE SU ORDEN DE COMPRA

Sin mas por el momento y esperando que nos favorezca con su compra quedo a sus ordenes.

ATENTAMENTE  
**GREGORIO JIMENEZ TLACHI**  
DEPARTAMENTO DE VENTAS

Telefono de Tienda

**46 4 70 55**

**TOTAL \$16,100.00**



## Vehículos para transporte de materia prima y producto terminado



Ford F350 2002

**\$98,000 Negociable**

Publicado hace 5 horas | 20 Vistas

MARCA **Ford**

AÑO 2002

CARROCERÍA Otra

TRANSMISIÓN Manual

COMBUSTIBLE Gasolina

MODELO **F-350**

KILOMETRAJE 250000

COLOR Blanco

TRACCIÓN Trasera (RWD)

AIRE ACONDICIONADO No



**Jacobo.1972**  
42 PUBLICACIONES 8 ACTIVAS



📞 811\*\*\*\*\* [Mostrar número de teléfono](#)

✉ **Enviar un Mensaje** ([Inicia sesión](#) para enviar mensajes más rápido!)

Me interesa, por favor contáctame.

¿Cuándo y dónde puedo verlo/a?

MENSAJE Jacobo.1972\* \* OBLIGATORIO

Escribir texto aquí...

NOMBRE \*

DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO \*

NÚMERO DE TELÉFONO (OPCIONAL)

Inicia sesión para poder enviar una copia a tu correo electrónico.

Enviar

Al hacer clic en "Enviar" aceptas nuestros [Términos y Condiciones](#), [Políticas de Privacidad](#) y recibir comunicaciones de marketing.



Establecimientos generadores de llantas de desecho por municipios registrados en el INEGI.

Nombre del establecimiento	Nombre de la vialidad	Nombre de la colonia	Municipio	Ubicación Geográfica	
				latitud	longitud
Distribuidora de oriente	Francisco Sarabia	Centro	Apizaco	19.4117674	-98.1436855
Multiservicios vulcanizadora Báez	Francisco Sarabia	El Carmen	Apizaco	19.4163966	-98.1536263
Talacheria morales	Moctezuma	Centro	Apizaco	19.4128444	-98.1445937
Vulcanizadora Alex	Morelos	Centro	Apizaco	19.417603	-98.135996
Vulcanizadora Aquiles Serdán	Aquiles Serdán	El Carmen	Apizaco	19.4166607	-98.1491899
Vulcanizadora cregato	jacarandas	loma florida	Apizaco	19.4027761	-98.1423804
Vulcanizadora duran	independencia	centro	Apizaco	19.4198197	-98.144815
Vulcanizadora hermanos chavero	Emilio Carranza	centro	Apizaco	19.4108971	-98.1441112
Vulcanizadora Hernández	Heroico colegio militar	centro	Apizaco	19.4156752	-98.1351715
Vulcanizadora lerina	Independencia	Centro	Apizaco	19.4185206	-98.1480728
Vulcanizadora lima	Josefa Ortiz de Domínguez	El Carmen	Apizaco	19.4064035	-98.1467072
Vulcanizadora los pequeños	independencia	santa rosa	Apizaco	19.4122058	-98.1373043
Vulcanizadora luna	sexta	El Carmen	Apizaco	19.4195576	-98.1446314
Vulcanizadora neumatec	francisco madero i.	Centro	Apizaco	19.4192876	-98.1510957



Vulcanizadora Saldaña	Desiderio Hernández Xochiteotzin	El Carmen	Apizaco	19.4206412	-98.1427893
vulcanizadora Saldaña 1	Venustiano Carranza	Centro	Apizaco	19.4167958	-98.1458514
Vulcanizadora Saldaña Jr.	Emilio Sánchez Piedras	Centro	Apizaco	19.4209052	-98.1445117
Vulcanizadora sin nombre	16 de septiembre	Centro	Apizaco	19.4041578	-98.1501493
Vulcanizadora sin nombre	Ignacio Zaragoza	Zaragoza	Apizaco	19.4062746	-98.1494748
Vulcanizadora sin nombre	Independencia	Centro	Apizaco	19.413862	-98.1355069
Vulcanizadora sin nombre	Santa cruz	Loma florida 2da sección	Apizaco	19.4021896	-98.1424073
Vulcanizadora sin nombre	Los pinos	Loma florida	Apizaco	19.4206862	-98.144654
Vulcanizadora valencia	Independencia	Centro	Apizaco	19.4122587	-98.1460178
Vulcanizadora vulcatec	Ignacio Zaragoza	San Martín de Porres	Apizaco	19.4220453	-98.1399498

Nombre del establecimiento	Nombre de la vialidad	Nombre de la colonia	Municipio	Ubicación Geográfica	
				latitud	longitud
Reparación de llantas sin nombre	Manuel Saldaña sur	Tepetlapa	Chiautempan	19.3071896	-98.1959537
Secciones el puente	Santa Ana-tlaxcala	Industrial	Chiautempan	19.3189091	-98.2054249



	(prolongación a. diaz varela)				
Talachas el may	Ocotlán-santa ana	Industrial	Chiautempan	19.3193374	-98.2095141
Talachera el crucero	ninguno	Tlapacoya	Chiautempan	19.3211001	-98.2012832
Talacheria sin nombre	Manuel Saldaña sur	Tepetlapa	Chiautempan	19.319694	-98.197859
Taller de vulcanizadora Novo	del molino	Industrial	Chiautempan	19.304038	-98.1961004
Vulcanizadora solis	santa ana-tlaxcala (prolongación a. diaz varela)	Chiautempan	Chiautempan	19.3054202	-98.2402967
Vulcanizadora corona	Ignacio picazo norte	Tlapacoya	Chiautempan	19.315769	-98.195458
Vulcanizadora José	La paz	Tlapacoya	Chiautempan	19.326698	-98.196186
Vulcanizadora sin nombre	Santa ana-tlaxcala (prolongación a. diaz varela)	Industrial	Chiautempan	19.314753	-98.202066
Vulcanizadora sin nombre	Progreso	Guadalupe ixcotla	Chiautempan	19.3234653	-98.1816147
Vulcanizadora don guicho	Ignacio allende poniente	Ximentla	Chiautempan	19.3080276	-98.1975769
Vulcanizadora sin nombre	Vicente guerrero	Guadalupe ixcotla	Chiautempan	19.3100335	-98.1896819
Vulcanizadora sin nombre	Felipe santiago Xicoténcatl	Tepetlapa	Chiautempan	19.313833	-98.184282



Vulcanizadora yoselin	Vicente guerrero	Guadalupe ixcotla	Chiautempan	19.3164149	-98.1766155
-----------------------	------------------	-------------------	-------------	------------	-------------

Nombre del establecimiento	Nombre de la vialidad	Nombre de la colonia	Municipio	Ubicación Geográfica	
				latitud	longitud
Talachas con pistola	Libramiento méxico-veracruz	Emiliano zapata	Huamantla	19.3290895	-97.9220957
Talacheria américa	matamoros oriente	San Lucas	Huamantla	19.3111376	-97.9177156
Talacheria la lluvia	Juárez norte	Emiliano zapata	Huamantla	19.3232267	-97.9217847
Talacheria la morsa	Abasolo oriente	San Sebastián	Huamantla	19.3166415	-97.9193237
Talacheria servicio tauro 2	Hidalgo	San José	Huamantla	19.3083333	-97.9214138
Taller de talacheria	Nicolás bravo	San Sebastián	Huamantla	19.3098423	-97.93452
Vulcanizadora campos	Roberto Covarrubias	La preciosa	Huamantla	19.322157	-97.924897
Vulcanizadora el garaje	Cuamanco oriente	San Lucas	Huamantla	19.3161146	-97.9032999
Vulcanizadora el gasero	juan pablo ii	San Lucas	Huamantla	19.3137494	-97.9311395
Vulcanizadora González	Cuamanco	De la cruz	Huamantla	19.3156522	-97.9359153
Vulcanizadora hermanos Monroy	libramiento mexico-veracruz	Emiliano zapata	Huamantla	19.3120774	-97.9156921



Vulcanizadora san Martin	Morelos poniente	San miguel	Huamantla	19.3250789	-97.9233684
Vulcanizadora y cambio de aceite	Xicoténcatl	San José Xicoténcatl	Huamantla	19.3285744	-97.9214583
Vulcanizadora yireth	libramiento mexico-veracruz	nuevo progreso	Huamantla	19.3104938	-97.9284987
Vulcanizadora hermanos Trujillo	libramiento mexico-veracruz	Santa Anita	Huamantla	19.3079259	-97.9213493

Nombre del establecimiento	Nombre de la vialidad	Nombre de la colonia	Municipio	Ubicación Geográfica	
				latitud	longitud
Neumáticos de Apizaco	Apizaco-tlaxco	San Bartolomé matlahocan	Tetla de la Solidaridad	19.4319598	-98.134101
Vulcanizadora flores	Republica de argentina	Segunda sección teotlalpan	Tetla de la Solidaridad	19.4347964	-98.1327324
Vulcanizadora González	Apizaco-tlaxco	Agrícola de dolores	Tetla de la Solidaridad	19.4377505	-98.1066371
Vulcanizadora González	José maría Morelos	San francisco atexcatzinco	Tetla de la Solidaridad	19.4484888	-98.09893
Vulcanizadora la capilla	Apizaco-tlaxco	San Bartolomé matlahocan	Tetla de la Solidaridad	19.4642513	-98.1135988
Vulcanizadora los toros	10 de mayo	10 de mayo	Tetla de la Solidaridad	19.4583068	-98.1186431
Vulcanizadora medina	Apizaco-tlaxco	Agrícola de dolores	Tetla de la Solidaridad	19.4413652	-98.1294963
Vulcanizadora vulcatec	Apizaco-tlaxco	San Bartolomé matlahocan	Tetla de la Solidaridad	19.4392717	-98.1304596



Nombre del establecimiento	Nombre de la vialidad	Nombre de la colonia	Municipio	Ubicación Geográfica	
				latitud	longitud
Lubricantes coyotzi	Insurgentes	Chimalpa	Tlaxcala	19.2790593	-98.2184266
Servicios Ramírez alineación y balanceo	Ingenieros	Loma bonita	Tlaxcala	19.3133737	-98.2169598
Talachas dans	Ex-rancho las animas	Las animas	Tlaxcala	19.2969007	-98.2337945
Talacheria el retorno	Apizaco-puebla	Santa maría ixtulco	Tlaxcala	19.2867826	-98.2397503
Talacheria la central	8 bis	La loma Xicoténcatl	Tlaxcala	19.2868005	-98.2127398
Talacheria lobo Jr.	Puebla-Tlaxcala	Primera	Tlaxcala	19.3134199	-98.2287424
Talacheria los cuates	Guadalupe	San Gabriel Cuautla	Tlaxcala	19.3269213	-98.200525
Talacheria Pérez	A texoloc	Tepechapa	Tlaxcala	19.324993	-98.2426447
Talacheria san José	rancho san isidro	San Hipólito Chimalpa	Tlaxcala	19.3140037	-98.2458883
Talacheria Sánchez	rancho san isidro	San Hipólito Chimalpa	Tlaxcala	19.2824021	-98.238431
Talacheria escorpión	Apizaco-puebla	Santa maría ixtulco	Tlaxcala	19.3079387	-98.235227
Talacheria tres hermanos	Abasolo	Ixtulco	Tlaxcala	19.2892741	-98.2509075



Taller de vulcanizadora los ángeles	Calle 3	Loma Xicoténcatl	Tlaxcala	19.3168959	-98.2463162
Vulcanizadora acuario	ninguno	La loma Xicoténcatl	Tlaxcala	19.3168566	-98.2465365
Vulcanizadora brayan	Benito Juárez	Xicoténcatl	Tlaxcala	19.3278347	-98.2004207
Vulcanizadora capier	Ocotlán-santa Ana (calle Morelos)	Ocotlán	Tlaxcala	19.3281914	-98.1941014
Vulcanizadora elvi	Ocotelulco	San isidro	Tlaxcala	19.3248023	-98.200725

Nombre del establecimiento	Nombre de la vialidad	Nombre de la colonia	Municipio	Ubicación Geográfica	
				latitud	longitud
Vulcanizadora Giovanni	16 de septiembre	Quinta sección	Tlaxco	19.6174005	-98.1229683
Vulcanizadora Hernández	Cuauhtémoc	Tepatlaxco	Tlaxco	19.6117981	-98.1247987
Vulcanizadora la guadalupana	Francisco i. madero	Ejidal	Tlaxco	19.6091692	-98.1211068
Vulcanizadora los pepes	Prolongación Macario Hernández	Tepatlaxco	Tlaxco	19.6164206	-98.1227189
Vulcanizadora san Agustín	16 de septiembre	Quinta sección	Tlaxco	19.6181525	-98.1233482