

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN  
ADMINISTRACIÓN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTO DE CREACIÓN DE EMPRESA DE  
RECICLAJE DE LLANTAS DE GRAN TAMAÑO

PABLO ANGEL PALACIO  
NICOLÁS ARISTIZABAL VARGAS

ASESOR:  
ANDRÉS PEDRAZA

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN  
MEDELLÍN  
2017

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN  
ADMINISTRACIÓN

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DE PROYECTO DE CREACIÓN DE EMPRESA DE  
RECICLAJE DE LLANTAS DE GRAN TAMAÑO

PABLO ANGEL PALACIO  
NICOLÁS ARISTIZABAL VARGAS

ASESOR:  
ANDRÉS PEDRAZA

UNIVERSIDAD EAFIT  
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN  
MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN  
MEDELLÍN  
2017

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	8
2. MARCO CONCEPTUAL.....	14
2.1 Estudio de Factibilidad.....	14
2.2 Etapas del estudio de factibilidad.....	18
3. ASPECTOS METODOLÓGICOS.....	20
4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	24
4.1 Concepción de la idea de negocio.....	24
4.1.1 Análisis del problema, necesidad, oportunidad.....	24
4.1.2 Análisis de alternativas.....	25
4.2 Caracterización del proyecto.....	27
4.3 Metas, estrategias y análisis del proyecto.....	29
4.4 Breve historia de la empresa que va a llevar a cabo el proyecto.....	31
4.5 Estudio del entorno y análisis sectorial.....	31
4.5.1 Entorno económico.....	31
4.5.2 Análisis Técnico.....	33
4.5.3 Análisis legal y ambiental.....	34
4.5.4 Entorno Específico.....	34
4.5.4.1 Sector industrial.....	34
4.5.4.2. Clasificación del sector económico.....	36
4.6 Estudio de mercado.....	37
4.6.1 Producto.....	37
4.6.2 Mercado de materias primas.....	38
4.6.3 Demanda del mercado.....	40
4.6.3.1 Estimación del mercado potencial y proyección de la demanda.....	42
4.6.4 Precio.....	44
4.6.5 Oferta.....	45
4.6.6 Comercialización.....	48
4.7 Estudio técnico.....	49
4.7.1 Análisis del tamaño o capacidad de producción.....	49

<b>4.7.2</b>	<b>Descripción del proceso productivo</b> .....	51
<b>4.7.3</b>	<b>Macro localización</b> .....	53
<b>4.7.3.1</b>	<b>Localización de la planta</b> .....	53
<b>4.7.3.2</b>	<b>Materias primas e insumos</b> .....	54
<b>4.7.3.3</b>	<b>Mano de obra</b> .....	56
<b>4.7.3.4</b>	<b>Servicios públicos y abastecimiento energético</b> .....	57
<b>4.7.3.5</b>	<b>Planta y terrenos</b> .....	58
<b>4.7.4</b>	<b>Maquinaria, equipos, edificio e instalaciones</b> .....	59
<b>4.7.5</b>	<b>Análisis de impacto ambiental y social</b> .....	62
<b>4.8</b>	<b>Estudio organizacional</b> .....	64
<b>4.8.1</b>	<b>Perfiles directivos y administrativos</b> .....	65
<b>4.8.2</b>	<b>Perfiles operativos</b> .....	68
<b>4.9</b>	<b>Estudio legal</b> .....	71
<b>4.9.1</b>	<b>Tipo de sociedad</b> .....	71
<b>4.9.2</b>	<b>Constitución legal de la empresa</b> .....	73
<b>4.9.3</b>	<b>Capital social</b> .....	73
<b>4.9.4</b>	<b>Obligaciones laborales y otras formalidades</b> .....	75
<b>4.10</b>	<b>Estudio financiero</b> .....	77
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	83
	<b>REFERENCIAS</b> .....	87

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Participación sector industrial sobre el PIB.....	35
Gráfico 2.Importaciones de caucho y manufacturas 2010-2017 .....	41
Gráfico 3. Empresas constructoras Medellín y Valle de Aburrá Norte 2016.....	50
Gráfico 4. Empresas constructoras en Medellín y Valle de Aburrá Norte según tamaño, 2016.....	50

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Grano de Caucho Reciclado.....	38
Figura 2.Principales proveedores de llantas .....	40
Figura 3. Principales competidores en Colombia.....	47
Figura 4. Proceso de producción GCR .....	52
Figura 5. Localización planta de producción Caldas, Antioquia .....	53
Figura 6. Tamaño de la planta.....	59
Figura 7. Estructura organizacional.....	65

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1.Estimación mercado potencial Medellín y Antioquia .....	43
Tabla 2.Proyección demanda de GCR .....	43
Tabla 3.Proyección demanda de GCR .....	44
Tabla 4. Costo de materia prima e insumos por tonelada .....	55
Tabla 5. Costo de materia prima e insumos totales.....	56
Tabla 6. Mano de obra requerida.....	57
Tabla 7. Costo servicios públicos .....	58
Tabla 8. Costo maquinaria .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Tabla 9. Costo mobiliario y papelería.....	71
Tabla 10. Inversión inicial del proyecto.....	74
Tabla 11. Costos constitución legal.....	74

## **RESUMEN**

En este trabajo se realiza un estudio de factibilidad a una empresa dedicada al reciclaje de llantas de gran tamaño en la ciudad de Medellín, cuya finalidad es la de obtener Grano Caucho Reciclado (GCR) y abastecer empresas que utilizan este material como insumo en el sector de la construcción. El proyecto se realizará con un horizonte inicial de 10 años, la planta de procesamiento se ubicará en el municipio de Caldas, Antioquia, dada su cercanía con el municipio de Medellín y su ubicación estratégica.

La metodología que siguió el estudio se basó en información secundaria sobre estudios similares realizados (revisión bibliográfica de estudios referentes al aprovechamiento de llantas usadas en el país y el exterior) y datos provenientes de instituciones vinculadas con el sector medioambiental y económico del país (Ministerio de medio Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, DANE, Alcaldía de Bogotá). Para la estimación de la demanda, precios e ingresos, se optó por investigar el mercado local, y se extrajo información sobre la cantidad de llantas que son desechadas anualmente en Medellín.

El capital autorizado de la compañía será de **\$ 1.317.270.690**. El capital suscrito será el 65.5% del capital autorizado, es decir, \$862.270.690 El capital pagado finalmente será capital suscrito dividido en partes iguales para los tres socios, es decir, \$285.408.650, este pago se hará al momento de la constitución de la empresa, cuya figura societaria será la Sociedad por Acciones Simplificada. Finalmente, los estados financieros de la empresa son elaborados con el ánimo de determinar la factibilidad y viabilidad del proyecto.

## **PALABRAS CLAVE**

Reciclaje de llantas, Grano Caucho Reciclado, Factibilidad, Impacto Ambiental, Proceso de producción.

## **ABSTRACT**

This project carries out a feasibility study for a company start-up dedicated to the recycling of large tires in Medellin, in order to obtain Recycled Rubber Grain (GCR) and supply companies in the construction sector that use this material as an input in their production process. The project will be carried out with an initial horizon of 10 years, the processing plant will be located in the municipality of Caldas, Antioquia, due to its closeness to Medellin and its strategic location.

The methodology followed by this study was based on secondary information on similar studies performed (bibliographic review of studies regarding the use of tires used in the country and abroad) and data from institutions linked to the country's environmental and economic sector (Ministry of Environment, Housing, and Territorial Development, DANE, Mayor's Office of Bogotá). To estimate the demand, prices and returns, it was decided to investigate the local market, and information was extracted on the amount of tires that are discarded annually in Medellin.

The authorized capital of the company will be \$ 1,317,270,690. The subscribed capital will be 39% of the authorized capital, that is, \$ 862,270,690. The capital paid will finally be the subscribed capital divided in equal parts for the three partners, that is, \$ 285,408,650, this payment will be made by the time of the company's constitution, whose corporate figure will be the Simplified Shares Corporation. Finally, the company's financial statements are prepared with the aim of determining the feasibility and viability of the project.

## **KEY WORDS**

Tires recycling, Recycled Rubber Grain, Feasibility, Environmental impact, Production process.

## 1. INTRODUCCIÓN

A pesar de que en el país ya se han dado los primeros pasos en materia de reciclaje de llantas, este es un mercado virgen y aún hay muchos aspectos por explorar. La ciudad de Bogotá es la pionera en este tipo de acciones a nivel nacional, esta ciudad cuenta con más de 90 puntos de recolección de llantas desechadas, con una campaña denominada “llantas usadas en el lugar indicado” que logra una importante recolección de más de 2,5 millones de llantas (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014). Lo que estimula a los fabricantes y consumidores de llantas a la vinculación del programa.

Por parte del gobierno nacional existe el denominado plan “Rueda verde”, que consiste en la unión de 92 empresas en 20 departamentos del país que están relacionadas directamente o indirectamente con el mercado de las llantas. Este programa está regido por la resolución 1.457 del 2010 del Ministerio del Medio Ambiente, Vivienda y Desarrollo de Colombia, este programa cuenta con el apoyo de un gremio tan importante como la ANDI.

La principal planta de reciclaje en Colombia se encuentra en Yumbo (departamento del Valle) y está operada por la empresa CORPAUL, que comenzó operaciones en marzo de 2014 (CORPAUL, s.f.) y que cuenta con tecnología de última generación para el tratado de llantas fuera de uso.

En la ciudad de Medellín se cuenta en la actualidad con Ekogroup, una empresa que se dedica a este oficio. En el valle del Aburrá se estima un consumo de 800 mil llantas al año, mientras que en el departamento de Antioquia se estima un uso de 1,3 millones de llantas al año, que son recolectadas por la empresa Ekogroup y convertidas en gránulos y polvo de residuo de caucho, dándole un uso comercial como la elaboración de suelas para zapatos, escenarios deportivos y demás usos descritos con anterioridad.

La mala disposición de las llantas usadas en sitios públicos, cuando estas cumplen su vida útil, es uno de los problemas crecientes que enfrenta el mundo, con mayor

tendencia en los países en vía de desarrollo, dado que no existían políticas claras en relación a la disposición final de estos materiales, así como los responsables de velar por el control y el cumplimiento de dichas políticas.

Cada año se desechan millones de llantas en todo el mundo, no obstante, el impacto que estos materiales tienen en el medio ambiente está lejos de ser conocido por los ciudadanos, haciendo de la situación un problema más grave y con pocas herramientas de control al no existir, por parte de los actores involucrados, tanto en la cadena de producción como en los consumidores, una normativa clara e incluso instrumentos de pedagogía, que ayuden a generar una mayor concientización del daño que se le está causando al planeta en general. Una llanta puede tardar más de 100 años en degradarse, sin contar con los materiales internos, como son neumáticos o textiles, que pueden tardar 1.000 años en desaparecer completamente de la tierra, poniendo de manifiesto la complejidad y amenaza de esta situación. Por otra parte, las llantas desechadas son dispuestas en zonas públicas, basureros o ríos, pasando por alto el hecho de que estas se convierten en vectores para la reproducción de mosquitos y enfermedades que pueden afectar gravemente la salud pública, y además generar incendios. Una estrategia que puede ayudar a mitigar el impacto medio ambiental y recíprocamente generar ingresos, es el reciclaje de llantas y su transformación en un material que puede ser usado como insumo en la industria, constituyendo esto, la principal motivación y justificación de este trabajo.

Bajo este panorama, en este trabajo se desarrolla un ejercicio de factibilidad de una empresa dedicada al reciclaje de llantas de gran tamaño en la ciudad de Medellín, con el fin de obtener Grano Caucho Reciclado (GCR) y abastecer empresas que utilizan este material como insumo en el sector de la construcción. El proceso para la transformación de las llantas consiste en la trituración de la misma, habiendo previamente descompuesto los materiales que las integran, como son: acero y fibra textil. Entre los objetivos específicos que contempla el trabajo se tiene la estimación de la oferta de llantas en la zona del Valle de Aburrá, lugar donde se localizará la planta de producción; la investigación de mercados (clientes y productoras de

asfalto) y el estudio de demanda de esta materia prima a nivel local; la elaboración del estudio ambiental del proyecto y finalmente evaluar la rentabilidad del mismo.

La metodología que siguió el trabajo es de tipo exploratoria, realizando una búsqueda de literatura relacionada en bases de datos especializadas (EBSCO, JSTOR), revistas y periódicos, así como datos provenientes de instituciones vinculadas con el sector medioambiental y económico del país (Ministerio de medio Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, DANE, Alcaldía de Bogotá). Para la estimación de la demanda, precios e ingresos, se optó por investigar el mercado local, y se extrajo información sobre la cantidad de llantas que son desechadas anualmente en Medellín.

Entre los principales resultados de la investigación, se tiene que en Medellín se encuentra un gran mercado por explotar, dado que son pocas las empresas que compiten en el negocio de reciclaje de llantas, existe una amplia demanda para el producto y por otro lado, es posible contar con la suficiente materia prima para la puesta en marcha de la empresa. En cuanto a la estimación de la oferta de llantas en el Valle de Aburrá, se pudo constatar que en este territorio se desechan anualmente unas 800.000 llantas, evidenciando la facilidad para obtener esta materia prima, que además representa un costo muy bajo para el proyecto. El estudio de demanda y de identificación de posibles clientes arrojó un aspecto bastante positivo, al detectarse un amplio mercado por penetrar con el producto, existen aproximadamente más de 6.300 empresas constructoras entre micro, pequeñas, medianas y grandes, solo en Medellín y el Norte del Valle de Aburrá. En lo concerniente al establecimiento de una planta de reciclaje y procesamiento, se evaluó la factibilidad de ubicarla en el municipio de Caldas, Antioquía y se realizaron las respectivas estimaciones de costos y presupuesto destinado para esto. Dentro del estudio ambiental del proyecto, la empresa estará en capacidad de reciclar en el primer año unas 81.000 llantas de las 800.000 desechadas en Medellín, con lo cual contribuirá en la reducción de un 10% en el impacto ambiental; por otro lado, el proceso de transformación usado en la planta (trituration) también aportará en la reducción del impacto ambiental, pues se decidió escoger esta alternativa, entre

otras, como la incineración, que si genera efectos nocivos en el medio ambiente, se puede decir entonces que es un proyecto sostenible y amigable con el medio ambiente. Finalmente, la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida en los análisis financieros de 18,07%, es superior a la tasa de oportunidad de los inversionistas, que es de 15%, por lo que se podría deducir que económicamente el proyecto sería una buena inversión.

Se iniciaría el proyecto con un patrimonio de \$743.255.252, y apalancado en deuda por \$409.814.081, para obtener como resultado desfavorable en el primer año. Es un proyecto que después de un año pasa a mostrar resultados favorables (segundo año), lo que también sería atractivo a la hora de buscar inversionistas.

Este trabajo se divide en cinco capítulos, incluyendo esta introducción. En la segunda sección o capítulo se presenta el marco conceptual, en el tercer acápite se muestran los aspectos metodológicos, en la cuarta sección se exponen la presentación y el análisis de los resultados, en la quinta el estudio de mercado, el estudio técnico se describe en el sexto capítulo, el séptimo acápite da cuenta del estudio organizacional, el octavo del legal y finalmente en la novena y décima sección se presentan el estudio financiero y las conclusiones del proyecto, respectivamente.

El objetivo general del proyecto es realizar un estudio de factibilidad de una empresa, donde su *core* de negocio está basado en el reciclaje de llantas de gran tamaño en la ciudad de Medellín, con el fin de abastecer empresas que utilizan este material como insumo y para contribuir con la disminución del problema ambiental que estas generan.

Se plantearon ocho objetivos específicos, realizar la estimación de la oferta de llantas en la zona del Valle de Aburrá es el primero; segundo, realizar un estudio de demanda de esta materia prima a nivel local; tercero, Identificar los principales clientes de la empresa (productoras de asfalto); cuarto, estudiar la factibilidad de una planta de reciclaje en una zona aledaña al Valle de Aburrá para penetrar en el mercado local; quinto, realizar el estudio ambiental del proyecto; sexto, evaluar la rentabilidad del negocio; séptimo, presentar el proyecto a las entidades

gubernamentales del departamento, con el fin de recibir apoyo estatal en materia técnica y presupuestal, en razón a que este es un proyecto de alto impacto ambiental; octavo, gestionar apoyo gubernamental mediante la vinculación del proyecto “Ruedas Verdes”.

Problemas tales como la contaminación proveniente del mal uso y disposición de los residuos sólidos y el impacto que estos tienen sobre el medio ambiente, han sido temas que han cobrado relevancia en los últimos años, sobre todo en lo relacionado con el futuro de las próximas generaciones y los efectos nocivos a los cuales estas se enfrentarán. El reciclaje de llantas resulta ser un aporte sustancial en la mitigación de los impactos ambientales de estos residuos, además de mostrarse como una acción recíproca que genera oportunidades, tanto para el medio ambiente como para los emprendedores que ponen en marcha su idea de negocio. A nivel nacional, es poca la literatura existente sobre el tema del reciclaje de llantas y su uso como insumo industrial; sin embargo, estudios pilares como los del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2010), E.P.A (2010), Álvarez (2010), Cardona y Sánchez (2011) sientan las bases en el tema y exponen los principales medios de transformación de las llantas usadas, y dan pautas que integran la normativa vigente y la gestión del proceso productivo del GCR, entre otros trabajos se puede encontrar los siguientes:

Como un aporte muy importante a la literatura en Colombia, se halla el trabajo de Ramírez (2012), quien busca crear una empresa dedicada al reciclaje de llantas por medio del método de trituración, hasta convertirla en GCR, la principal característica del trabajo es que el producto final será destinado únicamente como adición a las mezclas asfálticas, siguiendo todos los requerimientos y disposiciones dictadas por la autoridad ambiental y técnica. La autora espera vender en el primer año de producción 344 toneladas de GCR y su ubicación es la ciudad de Bogotá. Se debe agregar que en este proyecto también se comercializará la fibra textil y el acero proveniente de las llantas, no obstante, el producto principal será el GCR.

Otro trabajo es el de Jiménez y Delgado (2015), quienes proponen un proyecto para determinar la factibilidad de la creación de una planta de procesamiento de caucho

proveniente de las llantas usadas, para su uso en aplicaciones de capa asfáltica. En este trabajo los autores estiman vender, en el primer año de producción, 70.000 kilogramos mensuales de GCR y su ubicación es la ciudad de Medellín.

Por otra parte, Mejía (2013) analiza la sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas, examinando cuidadosamente el impacto ambiental positivo que este tipo de proyectos tienen y su aprovechamiento para la generación de ingresos. El trabajo analiza la parte ambiental y de inversión inicial del proyecto, no obstante, en el análisis financiero hace uso de las cifras estimadas por Ramírez (2012) para obtener los resultados finales. El trabajo concluye resaltando la importancia de darle un uso adecuado a las llantas luego de su vida útil, y hace una crítica a varias industrias colombianas que hacen uso de estas como combustible en su proceso de producción.

Ortiz y Tribilkock (2014), por su parte, realizan una propuesta de un plan de empresa para el diseño y fabricación de productos a partir del reciclaje de llantas en Bogotá. Los autores analizan los impactos ambientales, los métodos de reciclaje más apropiados, la normativa aplicada al proyecto y finalmente evaluación la viabilidad financiera y económica del proyecto.

López (2014) estudia la factibilidad para la creación de una empresa para el aprovechamiento industrial de llantas usadas en el municipio de Sogamoso. El autor realiza inicialmente un estudio de mercado para determinar la demanda de la materia prima y los productos a base de caucho, posteriormente detalla el proceso técnico y operativo de la puesta en marcha del proyecto, determina el portafolio de productos a comercializar y el tipo de empresa a constituir y finalmente evalúa la viabilidad financiera del proyecto.

Finalmente, en el ámbito colombiano, Mesa (2016) diseña un plan de negocio dirigido a la recuperación de neumáticos usados y la comercialización del GCR en la ciudad de Bogotá. El estudio realizado sigue varias etapas, a saber: el estudio de mercado, estudio técnico, estudio administrativo y estudio financiero. Por último, la autora elabora una propuesta viable para llevar a cabo el plan de negocio.

En el ámbito internacional se destaca el trabajo de Olivares (2016) de Chile, en el que se propone un proyecto para la creación de una planta de reciclaje de neumáticos de caucho y la comercialización de miga de caucho. Castro (2007) para el caso argentino, analiza el impacto de la reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos, estima el precio del producto final y evalúa el impacto medioambiental del proyecto.

Bravin y Voloschin (2012) diseña un proyecto de inversión de una planta recicladora de caucho en Argentina, los objetivos del proyecto son, además de obtener la rentabilidad del negocio, la generación de nuevos empleos, la sustitución de la importaciones de caucho, liberar suelo productivo y mitigar el daño ambiental producido por el acopio indebido de las neumáticos. Se realiza un estudio técnico-financiero para evaluar la viabilidad del mismo.

Finalmente, Delarze (2008) elabora una propuesta que comprende el reciclaje de llantas y su aplicación en el sector de la construcción en Chile. En el trabajo se realiza inicialmente un diagnóstico del panorama global de reciclaje de llantas y sus usos, así como la normativa ambiental desarrollada; por último se analizan las distintas aplicaciones en el caso chileno, se realiza un análisis de política pública a la problemática ambiental y se hacen las respectivas conclusiones.

## **2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.1 Estudio de Factibilidad**

En esta sección se elabora una revisión bibliográfica del marco conceptual sobre el cual se construye esta investigación, el estudio de factibilidad. El estudio de factibilidad se puede definir como una herramienta útil para la toma de decisiones cuando se evalúa un proyecto, y tiene como finalidad determinar la viabilidad técnica y disponibilidad de los recursos que requiere el proyecto (humanos, físicos, entre otros); es decir, evalúa las ventajas que desde las dimensiones financiera,

económica, ambiental y social se tienen al pretender ofertar un producto o un servicio, razón por la cual es la base teórica sobre la cual se elabora el presente trabajo.

Entre las diversas definiciones que se encuentran en torno al concepto de estudio de factibilidad, Baca (2006) resalta que este estudio recurre a la búsqueda de fuentes secundarias y primarias en investigación de mercado, en él se describe la tecnología que se empleará en el proyecto, evalúa los costos y la rentabilidad económica del mismo y finalmente permite a los inversionistas tomar decisiones sobre la puesta en marcha y viabilidad del mismo.

Para Santos (2008) la rigurosidad y confiabilidad del estudio de factibilidad atañe a la veracidad y preparación de la información con la que se elaboran los estudios técnicos, financieros, ambientales, entre otros, que son parte esencial en la formulación y evaluación del proyecto, dado que se parte de supuestos, pronósticos y estimaciones, por lo que la veracidad de la información y datos usados deben ser obtenidos con un alto nivel de confianza. Para esta autora, el estudio de factibilidad se divide en varias etapas: idea, pre inversión, inversión y operación, y arguye con respecto a las etapas y el resultado del trabajo:

En cada etapa deben precisarse todos aquellos aspectos y variables que puedan mejorar el proyecto, o sea optimizarlo. Puede suceder que del resultado del trabajo pudiera aconsejarse una revisión del proyecto original, que se postergue su iniciación considerando el momento óptimo de inicio e incluso lo anterior no debe servir de excusa para no evaluar proyectos. Por el contrario, con la preparación y evaluación será posible la reducción de la incertidumbre que provocarían las variaciones de los factores.

Ramírez, Vidal y Domínguez (2009) hacen énfasis en la fiabilidad de la información y la necesidad de documentar la misma para proveer la mayor claridad al inversionista, y argumentan la relevancia de que la inversión a realizar (el producto o servicio) sea coherente con las necesidades y realidades de la economía del país:

El objetivo central del estudio de factibilidad se basa en la necesidad de que cada inversión a acometer esté debidamente fundamentada y documentada, donde las soluciones técnicas, medio ambientales y económicas-financieras sean las más ventajosas para el país. Por otra parte, debe garantizar que los planes para la ejecución y puesta en explotación de la inversión respondan a las necesidades reales de la economía nacional (p.3).

Con respecto a las etapas del estudio de factibilidad, los autores plantean cuatro fases importantes: el estudio de factibilidad de mercado, estudio de factibilidad técnica, estudio de factibilidad medioambiental y finalmente el estudio de factibilidad económica-financiera. Para que un proyecto sea definido como un proyecto factible o ejecutable, es necesario que se hayan aprobado los cuatro estudios mencionados previamente, es en este momento cuando se determina la viabilidad del proyecto.

En palabras de Bernal (2000), el estudio de factibilidad *“es el análisis que sirve para recuperar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y así determinar la viabilidad del negocio que se está proyectando, con el propósito de obtener información sobre su rentabilidad y sostenibilidad”*. Por otra parte, en Luna (1999) se define el estudio de factibilidad como la valoración que se hace para determinar si el negocio a ejecutar será bueno o malo y en qué condiciones se debe llevar a cabo para sea considerado exitoso. El autor afirma también que el estudio de factibilidad determina el grado en el que desarrollar algo es posible o las posibilidades que se tienen de lograrlo,

Iniciar un proyecto de producción o fortalecerlo significa invertir recursos como tiempo, dinero, materia prima y equipos. Como los recursos siempre son limitados, es necesario tomar una decisión; las buenas decisiones sólo pueden ser tomadas sobre la base de evidencias y cálculos correctos, de manera que se tenga mucha seguridad de que el negocio se desempeñará correctamente y que producirá ganancias.

De acuerdo con otros autores, el estudio de factibilidad tiene como objetivo establecer si existe o no, una demanda que soporte el desarrollo de un programa de producción de un bien o servicio, en un periodo de tiempo determinado (Proyectos, s.f). En cuanto al estudio de mercado, como parte fundamental en el estudio de

factibilidad, este es considerado uno de los estudios más relevantes al momento de evaluar un proyecto, ya que definirá cuestiones como el espacio y el medio en el que se desarrollará el proyecto. En esta fase del estudio de factibilidad se evalúa y analiza el entorno del proyecto, el mercado y población objetivo, la demanda, la oferta y el marketing mix del bien o servicio y la estrategia comercial a utilizar, todo lo anterior con el objeto de valorar la relación costo/beneficio que cada una de las variables involucradas en el proyecto puedan tener en la rentabilidad del mismo (Orjuela y Sandoval, 2002).

Otro aspecto crucial dentro del estudio de factibilidad en los proyectos es el estudio de tipo técnico, es decir, aquel que establece y define los recursos físicos, locativos y de diversa índole que se requieren para ejecutar un proyecto. Para Monteávila (s.f) el estudio técnico integra la valoración de los equipos requeridos para llevar a cabo los procesos; la infraestructura, es decir, las instalaciones físicas para los equipos; la valoración y análisis de regulaciones existentes en el área del bien o servicio a ofertar; y finalmente la valoración ambiental y geográfica de la idea de negocio. De acuerdo con Rosales (2011), el estudio técnico busca la evaluación de cuestiones relacionadas con el tamaño de la planta, localización, ingeniería del proyecto, procesos productivos, análisis organizacional y legal.

El estudio ambiental, otra de las fases componentes del estudio de factibilidad, es un instrumento vital para la toma de decisiones en los proyectos, conocer el impacto ambiental que tiene la puesta en marcha de un proyecto productivo, puede generar un diagnóstico que permita establecer los lineamientos y exigencias ambientales sobre los cuales se fundamente el mismo. En relación a esta fase, el ANLA (s.f) establece la relevancia del estudio en la medida que evalúa las licencias ambientales que se requieren en las obras o actividades a desarrollar, mientras que Sánchez (2011) define la evaluación ambiental como *“la herramienta más usada en la planificación de programas y proyectos. Estas evaluaciones son comunes en 106 países y han contribuido a que las alternativas de inversión se evalúen no solo ante criterios financieros sino también bajo parámetros sociales y ambientales”*.

Como se pudo apreciar, el estudio de factibilidad provee los elementos esenciales para la correcta evaluación de los proyectos en sus diferentes componentes tecnológicos, técnicos, ambientales, organizacionales, financieros y económicos. El desarrollo de cada uno de estos estudios o fases determinará la posibilidad de la puesta en marcha del proyecto, su reevaluación, o en su defecto, puede llevar a la decisión de no ejecutar el proyecto.

## **2.2 Etapas del estudio de factibilidad**

Tal como se mencionó en la revisión bibliográfica sobre estudios de factibilidad, estos se componen de cuatro etapas que son fundamentales para lograr la mayor rigurosidad posible y obtener los resultados más acertados a la hora de evaluar un proyecto. Las cuatro etapas del estudio de factibilidad son: estudio de factibilidad de mercado, estudio de factibilidad técnica, estudio de factibilidad medio ambiental y finalmente estudio de factibilidad económica-financiera (Ramírez, Vidal y Domínguez, 2009).

El estudio de factibilidad de mercado o estudio de mercado, Según Ramírez, Vidal y Domínguez (2009), es un estudio preliminar que determina el precedente para realizar o no los estudios posteriores técnicos, medioambientales y económico-financieros. Godwall- Fuentes, Leyva- Cardeñosa, Machado-Orges, Cantero-Cora, (2013), consideran que el estudio de mercado no es el objetivo principal del estudio de factibilidad, pero sí una fase importante, ya que en esta se puede hacer una aproximación de los indicadores de oferta y demanda del proyecto de inversión, indicadores que posteriormente se transformarán en insumos clave para la elaboración del estudio financiero y el cálculo de los indicadores financieros que determinarán la viabilidad del proyecto. En esta etapa el objetivo se centra en estimar la cantidad de bienes o servicios de una unidad productiva, que el consumidor estaría dispuesto a adquirir a un precio determinado, es decir, la demanda de un bien o servicio y se establece para un horizonte de tiempo específico. Además de la demanda, esta etapa busca identificar claramente el

producto a ofertar, la competencia en el mercado, productos sustitutos, clientes potenciales, precio, proveedores y distribuidores. La determinación del mercado objetivo, así como la segmentación del mismo también se incluyen en esta etapa.

El estudio de factibilidad técnica, por su parte, identifica cada uno de los componentes de infraestructura, localización, tecnología y equipos necesarios para atender el mercado objetivo previamente definido. En esta etapa se analiza el tamaño de la infraestructura, tamaño de planta, software y demás cuestiones requeridas para el funcionamiento y puesta en marcha del proyecto (Rosales, 2011). De acuerdo con Alarcón y Ramírez (2013), en este estudio se deben definir todas las variables y recursos de mano de obra e infraestructura que se consideren necesarios para la funcionalidad del proyecto y su puesta en marcha. El autor añade que una de los resultados más importantes de este estudio es la definición de la localización y el tamaño del proyecto o capacidad del mismo.

En cuanto al tema ambiental, el estudio de factibilidad medio ambiental se encarga de determinar las consecuencias ambientales de la puesta en marcha del proyecto. Para los proyectos de inversión, debido a la normativa definida en los territorios, los gobiernos establecen medir la magnitud de los impactos ambientales de los proyectos, razón por la cual es bastante común encontrar estudios de valoración económica ambiental que analizan los impactos de las actividades económicas sobre los recursos naturales de los territorios.

Finalmente, la última etapa del estudio de factibilidad comprende el estudio de factibilidad económico-financiero. Según Godwall et al. (2013) este estudio busca determinar los atributos básicos del proyecto, es decir, rentabilidad, liquidez y riesgo económico, así, mediante este tipo de análisis se puede efectuar la correspondiente evaluación económica y decidir el desarrollo o no del proyecto de inversión. En esta etapa el principal objetivo es analizar la rentabilidad del proyecto, es decir, determinar si el proyecto es rentable o si por el contrario no vale la pena en términos financieros llevar a cabo su desarrollo y puesta en marcha. Durante esta etapa se evalúa la inversión bajo criterios cuantitativos de evaluación de proyectos, entre los que se encuentran el Valor Presente, la Tasa Interna de Retorno, Análisis

costo/beneficio o Rentabilidad, entre otros. Al final, se construyen los distintos estados financieros (Balance General, Estado de resultados) los cuales determinarán si el proyecto es rentable y factible. Es importante mencionar que las etapas del estudio de factibilidad pueden variar dependiendo del tipo de proyecto a evaluar, pueden existir más etapas o se pueden analizar dependiendo de la magnitud y esencia del proyecto.

### **3. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

Para la elaboración de este trabajo, se realizó una búsqueda de literatura relacionada en base de datos especializadas (EBSCO, JSTOR), revistas y periódicos; de igual manera se recurrió a datos provenientes de instituciones vinculadas con el sector medioambiental y económico del país (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, Ministerio de medio Ambiente, Vivienda, y Desarrollo Territorial, DANE, Alcaldía de Bogotá, DNP). Para la estimación de la demanda, precios e ingresos, se optó por investigar el mercado local, y se extrajo información del Área Metropolitana del Valle de Aburrá sobre la cantidad de llantas que son desechadas anualmente en Medellín, con base en esta información se procedió a proyectar la demanda, ingresos y precios en cada uno de los primeros 5 años del proyecto. Para la identificación de los potenciales clientes, se tomaron datos de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia sobre la cantidad de empresas pertenecientes al sector de la construcción en Medellín y el norte del Valle de Aburrá; finalmente, para hacer más exactas las proyecciones de ingresos, costos, precios y demanda, se tomaron las proyecciones de inflación y crecimiento del PIB del DNP para los próximos 5 años. La investigación es de tipo exploratoria, ya que se pretende dar una visión general de tipo aproximativo de un tema poco tratado en la investigación científica.

Para la elaboración del estudio se partió de la revisión bibliográfica descrita, tanto en el marco conceptual como en la revisión del estado del arte sobre reciclaje de llantas, esto con el objeto de examinar la metodología usada en el estudio de factibilidad y trabajos relacionados al reciclaje de llantas, que evidenciarán distintas metodologías. Para la búsqueda bibliográfica se hizo uso de bases de datos científicas como EBSCO y JSTOR, e índices bibliográficos como SCIELO y DIALNET, estas bases de datos posibilitaron el acceso a los estudios relacionados con el reciclaje de llantas, aunque es de resaltar que en su mayoría, los estudios encontrados (con excepción de los estudios sobre factibilidad) fueron tesis desarrolladas en periodos previos. En el caso de los estudios referentes al reciclaje de llantas, se encontraron un total de 18 trabajos, entre los que se destacan Olivares (2016), Zárate (s.f), Cardona y Sánchez (2011), Ramírez (2012), Mesa (2016) y Ortiz y Tribilcock (2014). Para elaborar el marco conceptual se utilizaron 11 estudios, algunos de estos los realizados por Sánchez (2011), ANLA (s.f), Rosales (2011), Orejuela y Sandoval (2002) y Bernal (2000), entre otros. Este trabajo sigue la metodología aplicada en el estudio de factibilidad en la evaluación de proyectos, como se explicó en el marco conceptual, numeral 2.2, el estudio de factibilidad está compuesto por varias etapas/estudios fundamentales, que pueden variar de acuerdo a la naturaleza del proyecto a evaluar, para efectos de este trabajo se procedió con la elaboración de 5 estudios o etapas: estudio de mercado, estudio técnico (dentro del cual se incluye el estudio de impacto ambiental), estudio organizacional, estudio legal y finalmente el estudio financiero.

Para realizar el estudio de mercado, fue necesario hacer uso de la información recolectada durante la revisión bibliográfica para determinar las características físicas del producto, el Grano Caucho Reciclado (GCR), posteriormente se procedió a analizar el mercado de materias prima requerido por el proyecto, es decir, la disponibilidad de llantas desechadas en el Valle de Aburrá. Con los datos tomados del Área Metropolitana del Valle de Aburra, los cuales reportan un total de llantas desechadas al año de 800.000 en Medellín y teniendo en cuenta que para obtener

una tonelada de GCR se requieren 250 llantas<sup>1</sup>, se obtiene que se pueden obtener, solo en Medellín 3.200 toneladas de GCR. Con la información anterior y el precio promedio reportado por la entidad mencionada, se procedió a estimar la demanda del mercado y los ingresos en un horizonte inicial de 5 años, para las estimaciones fue necesario consultar las proyecciones de inflación del Departamento Nacional de Planeación en los próximos 5 años, de esta manera el precio fue ajustado año a año, según las expectativas de inflación.

En el estudio de mercado también se elaboró un sondeo de los principales proveedores de llantas en Medellín y el Valle de Aburrá, para esto se realizó una búsqueda en bases de datos bibliográficas, páginas web y trabajos anteriores; con lo que se pudieron identificar un total de 11 posibles proveedores, entre importadores, concesionarios y otros proveedores. Esta misma metodología fue usada en aras de identificar la competencia del mercado.

Una vez finalizado el estudio de mercado, se elaboró el estudio técnico. En este se determinó el tamaño del mercado, la capacidad de producción, proceso productivo y ubicación de la planta de producción, para esto se tomaron datos de la cantidad de llantas recicladas en Medellín y se procedió a estimar el dato de 3.200 toneladas de CGR, es decir, el tamaño del mercado. En lo que respecta a la distribución geográfica de la demanda, se extrajo información de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, sobre la cantidad de empresas ubicadas en Medellín y el norte del Valle de Aburrá, según el tamaño (pequeña, micro, mediana, grande) y la ubicación geográfica en el territorio. Para la determinación de la planta de producción se recurrió a datos sobre la disponibilidad de materias primas y criterios, como la proximidad del municipio de Caldas a la capital del departamento y el importante corredor industrial que representa su ubicación para elegir este municipio como localización para la planta de producción.

En esta etapa también se detalla el costo de las materia prima (llantas, empaque, mezcla jabonosa) y mano de obra (personal operativo y directivo), para esto se recurrió a la metodología usada por Ramírez (2012) para realizar las respectivas

---

<sup>1</sup> Instituto de Desarrollo Urbano IDU (2008)

estimaciones en los 5 años del proyecto. Basados en el trabajo mencionado, se discriminaron los salarios, prestaciones sociales y demás año a año para obtener el total de inversión en mano de obra y materia prima. Para la maquinaria, equipamiento necesario para la puesta en marcha del proyecto, se recurrió a la revisión de varios trabajos sobre el tema y se indagó sobre el precio de los equipos en distintas páginas web de proveedores. Finalmente, en el análisis de impacto ambiental, se indagó por la normativa existente relacionada con el reciclaje de llantas y se pudo determinar la contribución del proyecto a la mitigación del daño ambiental en la zona.

En el estudio organizacional se diseñó la estructura organizacional de la empresa a crear, así como los distintos cargos y funciones de cada uno del personal, tanto directivo y operativo involucrado en las operaciones de la empresa. Para esto, se tomaron como base trabajos relacionados como los de Ramírez (2012) y se adecuaron los perfiles de acuerdo a las necesidades y el tamaño de la empresa.

Para realizar el estudio legal, se procedió a determinar el tipo de sociedad bajo la cual figuraría la empresa y los pasos para la constitución legal de la misma, se recurrió a la información proporcionada por Bancoldex (2009) y la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, con el fin de obtener los requisitos y costos para la constitución legal y la distribución del capital social.

Finalmente, en el estudio financiero se procedió a elaborar los estados financieros del proyecto en los 5 primeros años de su puesta en marcha. Para esto se hizo uso de la información recolectada sobre precios, costo de materia prima, costo de mano de obra, equipos, terreno, maquinaria y demás ítems señalados en cada uno de los estudios anteriores, y se elaboraron el estado de resultados, balance general, flujo de caja, flujo del inversionista y otros indicadores financieros como la TIR, la cual determina la viabilidad del estudio en términos financieros.

Al finalizar, de acuerdo con los resultados de cada uno de los estudios, se determina la viabilidad o no del proyecto, así como los resultados de cada una de las etapas estudiadas.

## **4. PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS**

Los resultados arrojados por la investigación evidencian la factibilidad y viabilidad del proyecto. El principal indicador financiero estimado, la Tasa Interna de Retorno (TIR) obtenida en los análisis financieros es de 18,07%, superior a la tasa de oportunidad de los inversionistas, que es de 15%, lo que lleva a concluir que el proyecto es económicamente viable y se puede ejecutar bajo los estándares planteados en cada una de las fases de su evaluación.

Con respecto al estudio ambiental, una de las fases más importantes en este proyecto, dado el propósito de contribuir a la mitigación del impacto ambiental negativo ocasionado por la mala disposición de las llantas, según los cálculos, la empresa estará en capacidad de reciclar en el primer año 81.000 llantas de las 800.000 desechadas en Medellín, con lo cual contribuirá en la reducción de un 10% en el impacto ambiental; por otro lado, el proceso de transformación usado en la planta (trituration) también aportará en la reducción del impacto ambiental, pues se decidió escoger esta alternativa entre otras, como la incineración, que sí generan efectos nocivos en el medio ambiente. En conclusión, el proyecto efectivamente contribuye a mejorar el impacto ambiental negativo en el Valle de Aburrá, es un proyecto sostenible, rentable y amigable con el medio ambiente.

### **4.1 Concepción de la idea de negocio**

#### **4.1.1 Análisis del problema, necesidad, oportunidad**

Cada día en el mundo se toma más conciencia de los problemas ambientales, de ahí la importancia de recolectar y clasificar los desechos y después de una posible búsqueda, tratar de ingresarlos nuevamente en la cadena productiva, haciendo que

los países tomen medidas al respecto y se formulen leyes para la mejora del medio ambiente.

Anualmente en Colombia se generan cinco millones trescientas mil llantas usadas, donde solo el 35% de estas se reciclan (Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, 2016). Como se establece en la resolución 1457 de 2010:

En Colombia gran parte de las llantas luego de su uso, son almacenadas en depósitos clandestinos, techos o casas de vivienda y en espacios públicos (lagos, ríos, calles y parques) con grandes consecuencias en términos ambientales, económicos y sanitarios. Las llantas usadas se convierten en el hábitat ideal para vectores como ratas y mosquitos, que transmiten enfermedades tales como el dengue, la fiebre amarilla y la encefalitis equina. Cuando las llantas usadas se disponen en botaderos a cielo abierto, contaminan el suelo, los recursos naturales renovables y afectan el paisaje. Adicionalmente generan dificultades en la operación de los rellenos sanitarios.

Algunos sectores utilizan las llantas usadas como combustible en sus procesos productivos en forma inadecuada. Así mismo, grupos informales que forman parte de la cadena de llantas usadas, las queman a cielo abierto para extraer el acero, generando problemas de contaminación atmosférica.

Para ingresar estas llantas de nuevo a la cadena productiva, es necesario volverlas grano de caucho reciclado y sus posibles usos son: Implementación en pavimentos asfálticos, como materiales en parques recreativos, como material para la construcción, pistas de deporte, canchas sintéticas y como fuente energética.

#### **4.1.2 Análisis de alternativas**

En la actualidad existen varios mercados para el reciclaje de las llantas, del tipo de mercado que se escoja dependerá a qué nivel y de qué tamaño se deba procesar el material.

#### **4.1.2.1 Aprovechamiento energético y materias primas en fábricas de cementos**

La llanta es fragmentada para ser sustituto del carbón y usada como materia prima en los hornos de producción de cemento. En este proceso la llanta debe de ser reducida a un tamaño de 8"x8" con el textil y el acero. Este método está siendo usado de modo masivo a nivel mundial. Tiene la ventaja ambiental de que todos los componentes de la llanta son aprovechados y no quedan residuos, para este proceso se debe contar con sistemas de control de emisiones que garanticen los niveles permitidos, de acuerdo a la reglamentación vigente.

#### **4.1.2.2 Aprovechamiento energético en calderas de termoeléctricas**

La llanta es pulverizada, siendo un sustituto para el carbón en termoeléctrica. En este proceso la llanta debe de ser reducida a un tamaño de malla 200 sin el textil ni el acero, que se pueden vender por separado. Este método es usado en diferentes empresas a nivel mundial, pero en Colombia, por los bajos costos del carbón y el uso de centrales hidroeléctricas, no sería un producto competitivo.

#### **4.1.2.3 Materia prima para la producción de pavimento asfáltico**

La llanta es pulverizada usándose como un aditivo en el ligante asfáltico, con el fin de mejorar sus propiedades plásticas y de adherencia. Para esto hay que producir grano de malla 80 sin textil y sin acero, que se puede vender por separado. Este método es muy usado a nivel mundial y en países como EEUU, México, Canadá es

obligatorio usarlo para el asfalto nuevo que se usa en las vías. Para esto se deben realizar estudios de la dosificación, para cada tipo de vía.

#### **4.1.2.4 Materias primas para productos de caucho**

Entre los posibles productos de caucho están los pisos y tapetes. Por sus propiedades se usa para juegos y jardines infantiles, mejorando la seguridad en ellos.

La idea es la creación de una planta de reciclaje de llantas usadas en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con el fin de dar uso a la demanda no satisfecha por la empresa, que ya existe en la ciudad y que tiene un potencial de demanda del producto probado, puesto que el gobierno colombiano está dando suma importancia a este tipo de proyectos, mediante incentivos a las empresas licitadoras que tengan en cuenta este insumo en su producción de asfaltos; por otro lado, este es un mercado que día tras día toma fuerza en el mercado internacional, debido a que existe una gran preocupación por el buen uso de los residuos que tienen un gran impacto ambiental. Esto, junto con el impulso por parte de los gremios nacionales en este tipo de empresas.

El propósito es darle un uso adecuado a las llantas que ya están desgastadas o fuera de uso por alguna avería irreversible. Se acude al reciclaje de las mismas para mitigar los impactos ambientales y que su transformación sirva como materia prima para las empresas productoras de asfaltos y constructoras.

## **4.2 Caracterización del proyecto**

Para su ejecución se buscará apoyo de empresas gubernamentales y no gubernamentales en el país, dado el alto impacto que tendría en la ciudad un proyecto de semejante alcance. El proyecto debe contar con el apoyo del gobierno

departamental y del gobierno nacional, dado que necesita los permisos ambientales y con las autorizaciones necesarias para la importación de máquinas de reciclaje; también para que facilite la venta del producto en el exterior con los tratados comerciales suscritos a otras economías del mundo.

Otro de los aportes que se puede hacer por parte del gobierno departamental, es el aporte en la figura de cesión de los terrenos en donde va a estar ubicada la planta de reciclaje, así, en contraprestación, se podría dar a este una participación accionaria en la empresa, además de estar aportando a la sostenibilidad ambiental.

Sin duda, este es un proyecto de largo alcance y por tanto el mismo debe ser pensado en el largo plazo. El impacto que tiene en el medio ambiente de la ciudad hace pensar que su vida útil es larga, esto gracias a la tendencia mundial de la conservación del planeta. Por tanto se estima que el apoyo y financiación de este proyecto, con alta probabilidad, va a venir de los entes gubernamentales, bancos de desarrollo -Findeter, Financiera de Desarrollo Nacional- e incluso de organizaciones a nivel internacional, que por lo menos, pueden dar asesoría técnica a la empresa.

Parte del horizonte del proyecto se fundamenta en la capacidad de la empresa de poder vender sus productos y se estima, que en parte, la venta de los mismos está garantizada debido a la ola mundial de compra de este tipo de productos, que son amigables con el medio ambiente. Por otro lado, aparece el estímulo por parte del gobierno nacional en las licitaciones para las carreteras secundarias del país, y dado el plan de inversión vial por parte del gobierno, la demanda de la materia prima en el mediano plazo está garantizada, con la gran posibilidad de que se amplíe, si esta se aprueba para fabricar asfalto para las principales carreteras del país.

### **4.3 Metas, estrategias y análisis del proyecto**

Este es sin duda un proyecto muy ambicioso y que daría solución a uno de los problemas que más preocupa a la sociedad moderna, que es el futuro y la sostenibilidad del medio ambiente para los próximos años. Este proyecto también es una gran fuente de empleo directo, pero sobre todo indirecto, puesto que en la recolección de las mismas se usa bastante mano de obra poco calificada.

#### **4.3.1 Estrategias**

Es indiscutible que el apoyo institucional por el parte del proyecto “Rueda verde” y el apoyo estatal son parte fundamental de este proyecto. Gracias a que este es un programa que aún no está institucionalizado con fuerza en el departamento de Antioquia, es un buen momento para presentar a las autoridades ambientales el proyecto, con el fin de buscar financiación oficial del mismo en instituciones especializadas como Ruta N.

#### **4.3.2 Análisis del proyecto**

Aunque es prematuro llegar a conclusiones, este es un proyecto que tiene una alta viabilidad, debido a la apremiante necesidad que hay en el país sobre el uso de las llantas desechadas y a que muy seguramente no se quieren repetir los hechos ocurridos en Bogotá en el año 2014, cuando el incendio de una bodega clandestina de llantas usadas generó una de las tragedias a nivel ambiental más fuertes que haya tenido la capital colombiana. También es necesario buscar ayudas gubernamentales que apoyen este tipo de iniciativas mediante la vinculación al proyecto de “Ruedas verdes”, que cuenta con el apoyo de uno de los gremios más importantes del país, la ANDI. Todo esto entonces debe jugar a favor del proyecto, que sin duda alguna es de buen recibo, no solo por parte del mercado automotor como tal, también por parte de toda la comunidad, que ve con buenos ojos cómo se hacen gestiones gubernamentales en pro de la mejoría del medio ambiente en la

ciudad, problema que ha ocupado las primeras planas de los periódicos locales, este es un hecho que indiscutiblemente juega a favor del proyecto y que tiene un gran impacto a nivel político.

Bajo estas consideraciones se hace imperativo fomentar el buen uso de las llantas luego de su vida útil. La solución que más se ha recomendado en el mundo es el tema del reciclaje, gracias al impacto que este tiene, pues el uso de estos materiales reciclados es muy variado. Las llantas recicladas sirven para superficies deportivas y recreativas, para la extracción de algunos productos y para la fabricación de asfaltos entre otros usos industriales (E.P.A., 2010) además de servir como combustible en algunas plantas procesadoras de cemento en México.

Luego de que en Bogotá se presentara una de las emergencias ambientales más grandes de las que se tiene noticia, tras de la quema de más de 600 mil llantas, la situación prendió las alarmas del gobierno y se implementaron medidas encaminadas al buen uso de las llantas al final de su vida útil. Estas medidas apuntan al reciclaje de llantas como solución e incluso fomentan la demanda del asfalto para que incluya llantas recicladas, estimulando a las empresas para que liciten carreteras secundarias y terciarias con más puntos en su licitación (El Tiempo, 2015).

Estos son los hechos que llevan a pensar muy seriamente en la implementación de una empresa en Medellín que haga un uso adecuado de las llantas de desecho, ya que con esto ayuda a cumplir las normas internacionales en materia ambiental estipuladas en el protocolo de Kioto; por otra parte, se puede sacar provecho de los diferentes tratados comerciales que facilitan el acceso a importantes mercados como China y los Estados Unidos, gracias a la firma de los diferentes tratados comerciales.

#### **4.4 Breve historia de la empresa que va a llevar a cabo el proyecto**

Si bien este apenas es un proyecto, lo que motiva a los emprendedores que lideran el mismo, es que este es un mercado poco explorado en la ciudad y que entra en concordancia con la tendencia mundial de la conservación del medio ambiente y el rótulo con que cuenta la ciudad de Medellín como la más innovadora. Otra de las motivaciones es la tremenda oferta de materias primas que existe en la ciudad de Medellín, puesto que la actual empresa operadora no da abasto con la creciente oferta de llantas usadas que existe en Medellín y el Valle de Aburrá.

##### **4.4.1 Misión de la empresa**

Dar un uso adecuado a las llantas desechadas en la ciudad de Medellín, con el fin de generar valor en estas mediante el proceso de reciclaje y con estas acciones contribuir a la mejora del medio ambiente en el Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

##### **4.4.2 Visión de la empresa**

Penetrar en el mercado local como la empresa de reciclaje de llantas más importante de la ciudad, con una proyección a nivel internacional. Para el año 2021 la empresa será una de las más reconocidas a nivel nacional, y para la fecha se espera producir 971 toneladas mensuales de GCR, de la cual se exportará el 30% a mercados internacionales.

#### **4.5 Estudio del entorno y análisis sectorial**

##### **4.5.1 Entorno económico**

Desde la década de 1990, cuando inició el proceso de apertura comercial en el país, la economía colombiana ha atravesado por una serie de ciclos, que van desde las más altas tasas de inflación -superiores al 20% para la década mencionada-, altas tasas de desempleo y cierta inestabilidad macroeconómica; hasta condiciones que muestran actualmente un panorama económico fiable y estable. Durante el año 2016, el PIB del país creció 2% con respecto al año 2015 y las actividades

económicas que aportaron, en mayor medida al crecimiento económico, fueron los establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas; construcción e industria manufacturera. Por su lado, la actividad que registró el menor crecimiento fue explotación de minas y canteras (DANE, 2017).

Para el año 2017 las proyecciones de crecimiento se sitúan entre el 2,5% y el 3% y las estimaciones prevén un año con grandes cambios, entre los cuales se encuentra el gran impacto de la reforma tributaria en los hogares, la implementación del proceso de paz, la inminente aplicación de una política monetaria más restrictiva y una recuperación lenta de los precios del petróleo (ANDI, 2016). Es de señalarse que la construcción será una de las ramas que se mantendrá como el principal motor de la economía colombiana, dado los proyectos de infraestructura vial que se tienen previstos en los próximos años, otra razón más que justifica la existencia de proyectos que apunten a la generación de insumos o materiales para la construcción mientras se cuida el medio ambiente (Fedesarrollo, 2016).

Con respecto a otros indicadores como el desempleo, este alcanzó 9,2% en 2016, tras importantes reformas para reducir los costos laborales no salariales y fomentar la formalización laboral. Según el Banco Mundial (2016), el manejo fiscal del país sigue siendo fuerte, “como quedó demostrado con el cumplimiento de la regla fiscal instituida por primera vez en 2012. En 2015, el déficit estructural fiscal del gobierno central fue el 2.2 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB); contando el ciclo económico y de los precios del petróleo, el actual déficit alcanzó un 3 por ciento del PIB”.

Según el Banco Mundial (2016):

el régimen cambiario flexible de Colombia está en la primera línea de defensa ante los choques externos. El ambiente externo desfavorable ha contribuido a una fuerte depreciación del peso. El dólar estadounidense alcanzó los \$2,958 pesos colombianos en septiembre de 2016, por arriba de un promedio de \$2,000 pesos colombianos en 2014. Esta depreciación, aunada a los efectos del fenómeno del Niño en los precios de los

alimentos, empujó la subida de los precios por encima de la banda meta (2-4 %), a un 8.1 % en agosto de 2016. Se espera que las alzas en las tasas de interés que el Banco Central aplica desde septiembre de 2015, ayuden gradualmente a que la inflación regrese al rango meta a finales de 2017.

De lo anterior es importante mencionar que la tasa de interés se encuentra en una constante reducción desde el mes de diciembre de 2016, situándose en 7,25% en marzo de 2017, hecho que se explica por las bajas expectativas de inflación que se tienen para el año 2017, de 4,49%.

Con respecto al sector automotriz, en el 2016 se vendieron 253.698 vehículos nuevos entre automóviles, pick ups, utilitarios, vans, comerciales de carga y comercial de pasajeros; vendiendo un 10.5% menos que el año inmediatamente anterior (Andemos, 2017). Adicional a esto se vendieron 5.666.961 unidades de llantas nuevas entre todas las marcas y todos los tipos de usos (Lopez, 2017).

#### **4.5.2 Análisis Técnico**

En Colombia, en el sector del reciclaje no se usa mucha tecnología y muchas de las empresas realizan las labores de conversión entre artesanal y mecánica, con equipos hechos por las mismas empresas, esto también se debe a que es una industria muy nueva en el país (trituración de llantas) y que apenas se encuentra en proceso de industrialización.

En el mercado mundial existen gran cantidad de equipos para realizar la trituración de llantas con alta tecnología, calidad y garantía, con unos precios que van desde USD 10.000 hasta 1,5 millones de dólares.

### **4.5.3 Análisis legal y ambiental**

En Colombia las llantas usadas son consideradas como un residuo sólido con características especiales. En la resolución 1457 de 2010 “Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se adoptan otras disposiciones”, se establece, por parte de los productores de llantas que se comercializan en el país, la obligación de formular, presentar e implementar los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de las llantas usadas, con el propósito de prevenir y controlar la degradación del ambiente.

Con la resolución 6981 de 2011 “Por la cual se dictan lineamientos para el aprovechamiento de llantas y neumáticos usados, y llantas no conforme en el Distrito Capital” se muestra la iniciativa del gobierno para el aprovechamiento de las llantas y neumáticos usados para uso obligatorio en obras de infraestructura del transporte urbano.

En el decreto 442 de 2015 "Por medio del cual se crea el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital y se adoptan otras disposiciones." Ratificando y ampliando las condiciones descritas en la resolución 6981 de 2011.

### **4.5.4 Entorno Específico**

#### **4.5.4.1 Sector industrial**

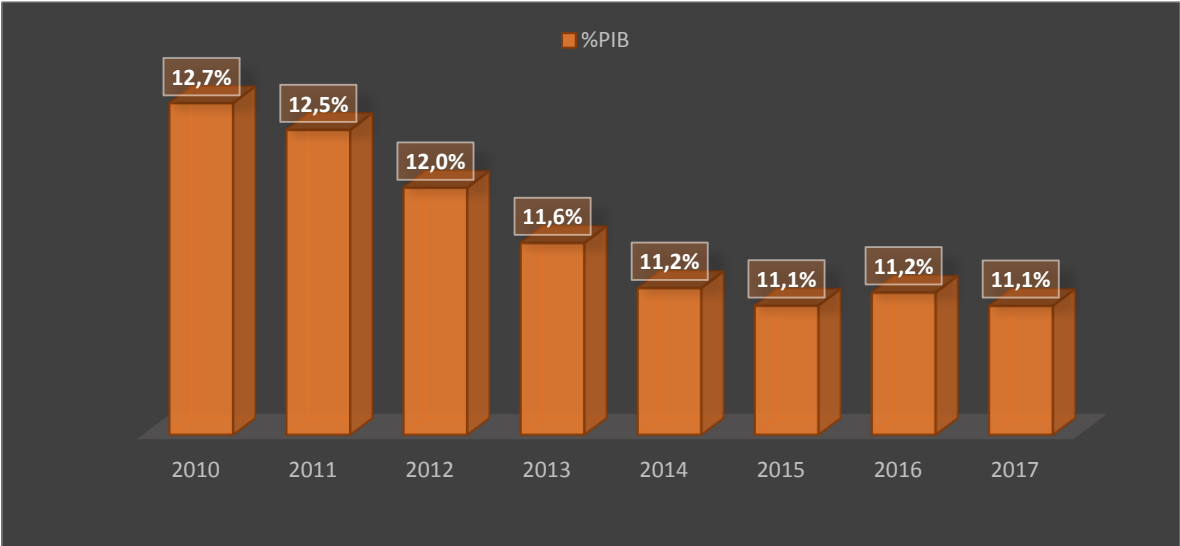
En el primer trimestre del año 2016, el sector industrial presentó una variación de 3% con respecto al año inmediatamente anterior, tras haber experimentado un crecimiento lento desde el año 2010. Por otra parte, en cuando a la producción industrial real, esta presentó, en el mes de abril de 2017, una disminución de 6,8%, explicado en gran medida por la reducción de la actividad industrial de elaboración de bebidas. El personal ocupado en la gran rama industrial presentó igualmente una reducción del 1.1%. Las cifras para el año 2016, en el mes de abril revelaban

indicadores bastante altos: la producción industrial real varió 9% y las ventas 9,5% con respecto al año 2015 (DANE, 2017).

Con respecto a la participación del sector industrial en el PIB nacional, este sector es el tercero con mayor participación después del Comercio, reparación, restaurantes y hoteles y establecimientos financieros, seguros, actividades inmobiliarias y servicios a las empresas.

Como se observa en el gráfico 1, la participación del sector en el año 2016 fue de 11,2% con una participación promedio anual desde 2010 de 11,7%.

**Gráfico 1.** Participación sector industrial sobre el PIB



**Fuente:** Elaboración propia con información del DANE (2017)

**Nota:** Series desestacionalizadas. El dato a 2017 corresponde al primer trimestre.

En cuanto al reciclaje de llantas, en Colombia el obstáculo más grande que se ha encontrado es la poca cultura que se tiene en lo que respecta al uso de materiales reciclados en diferentes contextos, como la industria principalmente. El reciclaje de llantas es un mercado poco explorado en Colombia, y poco a poco se adquiere una mayor conciencia de los nefastos daños que tiene sobre el medio ambiente y la salud pública. Según el IDU, citado en Colfecar (2015), solo en Bogotá se generan 18.861 toneladas de llantas al año, de las cuales un 71,9% se destinan a uso

energético, el 17,2% se reencaucha, el 2,3% se utiliza como regrabado y el resto se destina otros usos.

#### **4.5.4.2. Clasificación del sector económico**

El sector secundario de la economía se define como aquel que mediante procesos de transformación de las materias primas obtiene productos finales o intermedios para otros sectores. Mientras que el sector primario utiliza directamente los recursos primarios, el sector secundario hace uso de procesos industriales para obtener bienes de consumo finales. Normalmente se incluyen en este sector la siderurgia, las industrias mecánicas, la química, la textil, la producción de bienes de consumo, el hardware informático, entre otras.

Del proceso de reciclaje y transformación de llantas se obtienen tres elementos principales: Grano de Caucho Reciclado (GCR), acero y fibra. Existen también varios métodos para lograr una correcta transformación de las llantas, extraer los materiales presentes en ellas y destruir los peligrosos sin producir daños colaterales en el medio ambiente. Según Colfecar (2015) cuatro son los métodos empleados para este proceso: Termólisis: consistente en un calentamiento sin oxígeno de las llantas que destruye los enlaces químicos; Incineración: correspondiente a la quema de llantas en hornos refractarios; trituración criogénica: en el cual se congela la llanta con nitrógeno líquido y se golpea para obtener el caucho en polvo, liberando nitrógeno gaseoso; y finalmente la trituración mecánica: en el cual se usan cuchillas para desmenuzar las llantas y se obtienen productos limpios y libres de impurezas al no utilizar otras sustancias o elementos. Es de señalar que mediante el reciclaje de 250 llantas se puede producir, en promedio, una tonelada de GCR, (Colfecar, 2015). Para efectos de este proyecto, el método a usar será precisamente este último, dado el bajo costo de la maquinaria, la facilidad mediana para la instalación y el impacto positivo que tiene sobre el medio ambiente y la sociedad en general (Zaráte, s.f.).

Otros métodos como la incineración resultan ser de bajo costo pero con impactos nocivos en el medio ambiente, por lo cual no resultan beneficiosos.

A partir de los diferentes métodos para reciclar y transformar la llanta, se pueden producir diferentes subproductos, que pueden ser usados como insumo en diferentes industrias, como la automotriz y la construcción, algunos subproductos son el combustible, mezcla de asfalto, material de limpieza, tapetes, suelas de zapato, entre otros. De acuerdo con Colfecar (2015), además del asfalto, el GCR se puede utilizar para “membranas repelentes de agua, sellos para grietas, membranas absorbentes de esfuerzo, barreras acústicas, base de líneas de delineación, Aparatos portables para control de tráfico, ondas y reductores de velocidad, cruces, uniones, descansos y amortiguadores para ferrocarril, barandillas de seguridad para bordes de carretera y reductores de velocidad de caucho” (p.9).

Los distintos productos y usos que se pueden obtener del reciclaje y transformación de llantas, pone de manifiesto la necesidad de adentrarse a explorar y consolidar un mercado, con gran potencial en línea y con los pilares actuales de protección del medio ambiente.

## **4.6 Estudio de mercado**

### **4.6.1 Producto**

Una vez realizado el reciclaje de las llantas, mediante cualquiera de los métodos de transformación mencionados en la sección 4.4.2, se obtiene el Grano Caucho Reciclado, material que contiene propiedades que permiten variados usos, sobre todo en el sector industrial.

**Figura 1.** Grano de Caucho Reciclado



**Fuente:** Grupo Gercons (2017)

El proceso de reciclaje de llantas consiste en la separación de sus componentes básicos, obteniéndose caucho vulcanizado en forma de partículas de distintos tamaños, acero y fibras textiles.

Existen algunos estudios que concentran su atención en solo un uso de los mencionados en secciones previas, sin embargo, este proyecto hará énfasis en la obtención de GCR como producto principal a comercializar. Los diferentes usos están dados por el tipo de empresa a las cuales se le provea el producto.

En cuanto a las características físicas del producto, se obtendrán granos de forma irregular con una dimensión de 0.5 milímetros.

#### **4.6.2 Mercado de materias primas**

En insumo necesario para la obtención del GCR es la llanta en desuso. Una de las mayores ventajas en términos financieros del proyecto, es precisamente el bajo costo que se tiene en la consecución de este insumo, este costo podría ser nulo; sin embargo, se incurre en algunos costos logísticos y de transporte, que serán tratados en el estudio técnico. Lo anterior se explica a partir de la norma expedida por el gobierno nacional, donde se exige a los establecimientos comerciales que importen o produzcan llantas, la recolección y el destino final de las llantas después de

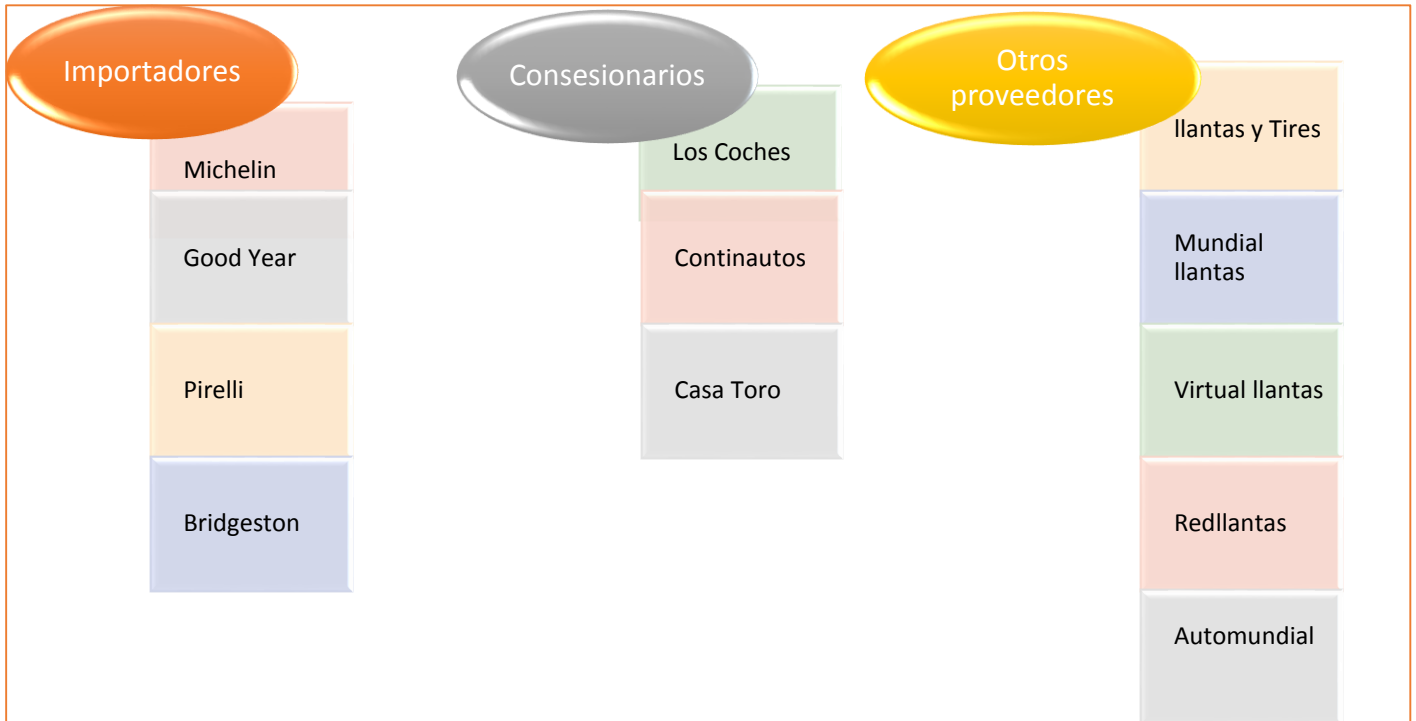
cumplir su vida útil, esto se contempla en Resolución 6981 de 2011. De esta manera la empresa productora de GCR podrá expedir el certificado que exigen los entes gubernamentales, donde conste la disposición final de la llanta.

En cuanto al volumen de las materias primas, en el mercado colombiano se desechan anualmente más de 5,3 millones de llantas, en el departamento de Antioquia cerca de 1.300.000 y en la ciudad de Medellín, nuestro nicho de mercado, está alrededor de unas 800.000 llantas, así las cosas, el insumo del GRC está garantizado, además del bajo costo que representa para la rentabilidad del negocio.

En lo que respecta a la recolección de las llantas, estas tienen un costo de \$200 pesos por llanta, esto incluye el costo de transporte desde el sitio de recolección hasta la planta. Por otro lado, el almacenaje de la llanta recolectada, según el Ministerio del Medio Ambiente (2017), debe ser de forma ordenada en un lugar cubierto, con medidas de seguridad contra incendios.

La localización de las llantas o bien su producción, se da en las empresas importadores o productores nacionales, estos se encargarán de entregar las llantas en desuso, y una vez constituida la empresa, los líderes del proyecto podrán expedir los certificados pertinentes. Según la investigación, algunos de los posibles proveedores de llantas en la ciudad de Medellín son los que se muestran en la figura 2:

**Figura 2.** Principales proveedores de llantas



**Fuente:** Elaboración propia.

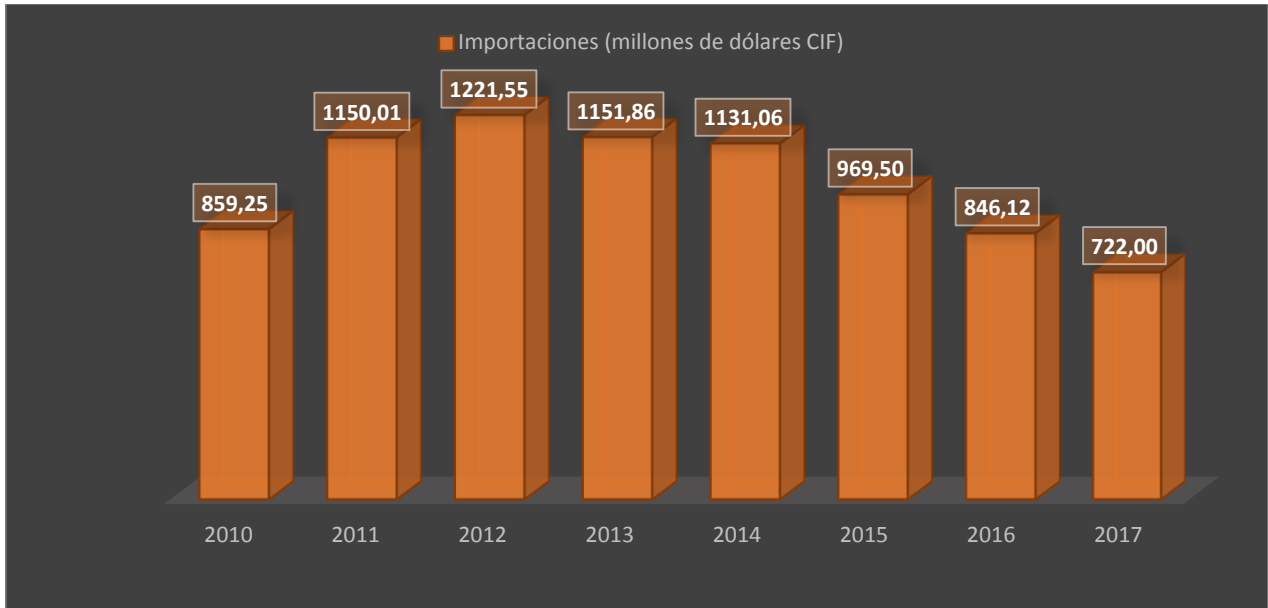
### 4.6.3 Demanda del mercado

El mercado de llantas en Colombia viene experimentando un comportamiento bastante positivo en los últimos años. En el gráfico 2 se observa la evolución de las importaciones de caucho y manufacturas en el país desde 2010 hasta 2017, en este se puede ver una tendencia decreciente de las importaciones, sin embargo, es de aclarar que parte de esta reducción corresponde al impacto de la devaluación del peso colombiano sobre los bienes importados (Portafolio, 2015). Las importaciones de llantas han disminuido, no obstante, se siguen vendiendo vehículos, por lo cual se necesitarán más llantas de repuesto para estos, lo que llevará a una estabilización y ajuste del mercado IMLLA S.A.S (2016).

Es importante señalar, que dentro de la clasificación del arancel de aduanas, la importación de caucho y manufacturas contiene la importación de neumáticos,

razón por la cual se usa este capítulo del arancel como proxy del comportamiento de las compras internacionales de llantas.

**Gráfico 2.** Importaciones de caucho y manufacturas 2010-2017



**Fuente:** Elaboración propia con información del DANE-DIAN (2017).

Nota: Datos tomados por capítulo del arancel de aduanas. El dato para 2017 corresponde a una proyección.

En cuanto al **volumen** de llantas importadas, según el estudio de IMLLA SAS (2016), la compra de llantas en el exterior alcanza la cifra de 5,3 millones al año, de este total, 48% corresponden a llantas de automóvil, 35% a llantas de camioneta y 17% a llantas de camión liviano y pesado. Todo lo anterior da cuenta de que se tiene a largo plazo un gran mercado por explorar y que el insumo para nuestro proyecto, es decir las llantas, está asegurado igualmente a largo plazo.

Una vez hecho este análisis, resulta importante indagar sobre el **cliente** que comprará el producto final, es decir, el GCR. Si bien ya se mencionó la variedad de usos del GCR en diferentes sectores económicos, se puede decir que el mercado objetivo de del proyecto, dada la relevancia del sector construcción como jalonador de la economía en el país, es precisamente la industria de la construcción, o bien, las empresas pertenecientes a esta industria encargadas de desarrollar grandes proyectos de infraestructura. Una razón de peso para escoger este mercado en

particular, es precisamente la gran proyección que se tiene de los sistemas viales en el país y otras obras de infraestructura. Para el año 2020, de los rubros destinados a inversión pública, el transporte ocupa el 57% del total de la inversión, alcanzando \$63,7 billones de pesos según (Clavijo, Vera y Vera, 2013), la mayor inversión entre los distintos sectores en los cuales se planea invertir.

En cuanto a la **segmentación del mercado**, este se debe segmentar de acuerdo con la zona geográfica del país donde se desarrollarán más proyectos de infraestructura vial, teniendo en cuenta los costos logísticos y de transporte en los cuales se incurra. Así, en el departamento de Antioquia, por ejemplo, las autopistas de la prosperidad presentan una gran oportunidad para penetrar mercados locales, pequeños pueblos que alcanzarán el nivel de medianas ciudades, dado el impacto socioeconómico que tendrá este tipo de mega proyectos en la región.

#### **4.6.3.1 Estimación del mercado potencial y proyección de la demanda**

Para la estimación del mercado potencial del producto se extrajeron datos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá, con los cuales se realizaron los siguientes cálculos. Según esta institución, en el Departamento de Antioquia se desechan anualmente 1.300.000 llantas, y se sabe, según el Instituto de Desarrollo Urbano IDU y la Universidad de los Andes (2002), que para obtener una tonelada de GCR se requieren 250 llantas. Ahora, asumiendo que el 100% de las llantas desechadas se reciclan, se tendrían entonces 5.200 toneladas de GCR por año, lo que generaría un total de ingresos por año - suponiendo que el precio de venta por llanta en desuso es de \$1.000 pesos kilogramo- de \$ 5.200.000.000 para el departamento de Antioquia.

En el caso de la ciudad de Medellín, el total de llantas desechadas al año asciende a 800.000, si se realiza el mismo cálculo se tiene que al año se obtendría un total de 3.200 toneladas de GCR y unos ingresos anuales -manteniendo el precio anterior- de \$ 3.200.000.000. Los resultados de la estimación se pueden observar en la tabla 1, Las estimaciones mensuales se muestran igualmente en la gráfica. Se

debe señalar también que el precio usado en las estimaciones proviene de la información proporcionada por el Área Metropolitana del Valle de Aburrá para el precio promedio por kilogramo de GCR.

**Tabla 1.** Estimación mercado potencial Medellín y Antioquia

Área de influencia	Llantas desechadas/año	Ton de GCR	Kilogramos/año	Ingresos/año	Ingresos /mes
Medellín	800.000	3.200	3.200.000	\$ 3.200.000.000	\$ 266.666.666,67
Antioquia	1.300.000	5.200	5.200.000	\$ 5.200.000.000	\$ 433.333.333,33

**Fuente:** Elaboración propia con datos del Área Metropolitana del Valle de Aburrá.

Una vez se obtiene el tamaño del mercado potencial en Medellín, el área de influencia del proyecto, se realizan las proyecciones de demanda.

Para esto, se toma un horizonte de 5 años, iniciando en el año 2018 y finalizando en el año 2022.

Como el tamaño potencial del mercado medellinense de 3.200 toneladas al año, y teniendo en cuenta capacidad de producción y ventas de los principales competidores, se plantea una demanda inicial de 27 toneladas mensuales, ajustadas año a año según el crecimiento real de la economía, utilizando como proxy la tasa de crecimiento real del PIB en cada uno de los años. Los resultados se observan en la tabla 2. Dado que es un estudio de factibilidad y teniendo en cuenta la estructura del mercado local, se decidió tomar un valor para la demanda del 26% del mercado al final del horizonte del proyecto, con el fin de posicionar, poco a poco la empresa, mientras se da a conocer el producto. Las proyecciones de ingresos se presentarán en sección de precio.

**Tabla 2.** Proyección demanda de GCR

	Tasa de crecimiento anual PIB	Crecimiento anual mercado	Participación de mercado	Ventas ton/año	Ventas ton/mes
Año 1		3,200	10%	320	27
Año 2	3.50%	3312	15%	497	41
Año 3	4.24%	3452	20%	690	58
Año 4	4.13%	3595	25%	899	75
Año 5	3.87%	3734	26%	971	81

**Fuente:** Elaboración propia con datos del DNP y Área Metropolitana del Valle de Aburrá

#### 4.6.4 Precio

El precio es uno de los factores fundamentales en la determinación de la demanda de los productos en el mercado de bienes. Para efectos de la determinación del precio del GCR de este proyecto, se recurrió a la realización de un sondeo de los precios de varios estudios sobre la demanda de GCR en Colombia, con el fin de obtener precios de referencia que permitieran realizar un análisis de los mismos. Según la investigación, los precios del GRC oscilan entre los \$750, \$1.370 y \$1.500 pesos por kilogramo<sup>2</sup>. Una vez capturada esta información, se decidió que en aras de establecer la marca y el producto y dado que es un proyecto empresarial nuevo, el precio estará dado por un promedio entre estos precios, es decir, \$1.200 pesos.

Con el precio fijado se propone la siguiente estimación de ingresos en el horizonte de tiempo de 5 años. Los resultados se muestran en la tabla 3.

**Tabla 3.**Proyección demanda de GCR

	Tasa de crecimiento anual PIB	Crecimiento anual mercado	Participación de mercado	Ventas ton/año	Ventas ton/mes	Ingresos/año	Ingresos/mes
<b>Año 1</b>		3,200	10%	320	27	\$ 384,000,000	\$ 32,000,000
<b>Año 2</b>	3.50%	3312	15%	497	41	\$ 625,968,000	\$ 49,680,000
<b>Año 3</b>	4.24%	3452	20%	690	58	\$ 913,512,660	\$ 69,048,576
<b>Año 4</b>	4.13%	3595	25%	899	75	\$ 1,248,503,463	\$ 89,875,353
<b>Año 5</b>	3.87%	3734	26%	971	81	\$ 1,416,103,891	\$ 97,086,015

**Fuente:** Elaboración propia con datos del DNP y Área Metropolitana del Valle de Aburrá

<sup>2</sup> Precios tomados de los estudios de Jiménez y Delgado (2015), Ramírez (2012) y Bayona (2013), respectivamente.

#### 4.6.5 Oferta

El mercado de llantas en Colombia, como bien se expuso en secciones anteriores, es un subsector que viene en ascenso y que toma mayor fuerza paulatinamente. Si bien las cifras de importación de llantas muestran quizás una tendencia a la baja, es posible distinguir cierta estabilidad en la compra de este insumo de la industria automotriz. Otra situación paralela a la estabilidad de las importaciones, es la compra a nivel interno de motos, que ha adquirido bastante relevancia en las cifras del sector. Bajo estas consideraciones, se prevé que el mercado de GCR tendrá garantizado el insumo para la producción nacional y el abastecimiento de la misma.

Con respecto al mercado de GCR, se puede decir que este es un mercado virgen, poco explorado y su estructura la conforman pocas empresas que han incursionado en el medio, con el objetivo de cuidar el medio ambiente y crear simultáneamente oportunidades de negocio rentables. En el sector no se evidencia realmente una figura monopolista, las empresas participantes toman decisiones estratégicas, dependiendo de las fortalezas y debilidades de las estructura de los competidores.

A nivel internacional, sobre todo en países latinos, se considera al mercado de GCR un mercado emergente. Algunas experiencias internacionales como la de Chile, por ejemplo, donde se desechan anualmente más de 80.000 toneladas de neumáticos y se estableció la meta de lograr un reciclaje del 100% de estas (Olivares, 2016), son evidencia del potencial que tiene el producto en otros países. En otros países como Australia y Sudáfrica, el uso de GCR inició en las décadas de 1980 y 1970, respectivamente, y como cemento asfáltico para pavimentos.

Otro aspecto importante a tratar es el factor **competencia** en esta actividad. Entre las oportunidades que representa este producto se encuentra la poca competencia en el ramo, la alianza de empresas conjuntas que aplican la cobertura del mercado y la gran oportunidad de aprovechar las nuevas tecnologías de los equipos.

En la figura 3 se hace un breve recuento de los principales competidores en el mercado nacional. Se puede observar que la mayor cantidad de empresas competidoras se encuentran ubicadas en el departamento de Cundinamarca, como

el caso de Renova y Reciclair, y otras de menor capacidad como Granulcol y GCR Soluciones, las cuales se ubican en municipios aledaños a Bogotá.

En la costa caribe colombiana se encuentran Ecocaribe y Reciclajes del Cesar, empresas con capacidad instalada para el procesamiento de 18.000 y 6.000 toneladas al año, respectivamente. Otras regiones del país, como el Eje Cafetero, cuentan con la presencia de una empresa pilar en la recolección de estos residuos y su transformación, como lo es Corpaul, ubicada en Yumbo, Valle del Cauca, y que posee una capacidad de 1 tonelada por hora. Finalmente, en la ciudad de Medellín, no se encuentran muchas empresas dedicadas a esta actividad, Ecology Ruber es la principal, seguida de Ekogroup, lo cual significa una gran oportunidad para el mercado de reciclaje.

**Figura 3. Principales competidores en Colombia**



**Fuente:** Elaboración propia con información de las empresas señaladas.

#### 4.6.6 Comercialización

Para la comercialización del GCR se tendrá como punto de partida una planta<sup>3</sup> con capacidad para procesar mensualmente 6.750 llantas y producir 27 toneladas de GCR al mes, mediante la técnica de trituración mecánica.

Para la comercialización del producto, además de la planta de producción, se utilizarán como distribuidores, empresas cuya actividad económica sea la venta de asfalto o materiales para la construcción. De esta manera se tendrá un rápido acceso al mercado y se facilitará la provisión del producto a los clientes finales.

Otra alternativa para incursionar en el mercado sería crear alianzas con empresas constructoras encargadas de la pavimentación de las vías y grandes proyectos de infraestructura en el país. Nuestra estrategia de comercialización irá de la mano con la agenda nacional y su proyecto Rueda Verde, con el fin de obtener un mayor reconocimiento en el mercado y seguir los pilares de la sostenibilidad ambiental, creando de esta manera un mayor impacto en la sociedad en general.

Con respecto a las condiciones de venta y sistemas de crédito, en lo que cabe al punto de venta principal (planta), y demás puntos minoristas de insumos para la construcción, se manejará un sistema de pagos no superior a 30 días, una vez se hayan hecho varios pedidos. En el caso de las grandes constructoras, el sistema de créditos puede ser un poco más flexible y contemplaría un plazo más extenso, según lo pactado entre las partes.

La estrategia de publicidad y promoción que seguirá el producto será, por un lado, ofrecer descuentos por tonelada del producto comprado. Para grandes constructoras se iniciará con un descuento del 5%. En los puntos de distribución se realizarán jornadas de descuento menor, con el fin de atraer la atención del público. Las redes sociales serán usadas a nuestro favor, el despliegue de las TIC en el país permitirá, mediante publicidad en redes sociales, un mayor acercamiento con el

---

<sup>3</sup> Las características y localización de la planta se discutirá en el estudio técnico del proyecto.

cliente final. También estará disponible una página web a la altura del mercado, donde los clientes podrán hacer sus pedidos.

Finalmente, para el almacenaje del producto, este se tendrá en la planta por separado de los diferentes materiales obtenidos y se empacará en bolsas desde 40 kilogramos, hasta 80 kilogramos. En cuanto al transporte se sub contratará un camión con capacidad de carga de 5.000 kilogramos para realizar la distribución.

## **4.7 Estudio técnico**

### **4.7.1 Análisis del tamaño o capacidad de producción**

Como bien se indicó en apartados anteriores, el mercado de GCR en el departamento de Antioquia, asciende a los \$ 5.200.000.000 anuales, con una demanda de 5.200 toneladas de GCR al año. El mercado medellinense, por su parte, ocupa un 65,1% del mercado departamental, con una demanda potencial de 3.200 toneladas anuales, ambos son mercados poco explorados y con grandes oportunidades.

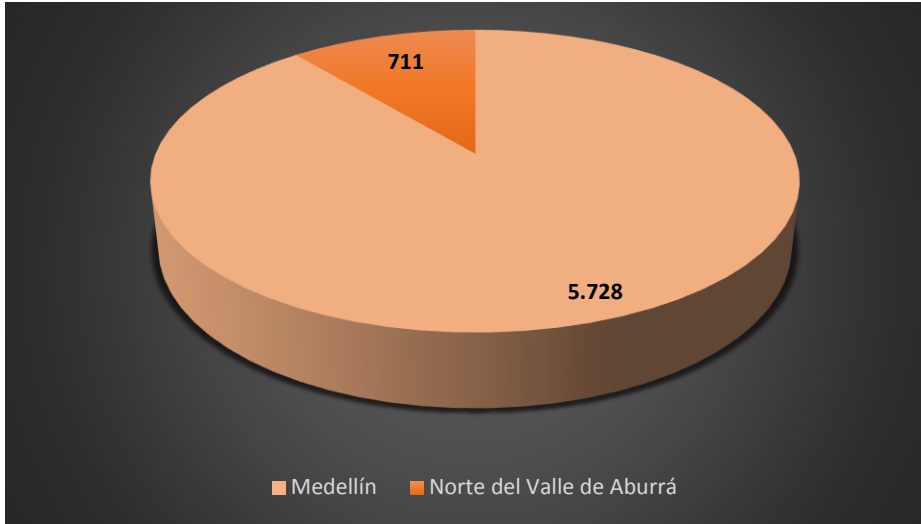
En cuanto a la distribución geográfica de la demanda, una breve caracterización de la misma se observa en el gráfico 3, en esta se muestra la cantidad de empresas constructoras, tanto en Medellín como en el Norte del Valle de Aburrá, donde se planea inicialmente penetrar con el producto. Sobre el Valle de Aburrá Sur se encontraron limitaciones para acceder a la información; sin embargo, según la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (2016) existen 48.884 empresas, dentro de las cuales se encuentran las empresas de construcción.

Con respecto a la distribución según el tamaño de la empresa, el gráfico 4 muestra la cantidad según la subregión, se evidencia que el mayor número de empresas son microempresas (5.169), mientras que las grandes empresas suman en total 117.

Como se observa, este es un mercado muy bien estructurado y con gran potencial, la presencia de microempresas resulta en una valiosa oportunidad para iniciar

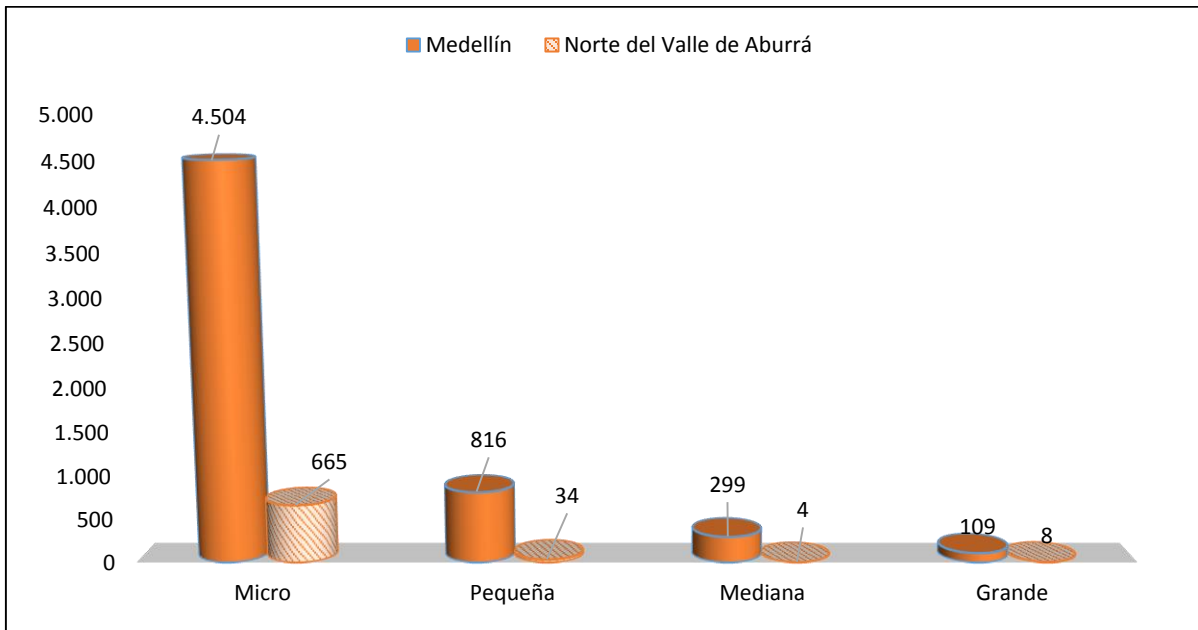
desde allí la distribución del producto, mientras que con las grandes empresas se tienen ventajas en cuanto a la factibilidad de grandes volúmenes de compras.

**Gráfico 3.** Empresas constructoras Medellín y Valle de Aburrá Norte 2016



**Fuente:** Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (2016)

**Gráfico 4.** Empresas constructoras en Medellín y Valle de Aburrá Norte según tamaño, 2016



**Fuente:** Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (2016)

Inicialmente el propósito del proyecto tiene como mercado objetivo Medellín y el Valle de Aburrá; sin embargo, dada la oportunidad de ventas en otros departamentos, generada por la construcción de los megaproyectos de infraestructura vial en el país, se puede decir que la demanda del producto a futuro, una vez la empresa haya adquirido cierto grado de madurez, estaría estimada en varios de los departamentos donde operan las constructoras encargadas de los megaproyectos de infraestructura, entre estos se pueden encontrar: Túnel de la línea, en los departamentos de **Tolima y Quindío**; el nuevo puente Pumarejo, entre **Barraquilla y Sitio nuevo en el departamento de Magdalena**; el viaducto sobre Ciénaga de la Virgen, en **Cartagena y Barranquilla**; y finalmente la construcción de las 31 vías 4G de las cuales 14 se encuentran en fase de pre construcción y trámite de licencias y procesos administrativos.

#### **4.7.2 Descripción del proceso productivo**

En el estudio técnico del proyecto es fundamental conocer el tipo de proceso industrial que sigue la obtención del GCR. Inicialmente se procede a la **recolección y clasificación** de las llantas, la clasificación consiste en separar las llantas que aún se reencauchan. En esta etapa es indispensable aclarar que son los comercializadores y productores de llantas quienes las llevan hasta la planta.

Seguido, se realiza la fase de **destalonado**, es decir, la extracción del anillo de alambres de acero ubicado al interior de las llantas. Para esto se usa una maquina destalonadora.

Posteriormente, se acude al **lavado y desinfección** de las llantas con una mezcla jabonosa y se someten a un proceso de secado al aire en la planta. Una vez secas, estas se disponen en el área de **almacenamiento** de la planta.

Después de este proceso, las llantas son trasladadas a la zona de transformación, donde son cortadas y reducidas a pedazos de aproximadamente 300 mm mediante **la trituradora primaria**. Posterior a la trituradora primaria, estos pedazos se pasan

a la **trituradora secundaria**, maquina con capacidad para reducir el tamaño de los trozos de 300 mm a 50 milímetros. Acto seguido, el **granulador** se encarga de reducir este tamaño a 16 milímetros.

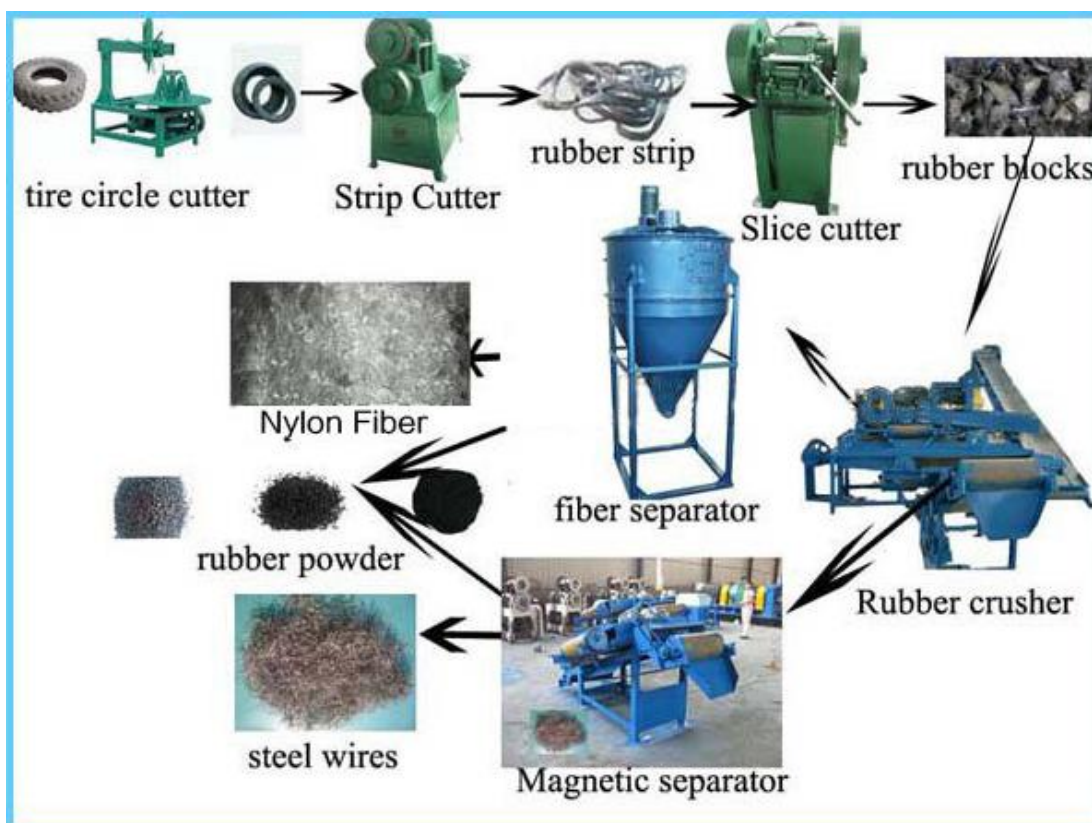
En la etapa de **desmetalizado**, con el apoyo de una separador magnético se separa el acero contenido en los gránulos, y en la etapa de **tamizado**, una criba se encarga de separar la fibra de nylon de los gránulos.

Una vez el grano se encuentra sin la presencia de acero o fibra de nylon, el pulverizador se encarga de refinar el GCR hasta reducirlo a 0,5 milímetros.

Finalmente, se produce el proceso de aspiración de polvos para retirar los restos de goma y tela, una vez finalizado este proceso se procede al empaquetado y la finalización del proceso.

La descripción gráfica del proceso se observa en la siguiente figura 4.

**Figura 4.** Proceso de producción GCR



Fuente: [www.tyreshreddingmachine.com](http://www.tyreshreddingmachine.com)

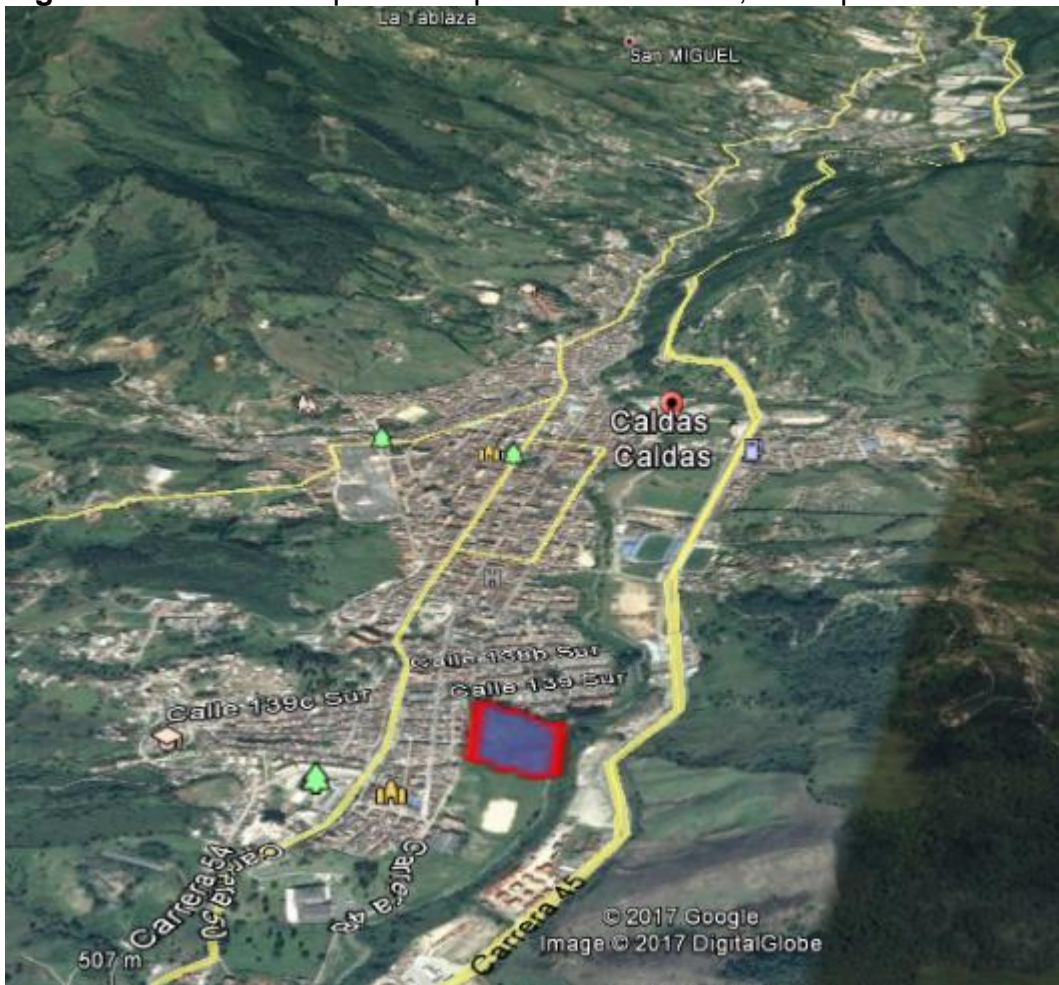
### 4.7.3 Macro localización

#### 4.7.3.1 Localización de la planta

La planta se localizará en el sur del Valle de Aburrá, específicamente en el municipio de Caldas. Este municipio tiene una extensión de 133,40 km<sup>2</sup> y se encuentra ubicado a 22 kilómetros (a 40 minutos) de Medellín. Con respecto a la economía caldense y los principales sectores, el comercio y la industria son los pilares de la economía local.

En la figura 5 se puede observar la ubicación geográfica de la planta de producción:

**Figura 5.** Localización planta de producción Caldas, Antioquia



**Fuente:** Elaboración propia (2017).

La decisión de situar la planta en este municipio radica en la cercanía del municipio con la capital antioqueña y en la ubicación estratégica del mismo, ya que se constituye en un corredor vial de vital importancia, dado el paso de las autopistas de prosperidad, lo cual en términos de costos, facilitaría el transporte y acceso del producto al Valle de Aburrá y posteriormente, como se tiene proyectado, a otros mercados en diferentes departamentos. Adicionalmente, Caldas es un municipio con un componente industrial sustancial en términos de comercio internacional, en él se halla la Zona Franca Internacional del Valle de Aburrá, hecho que facilitaría en un futuro la exportación del producto a mercados foráneos.

En cuanto a la **proximidad del mercado**, la ubicación estratégica del municipio permite transportar con facilidad el producto desde la planta de producción hasta las distintas empresas constructoras ubicadas en el norte del Valle de Aburrá y Medellín. La principal ruta de conexión entre caldas y Medellín es la Autopista Sur, la cual se encuentra en excelente estado y también facilitaría el **transporte de las materias primas** desde el resto del Valle de Aburrá (Norte y Medellín) hasta la planta de producción en el municipio de caldas. En lo que respecta a la disponibilidad de materias primas, se puede decir que existe un buen abastecimiento del insumo principal (llantas) ya que el mercado medellinense suma en total 800.000 llantas al año, de las cuales, para el primer año de inicio del proyecto, se requerirían 81.000 llantas para producir 320 toneladas de GCR.

#### **4.7.3.2 Materias primas e insumos**

La materia principal para este proyecto no tiene ningún costo; sin embargo, existe un pequeño costo de transporte, y logística de recolección hasta la planta con un valor de \$200 por llanta reciclada. En la tabla 4 se puede observar el costo de los insumos por tonelada de GCR y su discriminación. Se observa que el costo total por tonelada reciclada es de \$50.000 si mantenemos el precio de recolección en \$200. Según Ramírez (2012), el costo de la mezcla jabonosa, insumo importante utilizado para lavar las llantas, equivale a \$5.000 por litro y para una tonelada (250 llantas) se requieren 60 litros de mezcla jabonosa, resultando en un costo por tonelada de \$300.000. Finalmente, en cuanto al costo del empaque, se utilizarán bolsas de

polipropileno de 40 kilos, se estima que para una tonelada de GCR se requieren 25 bolsas, a un precio unitario de \$634, se estima un costo total de \$15.850.

**Tabla 4.** Costo de materia prima e insumos por tonelada

Costo por tonelada				
Cantidad requerida	Unidad de medida	Cantidad	Precio unitario	Costo
Llanta	Unidad de medida	250	\$ 200	\$ 50.000
Mezcla jabonosa	Litros	60	\$ 5.000	\$ 300.000
Bolsas de empaque	Kilo	25	\$ 634	\$ 15.850
<b>Total</b>				<b>\$ 365.850</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez obtenido el costo de materia prima e insumos por tonelada de GCR se pueden calcular los costos totales de esta en cada año de producción. La tabla 5 muestra el resultado de los cálculos. En primer lugar, el costo de transporte y recolección hasta la planta tiene un costo total en el primer año de producción de \$16.000.000, resultado de multiplicar el total de toneladas (320) por el precio por toneladas (\$50.000), de esta forma se repite el proceso año a año, cabe mencionar que el precio por tonelada se estima año a año, con un incremento promedio de 3,5% como referencia del incremento en la inflación, así mismo, se estima el precio de la mezcla jabonosa y las bolsas de empaque.

En segundo lugar, la mezcla jabonosa tiene un costo total en el primer año de \$96.000.000, resultado de multiplicar el costo total de los litros (\$300.000, ver tabla 4) por el total de toneladas en ese año.

En tercer lugar se obtiene el costo de las bolsas de polipropileno, producto del total de toneladas (320) por el costo unitario de \$15.850. Finalmente, el total de costos para la materia prima y los insumos para cada año de producción se observa en la última fila de la tabla 5.

**Tabla 5.** Costo de materia prima e insumos totales

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<b>Toneladas de GCR</b>	320	497	690	899	971
<b>Llantas recicladas</b>	80.000	124.200	172.621	224.688	242.715
<b>Precio llanta/tonelada</b>	\$ 50.000	\$ 51.750	53.561	55.436	57.376
<b>Costo de transporte y recolección hasta la planta</b>	\$ 16.000.000	\$ 25.709.400	\$ 36.983.280	\$ 49.823.205	\$ 55.704.217
<b>Mezcla jabonosa litros</b>	19.200	29.808	41.429	53.925	58.252
<b>Precio mezcla jabonosa litro</b>	\$ 5.000	\$ 5.175	\$ 5.356	\$5.544	\$ 5.738
<b>Total mezcla Jabonosa</b>	\$ 96.000.000	\$ 154.256.400	\$221.899.682	\$ 298.939.230	\$ 334.225.305
<b>Bolsas de empaque GCR</b>	8.000	12.420	17.262	22.469	24.272
<b>Precio bolsas</b>	\$ 634	\$ 656	\$ 679	\$703	\$728
<b>Total bolsas</b>	\$ 5.072.000	\$ 8.149.880	\$ 11.723.700	\$15.793.956	\$17.658.237
<b>Total costo insumos</b>	\$ 117.072.000	\$ 188.115.680	\$ 270.606.663	\$ 364.556.391	\$ 407.587.759

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.3.3 Mano de obra

El factor trabajo constituye un elemento esencial en el proceso de producción del GCR. Para efectos de este proyecto, la mano de obra directa requerida y su costo se muestra a continuación. En la tabla 6 se muestra la cantidad de empleados que se contratarán en la fase de producción y los cargos directivos y administrativos. Inicialmente se contratará un supervisor, quien se encargará de revisar y monitorear cada fase de producción y su proceso de calidad. Tres operarios se encargaran del proceso productivo: el operario uno se encargará de la recepción de las llantas y su disposición en la planta; el operario 2 estará a cargo del lavado y secado de las llantas y finalmente el operario 3 realizará el proceso de almacenaje y despacho del producto. Los demás cargos y sus funciones se muestran en el estudio organizacional.

**Tabla 6. Mano de obra requerida**

PERSONAL	SALARIO	AUXILIO DE TRANSPORTE	TOTAL	PARAFISCALES	SEGURIDAD SOCIAL	PRESTACIONES	TOTAL MES
<b>PERSONAL OPERATIVO</b>							
Supervisor	\$ 1.200.000	\$ 83.140	\$ 1.283.140	\$ 108.000	\$ 258.000	\$ 279.725	\$ 1.928.865
Operario 1	\$ 737.717	\$ 83.140	\$ 820.857	\$ 66.395	\$ 158.609	\$ 178.947	\$ 1.224.808
Operario 2	\$ 737.717	\$ 83.140	\$ 820.857	\$ 66.395	\$ 158.609	\$ 178.947	\$ 1.224.808
Operario 3	\$ 737.717	\$ 83.140	\$ 820.857	\$ 66.395	\$ 158.609	\$ 178.947	\$ 1.224.808
<b>PERSONAL DIRECTIVO</b>							
Gerente General	\$ 3.000.000		\$ 3.000.000	\$ 270.000	\$ 630.000	\$ 654.000	\$ 4.554.000
Asistente de gerencia y recursos humanos	\$ 1.300.000	\$ 83.140	\$ 1.383.140	\$ 117.000	\$ 273.000	\$ 301.525	\$ 2.074.665
Asesor de ventas y servicio al cliente	\$ 1.200.000	\$ 83.140	\$ 1.283.140	\$ 108.000	\$ 252.000	\$ 279.725	\$ 1.922.865

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7.3.4 Servicios públicos y abastecimiento energético

Caldas es un municipio con una zona industrial bastante desarrollada, cuenta de ello es la Zona Franca, ubicada en el mismo, posee conexión de entrada y salida con mercados internacionales que tienen una amplia capacidad instalada y gran número de bodegas para cumplir los requerimientos de sus clientes.

El aspecto de servicios públicos tiene un peso importante en este proyecto, dadas las diferentes fases del proceso de producción del GCR, lavado y secado de llantas, por ejemplo, son procesos que exigen cierta eficiencia energética. En el caso del municipio, este cuenta con una cobertura de energía eléctrica y acueducto superior al 94%, suficiente para realizar los procesos de producción.

El costo de los servicios públicos es para el proyecto y se encuentra discriminado en la siguiente tabla.

**Tabla 7. Costo servicios públicos**

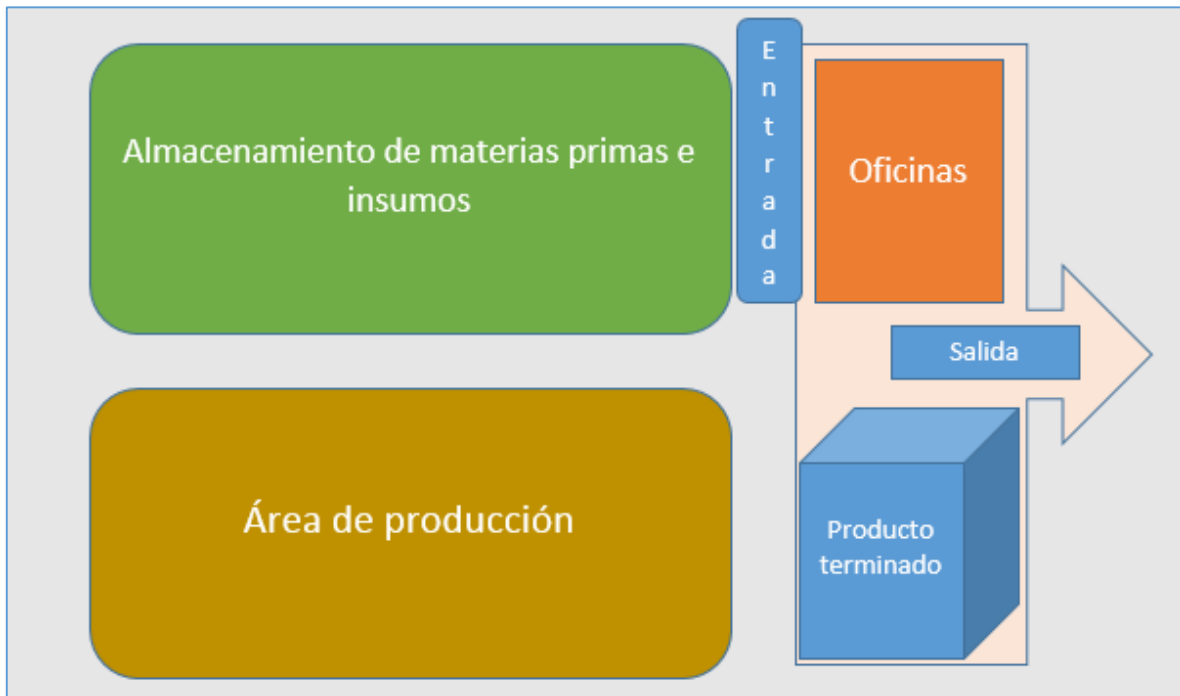
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Luz</b>	\$ 612.000	\$ 634.828	\$ 658.507	\$ 683.069	\$ 708.547
<b>Agua</b>	\$ 1.353.600	\$ 1.404.089	\$ 1.456.462	\$ 1.463.788	\$ 1.567.140
<b>Teléfono</b>	\$ 375.060	\$ 389.050	\$ 403.561	\$ 418.614	\$ 434.228
<b>Internet</b>	\$ 642.960	\$ 666.942	\$ 692.289	\$ 717.624	\$ 744.392
<b>Total</b>	\$ 2.983.620	\$ 3.094.909	\$ 3.210.819	\$ 3.283.095	\$ 3.454.307

Fuente: Elaboración propia

#### **4.7.3.5 Planta y terrenos**

La planta tendrá una extensión total de 300 m<sup>2</sup>, con capacidad para producir en el primer año 160 toneladas de GCR. Del total de la extensión, 100m<sup>2</sup>, se destinarán al área de almacenamiento de las materias primas e insumos, 100m<sup>2</sup>, al área de producción y los restantes 100m<sup>2</sup>, para el área de oficinas y almacenamiento del producto terminado. Como se mencionó anteriormente, la planta se ubicará en la zona industrial del municipio de caldas en un terreno que tendrá la extensión mostrada en la figura 6. El costo del terreno tendrá un valor de \$200.000.000 y la bodega un costo de \$ 450.000.000.

**Figura 6.** Tamaño de la planta



**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.7.4 Maquinaria, equipos, edificio e instalaciones**

Para el proceso de producción del GCR, se utiliza la siguiente maquinaria, sus usos ya fueron indicados en la descripción del proceso:

***Destalonadora:***



***Trituradora primaria y trituradora secundaria:***



**Granulador:**



**Máquina para el desmetalizado (separador magnético):**



**Criba:**



### ***Pulverizador:***



### ***Sistema de aspiración de polvos:***



Otras máquinas utilizadas a lo largo del proceso de producción son la cinta transportadora; encargada de deslizar la llanta a través de las diferentes fases del proceso, y el silo, donde se almacena en GCR en las distintas fases. El costo de la maquinaria total tiene un valor de \$400.000.000.

#### **4.7.5 Análisis de impacto ambiental y social**

Como bien se ha indicado en páginas anteriores, el objeto de este proyecto es crear una empresa encargada de reciclar llantas usadas y transformar esta materia prima en un insumo final: CGR. Pero el enfoque del proyecto trasciende el aspecto

organizacional y de generación de ingresos, la iniciativa apunta a solucionar, o por lo menos a contribuir a la problemática de contaminación que genera el mal manejo y disposición de las llantas cuando estas cumplen su vida útil.

El **marco legal** en Colombia establece inicialmente en la Constitución Política, más exactamente en los artículos 79 y 80, el derecho que tienen los ciudadanos de gozar de un ambiente sano, y el plan de manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Partiendo de la Carta Magna, el Decreto 349 de 2014 reglamenta la *“Imposición y aplicación del Comparendo Ambiental en el Distrito Capital”* donde se indican los responsables de aplicar la normativa cuando se contamine el medio ambiente o se haga mal uso de los recursos naturales. La resolución 1457 de 2010 por su parte, apunta al tema en concreto de las llantas y establece *“Los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se adoptan otras disposiciones”*. Como se puede observar, la normativa colombiana se ha esforzado por diseñar e instaurar leyes que permitan la conservación del medio ambiente, haciendo uso eficiente de los recursos naturales y facilitando la creación de unidades productivas encargadas del reciclaje de las llantas.

Mediante el reciclaje de llantas se pueden mitigar serios **impactos ambientales y sociales**, que afectan principalmente el área urbana de las ciudades, dado que en estas es donde normalmente se hace un acopio y disposición de las llantas. Entre los principales impactos al medio ambiente se encuentra la contaminación atmosférica, generada por la incineración de las llantas, produciendo gases contaminantes y malos olores; la contaminación del suelo producida por la quema a cielo abierto, y finalmente, la contaminación de las fuentes hídricas. Entre los impactos sociales se puede contar la invasión a espacio público, dada la mala disposición de las llantas y la afectación sobre la salud y la calidad de vida de los ciudadanos (Bernal y Ovalle, 2016).

Bajo este panorama, el presente proyecto contribuirá a la **mitigación de los problemas ambientales** mencionados en el párrafo anterior; aunque no se tenga una estimación exacta en términos cuantitativos de esta contribución, la empresa

reciclará en el primer año 81.000 llantas, de las 800.000 que se desechan anualmente en el Valle de Aburrá, por lo cual se podría decir que aportará en un 10% en la reducción del impacto ambiental. Para la producción del GCR se escogió, entre distintas alternativas, la producción mediante triturado mecánico, y no otras como como la incineración (usada por muchas empresas aún), hecho que hace un aporte significativo al medio ambiente y da cuenta de la transparencia y sentido social del proceso.

Finalmente, durante todo el proceso productivo y después del mismo, el supervisor, acompañado de unos de los directivos, se encargará de **monitorear los impactos ambientales** del proyecto, así mismo tendrán toda la asesoría y gestión para la elaboración del **Plan de Manejo Ambiental**.

#### **4.8 Estudio organizacional**

En el estudio organizacional es necesario fijar los diferentes cargos que serán desempeñados para alcanzar los objetivos de la empresa, al igual que los aspectos administrativos y responsabilidades de cada actor.

Como se puede observar en la figura 7, existe un gerente general, encargado de organizar y dirigir la organización, sus planes y estrategias. A partir de la gerencia general se desprenden tres áreas fundamentales para el funcionamiento de la empresa: área de producción, comercial y ventas y área de administración y contabilidad. El área de producción, por su parte, está integrada por un supervisor de producción y tres operarios, mientras que el área comercial y ventas y la de recursos humanos, poseen un asesor de ventas y un contador.

Este sería la estructura organizacional al dar inicio al proyecto, una vez la empresa adquiera un mayor posicionamiento en el mercado, se hará necesario contratar más personal para labores administrativas y operativas.

**Figura 7.** Estructura organizacional



**Fuente:** Elaboración propia.

#### 4.8.1 Perfiles directivos y administrativos

A continuación se describen los diferentes cargos y perfiles de las diferentes áreas de la compañía.

##### **Gerente General**

Profesional en Administración de Empresas o afines con experiencia en liderazgo de compañías del sector construcción. Experiencia en el manejo comercial, habilidades de liderazgo, trabajo en equipo y visión amplia del negocio. Preferible especialización en gerencia o estudios de posgrado.

### Funciones del cargo

- Coordinar y dirigir el funcionamiento de la empresa y las distintas áreas.
- Representar a la empresa en todos los casos donde se requiera (eventos, ruedas de negocio, etc...).
- Diseñar y aplicar los planes presupuestales, las estrategias y objetivos de la empresa.
- Supervisar y evaluar el desarrollo y desempeño de las distintas áreas a cargo de los jefes.
- Participar en las reuniones de la Junta Directiva de la compañía.
- Dirigir y coordinar operaciones de alianzas y redes, de acuerdo con los objetivos de la empresa.
- Proponer planes de mejoramiento en cuanto a la organización empresarial y calidad del producto.

### **Contador**

Profesional en el área contable, con conocimiento administrativo capaz de desempeñar labores propias de la gerencia y el área de recursos humanos. Manejo de bases de datos, nomina, conocimiento de Excel y office en general, manejo de algún software contable.

### Funciones del cargo

- Llevar los procesos de contabilidad de la empresa.
- Realizar los pagos de facturas y nómina.
- Organizar la agenda para la contratación del personal y participar en la misma.
- Realizar una adecuada gestión para los procesos de selección.
- Coordinar los procesos de capacitación del recurso humano.
- Clasificar, registrar y organizar la documentación de la gerencia general.

- Realizar y atender llamadas telefónicas y mantener actualizada la agenda del gerente general.
- Coordinar las reuniones y eventos a los cuales deba asistir el gerente general.
- Redactar los documentos necesarios que sean exigidos desde la gerencia general.
- Apoyar el proceso de liquidación de nómina y elaboración de informes financieros de la compañía.

### **Asesor de ventas y servicio al cliente**

Persona con estudios técnicos o tecnológicos en el área comercial. Conocimiento del sector construcción y experiencia en el mismo de mínimo dos años. Amplias habilidades para las ventas y consecución de clientes. Manejo de herramientas ofimáticas, office, internet, estudios de mercado, estrategia de ventas y mercadeo. Buena presentación personal y orientación al cliente.

#### Funciones del cargo

- Conocer acertadamente el producto de la organización.
- Asesorar a los clientes de acuerdo con sus necesidades.
- Mantener un continuo contacto con los clientes.
- Realizar la búsqueda de nuevos clientes y nuevos mercados para la compañía.
- Realizar y monitorear los precios y el producto en el mercado local.
- Ofrecer un servicio post venta a los clientes, si así lo requieren.
- Ofrecer un excelente servicio al cliente.
- Organizar y monitorear el recaudo de cartera.

## 4.8.2 Perfiles operativos

### Supervisor de producción

Técnico o tecnólogo en el área de producción capaz de coordinar las diferentes fases para la elaboración del producto final. Mínimo dos años de experiencia en el área de la construcción. Habilidades de liderazgo, coordinación de procesos, trabajo en equipo y trabajo bajo presión.

#### Funciones del cargo

- Supervisar que el proceso de producción se realice de manera precisa, en los tiempos y protocolos establecidos por la compañía.
- Monitorear tiempos y movimientos del área de producción.
- Planificar y hacer seguimiento al sistema de producción.
- Gestionar y verificar los inventarios.
- Coordinar la gestión del mantenimiento de los equipos, materiales e instalaciones involucrados en el proceso de producción.
- Realizar el control de calidad e higiene de la planta. Distribuir los insumos y la materia prima de acuerdo con los requerimientos de la planta.
- Coordinar el despacho del producto.
- Vigilar que los operarios realicen sus respectivas tareas de acuerdo con los estándares de calidad de la empresa.

### Operario 1

Técnico o bachiller con conocimiento de procesos de producción en el sector industrial, operación de equipos pesados. Mínimo 6 meses de experiencia en el sector industrial, puntualidad y responsabilidad a la hora de realizar el proceso productivo.

#### Funciones del cargo

- Recibir las llantas y encargarse de su disposición en la planta.
- Cumplir con las normas de seguridad en cada puesto de trabajo y utilizar los implementos de seguridad en forma adecuada y permanente.
- Portar siempre el uniforme de trabajo.

- Retirarse de su puesto de trabajo una vez sean terminadas sus labores y así lo indique el supervisor.
- No abandonar su puesto de trabajo.
- Desempeñar las demás labores que le sean encomendadas por el supervisor.

## **Operario 2**

Técnico o bachiller con conocimiento de procesos de producción en el sector industrial, operación de equipos pesados y máquinas de proceso. Mínimo 6 meses de experiencia en el sector industrial, puntualidad y responsabilidad a la hora de realizar el proceso productivo.

### Funciones del cargo

- Realizar el proceso de lavado y secado de las llantas.
- Cumplir con las normas de seguridad en cada puesto de trabajo y utilizar los implementos de seguridad en forma adecuada y permanente.
- Portar siempre el uniforme de trabajo.
- Retirarse de su puesto de trabajo una vez sean terminadas sus labores y así lo indique el supervisor.
- No abandonar su puesto de trabajo.
- Desempeñar las demás labores que le sean encomendadas por el supervisor.

## **Operario 3**

Técnico o bachiller con conocimiento de procesos de producción en el sector industrial, operación de equipos pesados y máquinas de proceso. Mínimo 6 meses de experiencia en el sector industrial, puntualidad y responsabilidad a la hora de realizar el proceso productivo.

### Funciones del cargo

- Almacenamiento del producto terminado y despacho del mismo.
- Realizar el proceso de empaque y embalaje del producto para su despacho.
- Apoyar el proceso de supervisión y control de las máquinas para el proceso de producción.
- Cumplir con las normas de seguridad en cada puesto de trabajo y utilizar los implementos de seguridad en forma adecuada y permanente.
- Portar siempre el uniforme de trabajo.
- Retirarse de su puesto de trabajo una vez sean terminadas sus labores y así lo indique el supervisor.
- No abandonar su puesto de trabajo.
- Desempeñar las demás labores que le sean encomendadas por el supervisor.

Un aspecto importante a tratar en este estudio, es el tema de la capacitación del personal. Dada la necesidad de actualizar a los empleados en lo que se refiere a los cambios tecnológicos relacionados con la maquinaria para la operación del proyecto, se realizarán capacitaciones cada 4 meses, con el fin de retroalimentar y evaluar el proceso de producción y actualizar si se dan cambios en la tecnología usada y maquinaria industrial. La capacitación estará a cargo del supervisor de producción, quien contará con la asesoría necesaria para realizar una adecuada gestión y transferencia del conocimiento a los operarios y demás actores involucrados.

Finalmente, para realizar las respectivas labores administrativas se hace imperativo contar con un mobiliario apropiado en las oficinas, así como computadores y demás enseres que se relacionan en la tabla 8.

**Tabla 8.** Costo mobiliario y papelería

ITEM	COSTO	CANTIDAD	TOTAL
Computador	\$ 950.000	4	\$ 3.800.000
Papelería primer año	\$ 2.800.000	1	\$ 2.800.000
Escritorio	\$ 300.000	4	\$ 1.200.000
Silla	\$ 150.000	4	\$ 600.000
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 8.400.000</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 4.9 Estudio legal

En la presente sección se describen los principales aspectos legales relacionados con la constitución de la empresa. Se describirá el tipo de sociedad que más se acomoda al proyecto, de acuerdo con sus características, la cantidad de socios y su responsabilidad, el aporte de los mismos y la constitución del capital social, así como las obligaciones de la empresa.

### 4.9.1 Tipo de sociedad

Cuando se habla de creación de nuevos emprendimientos, un tema que resulta fundamental en la constitución legal de las empresas, es el tipo de sociedad que se creará. En Colombia existen diferentes tipos de sociedades, a saber: Sociedad de Responsabilidad Limitada, Sociedad Anónima, Sociedad por Acciones Simplificada, Sociedad Comanditaria por Acciones, entre otras. La selección entre estas figuras societarias radica básicamente en algunos factores clave, como la responsabilidad de los socios, el riesgo y los costos asumidos por los involucrados; otros aspectos como la imagen que provee alguna de las figuras en términos de reputación organizacional y fiabilidad de la organización, así como la accesibilidad de cotización en bolsa, son otros criterios que también influyen en la decisión.

Para el caso de este proyecto, se ha decidido constituir una empresa bajo la figura de Sociedad por Acciones Simplificada, esto, dada la facilidad para la constitución de la misma en términos de costos, así como la flexibilidad en la gestión de nuevos emprendimientos. Las principales características de esta figura societaria son las siguientes:

- Es el tipo de sociedad con más facilidad para la creación de empresas, creada a través de la ley 1258 de 2008. Se creó con el propósito de estimular y dar paso a la creación de pymes, razón por la cual no se recomienda si se pretende crear una gran empresa.
- Se constituye mediante un documento privado debidamente autenticado por los participantes en su suscripción.
- Se requiere inscripción mercantil posterior a la autenticación del documento.
- Es una sociedad de capital y una vez constituida, se convierte en una persona jurídica distinta a los socios.
- Los socios solo responden hasta el monto de sus aportes, es decir, en caso de endeudamiento y liquidación, los socios solo se hacen responsables hasta el monto de sus aportes ante terceros, sin afectar el patrimonio personal.
- Se puede constituir con mínimo una persona.
- El pago de capital, por parte de los socios, se puede diferir hasta 2 años.
- La sociedad podrá emitir acciones, sin embargo, estas no podrán ser negociadas en la bolsa.
- Es posible una transformación o cambio en el tipo de sociedad cuando esta llegue a un punto de expansión y crecimiento mayor en el mercado.
- No es obligatorio la conformación de una junta directiva, pero si existirá una asamblea general de accionistas conformada por todos los socios.
- No se requiere inicialmente revisoría fiscal.
- Si los aportes iniciales de los socios son bienes inmuebles, se requerirá escritura pública.
- Se establece libertad plena para la estructura de administración.

### **4.9.2 Constitución legal de la empresa**

Para constituir legalmente una S.A.S., según Bancoldex (2009) se requieren los siguientes pasos:

- 1) Elaboración de un contrato unilateral constitutivo de las SAS (estatutos). Este documento privado debe contener la siguiente información: Nombre, identificación y domicilio de los accionistas; denominación de la sociedad seguida por las siglas "S.A.S."; domicilio principal de la sociedad y sucursales, si existen al momento de la constitución; el capital autorizado, suscrito y pagado; el valor nominal de las acciones y la forma en que estas deberán pagarse; y finalmente, el nombre y responsabilidad de los administradores, se deberá indicar con un representante legal.
- 2) El documento deberá ser firmado por los suscriptores y debidamente autenticado en la Cámara de Comercio del lugar donde esté establecida la empresa. Se podrá autenticar también mediante apoderado.
- 3) El documento, una vez autenticado, deberá ser inscrito en el registro mercantil, en la Cámara de Comercio donde las S.A.S tenga su domicilio principal.
- 4) Diligenciar los formularios de RUT y RUE exigidos por la Cámara de Comercio.
- 5) Pagar los costos de la matrícula mercantil, impuesto de registro y derechos de inscripción.

### **4.9.3 Capital social**

La empresa estará compuesta por 3 socios, quienes se comprometen en el documento privado a responder hasta por el monto de sus aportes. Internamente se definirán los diferentes cargos a desempeñar, de acuerdo con la estructura organizacional de la empresa.

Para la puesta en marcha de la compañía se requiere una inversión inicial de \$ 1.317.270.690, producto de los costos relacionados en la tabla 9:

**Tabla 9.** Inversión inicial del proyecto

	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>
Flujo de Caja Libre	<b>- 1,173,027,208</b>	<b>135,503,671</b>
<b>Repago de Deuda</b>	- 67,483,576	- 77,606,113
<b>Intereses</b>	- 68,250,000	- 58,127,464
<b>caja inicial</b>		5,333,333
<b>Caja mínima</b>	5,333,333	8,280,000
<b>Faltantes de Caja</b>	- 1,314,094,118	- 3,176,572

Fuente: Elaboración propia

Los costos de la inversión inicial ya fueron descritos en secciones anteriores, excepto el costo de la constitución legal de la empresa, el cual se detalla en la tabla 11. Los costos de autenticación en notaria equivalen a \$4.000 por cada socio, para un total de \$12.000. El registro en Cámara de Comercio tiene un valor de \$1.221.915, el costo más alto de todo el proceso.

**Tabla 10.** Costos constitución legal

<b>Notaría</b>	<b>\$ 12.000.00</b>
<b>RUE</b>	\$ 4.000.00
<b>Derechos de inscripción</b>	\$ 31.000.00
<b>Certificados de existencia 2</b>	\$ 17.200.00
<b>Inscripción en los libros de Cámara de Comercio</b>	\$ 10.300.00
<b>Registro en Cámara de Comercio</b>	\$ 1.221.915
<b>Total</b>	<b>\$ 1.296.415</b>

Fuente: Elaboración propia

Una vez detallados estos costos y la inversión inicial del proyecto, es necesario definir el capital que será aportado por los socios (capital pagado), el capital máximo que tendrá la compañía (capital autorizado), y el capital suscrito para poderlo indicar en los documentos de constitución de la empresa.

El capital autorizado de la compañía, será de \$1.317.270.690, es decir, la inversión total que se requiere en la fase inicial del proyecto. Para el capital suscrito se ha

determinado que este será el 65.5% del capital autorizado, es decir, \$862.270.690. El capital pagado finalmente será la cantidad total del capital suscrito, dividido en partes iguales para cada socio, es decir \$285.408.650. Aunque por ley, para la S.A.S el capital pagado por los socios se puede diferir hasta un máximo de 2 años, se ha decidido que este pago se hará al momento de la constitución de la empresa.

Ahora bien, de la inversión inicial, los socios se comprometen a pagar, mediante al acta de constitución, la totalidad de sus aportes que suman \$862,270,690, mientras que la otra parte, es decir, \$455.000.000, será obtenido mediante un préstamo bancario. En cuanto a la distribución de las utilidades, estas podrán ser establecidas por los accionistas mediante voto favorable de los socios. Es de reiterar que las acciones emitidas por la compañía no podrán negociarse en la bolsa, salvo que en algún momento, dependiendo del grado de madurez y posicionamiento del negocio, la empresa decida cambiar el tipo de figura societaria.

#### **4.9.4 Obligaciones laborales y otras formalidades**

Para la puesta en marcha del proyecto, es necesario solicitar a una curaduría urbana un concepto del uso del suelo donde se ubicará la planta, estos emitirán un certificado sobre su estado.

Otras de las obligaciones que tiene la empresa, una vez constituida y con pleno cumplimiento de los requisitos legales, es realizar las siguientes tareas, en lo referente a lo laboral y sus empleados:

- ❖ Afiliación al Sistema General de Seguridad Social. El porcentaje de afiliación a la EPS por parte del empleador es de un 8,5%, mientras que el trabajador aporta un 4% para un total de 12,5%. Para la pensión, el aporte total es de 16%, correspondiendo al empleador un 12%, y el restante al empleado.
- ❖ La afiliación de los empleados a una Administradora de Riesgos Laborales (ARL). Este valor dependerá del riesgo que representa el desempeño de la actividad laboral por parte de los empleados, las tarifas pueden variar en función del nivel de riesgo.

- ❖ Afiliar a los empleados a un fondo de cesantías y caja de compensación familiar.
- ❖ Inscribirse e implementar un sistema de seguridad industria

#### 4.10 Estudio financiero

**Modelo del proyecto apalancado con parte de Patrimonio y Deuda**, se puede pedir un crédito hipotecario sobre el 70% del valor del inmueble, que también queda como garantía real del crédito, es decir, COP 455 MM, a una tasa del 15%, siendo una tasa alta para empresas nacientes (algo así como IBR + 9-10%), logrando bajo este modelo una rentabilidad del 18%.

#### Estado de Resultados

	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
Ingresos por venta					
Ventas	384.000.000	596.160.000	828.582.912	1.078.504.233	1.165.032.176
Costo de venta					
Costos insumos	117.072.000	188.115.680	270.606.663	364.556.391	407.587.759
Costo de mano de obra directa	67.239.445	71.946.206	76.982.440	82.371.211	88.137.196
Total costos de venta	184.311.445	260.061.886	347.589.103	446.927.602	495.724.955
	48%	44%	42%	41%	43%
<b>Utilidad Bruta</b>	199.688.555	336.098.114	480.993.809	631.576.631	669.307.221
	52%	56%	58%	59%	57%
Gastos de operación					
Gastos de venta					
Gasto de sueldo de ventas	38.434.374	48.535.980	59.561.168	71.407.270	76.847.085
Gastos de publicidad	0	0	0	0	0
Gasto de depreciación	95.500.000	95.500.000	95.500.000	95.500.000	95.500.000
Gastos diversos de ventas (imprevisto 1%)	3.840.000	5.961.600	8.285.829	10.785.042	11.650.322
Total de gastos de ventas	137.774.374	149.997.580	163.346.997	177.692.312	183.997.406
	36%	25%	20%	16%	16%

Gastos administrativos					
Gastos de sueldos y salarios de oficina	79.543.974	85.112.052	91.069.896	97.444.789	104.265.924
Gasto de depreciación- equipo oficina	1.120.000	1.120.000	1.120.000	1.120.000	1.120.000
Gasto de seguro	2.445.000	2.445.000	2.445.000	2.445.000	2.445.000
Gasto de materiales de oficina	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000	2.800.000
Gastos administrativos diversos	1.296.415	-	-	-	-
Total gastos administrativos	87.205.389	91.477.052	97.434.896	103.809.789	110.630.924
	23%	15%	12%	10%	9%
Total de gastos de operación	224.979.763	241.474.633	260.781.893	281.502.101	294.628.331
	59%	41%	31%	26%	25%
<b>Resultado operaciones</b>	<b>25.291.208</b>	<b>94.623.482</b>	<b>220.211.916</b>	<b>350.074.529</b>	<b>374.678.891</b>

Otros ingresos					
Otros Gastos					
Gasto intereses	68.250.000	58.127.464	46.486.547	33.099.492	17.704.380

Utilidad Antes de Impuestos	- 93.541.208	36.496.018	173.725.370	316.975.037	356.974.511
Impuesto de renta	22.297.658	22.803.724	60.803.879	110.941.263	124.941.079
Utilidad Neta	- <b>115.838.866</b>	<b>13.692.294</b>	<b>112.921.490</b>	<b>206.033.774</b>	<b>232.033.432</b>
	-30%	2%	14%	19%	20%

Fuente: Elaboración propia

## Balance General

	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>Activos</b>	<b>1.153.069.333</b>	<b>1.100.676.307</b>	<b>1.052.895.803</b>	<b>1.009.229.630</b>	<b>931.818.678</b>
Disponible	5.333.333	8.280.000	11.508.096	14.979.225	16.181.002
Cartera	64.000.000	99.360.000	138.097.152	179.750.705	194.172.029
Inventarios	9.756.000	15.676.307	22.550.555	30.379.699	33.965.647
Propiedad, planta y equipo	1.073.980.000	977.360.000	880.740.000	784.120.000	687.500.000
Activos	1.170.600.000	1.170.600.000	1.170.600.000	1.170.600.000	1.170.600.000
Depreciación acumulada	96.620.000	193.240.000	289.860.000	386.480.000	483.100.000
<b>PASIVOS</b>	<b>409.814.081</b>	<b>340.552.188</b>	<b>304.017.716</b>	<b>259.350.159</b>	<b>158.906.725</b>
Deuda Financiera	387.516.424	309.910.311	220.663.281	118.029.197	-
Proveedores	-	7.838.153	22.550.555	30.379.699	33.965.647
Impuesto de renta	22.297.658	22.803.724	60.803.879	110.941.263	124.941.079
<b>PATRIMONIO</b>	<b>743.255.252</b>	<b>760.124.119</b>	<b>748.878.088</b>	<b>749.879.471</b>	<b>772.911.953</b>
Capital	859.094.118	862.270.690	862.270.690	862.270.690	862.270.690
Utilidades del periodo	-	-	-	-	-
Utilidades Retenidas	115.838.866	13.692.294	112.921.490	206.033.774	232.033.432
Utilidades Retenidas	-	115.838.866	226.314.093	318.424.993	321.392.169

<b>SUPUESTOS CAPITAL DE TRABAJO</b>					
	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
Caja mínima	5	5	5	5	5
Días Cartera	60	60	60	60	60
Días Inventario	30	30	30	30	30
Días de Proveedores	0	15	30	30	30

Fuente: Elaboración propia.

## Flujo de Caja

<b>Flujo de Caja</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>EBITDA</b>	71.328.792	191.243.482	316.831.916	446.694.529	471.298.891
Cambio en Capital de Trabajo	-73.756.000	-33.442.153	-30.898.999	-41.653.553	-14.421.324
Impuesto de Renta		-22.297.658	-22.803.724	-60.803.879	-110.941.263
Capex(Inversión en activos Fijos)	-1170600000	0	0	0	0
<b>Flujo de Caja Libre</b>	<b>1.173.027.208</b>	<b>135.503.671</b>	<b>263.129.194</b>	<b>344.237.097</b>	<b>345.936.304</b>
Desembolso de deuda	455.000.000	-	-	-	-
Repago de Deuda	67.483.576	77.606.113	89.247.030	102.634.084	118.029.197
Intereses	68.250.000	58.127.464	46.486.547	33.099.492	17.704.380
<b>Flujo de Caja de la deuda</b>	<b>319.266.424</b>	<b>135.733.576</b>	<b>135.733.576</b>	<b>135.733.576</b>	<b>135.733.576</b>
Aportes	859.094.118	3.176.572	-	-	-
Dividendos	-	-	124.167.522	205.032.391	209.000.950
<b>Flujo de Caja de los socios</b>	<b>859.094.118</b>	<b>3.176.572</b>	<b>124.167.522</b>	<b>205.032.391</b>	<b>209.000.950</b>

Flujo de Caja del Periodo	5.333.333	2.946.667	3.228.096	3.471.129	1.201.777
caja inicial		5.333.333	8.280.000	11.508.096	14.979.225
<b>Caja final</b>	<b>5.333.333</b>	<b>8.280.000</b>	<b>11.508.096</b>	<b>14.979.225</b>	<b>16.181.002</b>

Faltantes de Caja	1.314.094.118	3.176.572	-	-	-
Deuda	455.000.000				
Equity	859.094.118	3.176.572	-	-	-
Caja mínima	5.333.333	8.280.000	11.508.096	14.979.225	16.181.002

Excedentes	-	-	124.167.522	205.032.391	209.000.950
------------	---	---	-------------	-------------	-------------

Deuda					
Saldo inicial		387.516.424	309.910.311	220.663.281	118.029.197
Desembolso	455.000.000	-	-	-	-
Amortización	67.483.576	77.606.113	89.247.030	102.634.084	118.029.197
Saldo Final	387.516.424	309.910.311	220.663.281	118.029.197	-
Cuota	\$135.733.576	\$135.733.576	\$135.733.576	\$135.733.576	\$135.733.576
Tasa de Interés	15%	15%	15%	15%	15%
Intereses	68.250.000	58.127.464	46.486.547	33.099.492	17.704.380

Flujo de Inversionista	-	-	124.167.522	205.032.391	209.000.950	1.240.716.625
Aportes	859.094.118	3.176.572	-			
Dividendos	-	-	124.167.522	205.032.391	209.000.950	
Perpetuidad						1.240.716.625

TIR Accionista 18,07%

Fuente: Elaboración propia

Nota: Definiendo Perpetuidad como un valor al día de hoy, que sería equivalente a recibir pagos o flujos de efectivo durante años próximos a los proyectados.

## Indicadores financieros

A continuación se presentan los indicadores financieros principales tomados del libro Fundamentos de finanzas corporativas (Ross, 2010).

	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
Razón Corriente	3.55	4.02	2.07	1.59	1.54
Razón Rápida	3.11	3.51	1.79	1.38	1.32
Razón de efectivo	0.24	0.27	0.14	0.11	0.10
Endeudamiento	35.54%	30.94%	28.87%	25.70%	17.05%
Margen de utilidad	-30%	2%	14%	19%	20%
ROA	-11%	1%	13%	26%	34%
ROE	-16%	2%	15%	27%	30%

Fuente: Elaboración propia

## 5 CONCLUSIONES

El reciclaje es una actividad económica que se ejerce hace más de 40 años en Colombia, una actividad con grandes impactos en términos del desarrollo sostenible y económico del país, no obstante, aún es considerada una actividad insipiente, pero con grandes proyecciones e impactos a nivel ambiental y por qué no, con grandes prospectivas de empleo y generación de ingresos.

Millones de llantas usadas son desechadas cada año en Colombia, y su mala disposición en lugares inapropiados como vertederos, ríos, zonas públicas, parques, así como su incineración como medio de destrucción, generan efectos nocivos, no solo al medio ambiente, sino que también se genera un problema de salud pública, al afectar directamente a la población.

Bajo las consideraciones anteriores, el propósito de este estudio consistió en realizar un estudio de factibilidad para la creación de una empresa recicladora de llantas de gran tamaño, con el objeto de obtener Grano Caucho Reciclado y proveer este insumo a las empresas que utilizan asfalto en sus procesos productivos. De esta manera, el proyecto pretende ser una herramienta reciproca en la medida que se generan ingresos y empleo, y a la vez se mitiga el impacto ambiental que ocasionan las llantas usadas bajo una mala disposición. La investigación fue de tipo exploratoria y se recurrió a una exhaustiva revisión bibliográfica relacionada con el tema.

Entre los principales resultados, se puede destacar lo siguiente:

- En el Valle de Aburrá se halla un gran mercado por explotar, dado que son pocas las empresas que compiten en el negocio de reciclaje de llantas, existe una amplia demanda para el producto, y por otro lado, es posible

contar con la suficiente materia prima para la puesta en marcha de la empresa. Es viable la localización de la planta en el municipio de Caldas debido a la facilidad para el acceso a la materia prima utilizada en el negocio y su ubicación estratégica como corredor vial que conecta el mercado local con el internacional al poseer la Zona Franca. Así mismo, la cercanía con la capital del departamento, su importante componente industrial y la facilidad para la adquisición de los terrenos necesarios para la planta de producción, son criterios importantes que hacen posible su elección como localización geográfica para la infraestructura física.

- En cuanto al marco conceptual, la revisión bibliográfica realizada a través de las distintas bases de datos, dio como resultado que el análisis de factibilidad es la herramienta o metodología más adecuada para analizar la viabilidad del proyecto en términos financieros. Además del estudio financiero, se pudo identificar la importancia de los estudios previos de mercado, técnico y medio ambiental para determinar la factibilidad en cada una de estas fases y así proceder con el estudio financiero. Para el caso de este trabajo, el estudio de factibilidad incluyó más etapas que las descritas en el marco conceptual, analizando otras dimensiones como el estudio organizacional y legal.
- En cuanto a la investigación de mercados, identificación de clientes y productoras de asfalto, existen más de 6.300 empresas constructoras entre micro, pequeñas, medianas y grandes en Medellín y el Norte del Valle de Aburrá, lo que da cuenta del gran número de posibles clientes en este territorio. En lo concerniente al establecimiento de una planta de reciclaje y procesamiento, se evaluó la factibilidad de ubicarla en el municipio de Caldas, Antioquía y se realizaron las respectivas estimaciones de costos y presupuesto destinado para esto, el resultado fue bastante positivo.
- En cuanto a la estimación de la oferta de llantas en la zona del Valle de Aburrá, los resultados muestran que en Antioquía existe un mercado de

llantas recicladas que alcanza las 1.300.000 anuales y en Medellín, aproximadamente unas 800.000. Estos resultados evidencian la amplia oferta de materia prima en el la zona donde se planea ubicar la planta de producción, así como la facilidad para acceder a la misma, dado el bajo costo que representa su reciclaje y transporte. El proyecto contará con la suficiente disponibilidad de materia prima para las operaciones.

- En lo que respecta al estudio de demanda de CGR a nivel local, los resultados muestran que para el primer año de producción, tomando como participación de mercado de 10% se producirán 320 toneladas de CGR y se obtendrán unos ingresos de \$384.000.000 anuales, cantidad suficiente para cubrir una cuota importante del mercado local y posicionar la empresa.
- Dentro del estudio ambiental del proyecto, la empresa estará en capacidad de reciclar en el primer año unas 81.000 llantas de las 800.000 desechadas en Medellín, con lo cual contribuirá en la reducción de un 10% en el impacto ambiental, por otro lado, el proceso de transformación usado en la planta (trituración) también aportará en la reducción del impacto ambiental, pues se decidió escoger esta alternativa, entre otras como la incineración, que si generan efectos nocivos en el medio ambiente. En conclusión, el proyecto efectivamente contribuye a mejorar el impacto ambiental negativo en el Valle de Aburrá, es un proyecto sostenible y amigable con el medio ambiente.
- En cuanto al estudio financiero del proyecto, la tasa interna de retorno (TIR) obtenida en los análisis financieros fue de 18,07%, tasa superior a la tasa esperada por los inversionistas de 15%, lo anterior evidencia que el proyecto es viable y factible su puesta en marcha. El proyecto iniciará con un patrimonio de \$743. 255.252 y apalancado en deuda por \$409.814. 081. Según los estados financieros, se obtiene un resultado desfavorable en el primer año, no obstante, después de un año se evidencian retornos

favorables e indicadores financieros saneados, cuestión que resulta en un balance positivo y atractivo a los inversores y posibilita la ejecución del proyecto.

## REFERENCIAS

- Alarcón, J. y Ramirez, L. (2013). *Estudio de factibilidad para la producción y comercialización de cupcakes en Pereira*. (Tesis presentada como requisito parcial optar al título de Ingeniero Industrial). Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad Ingeniería Industrial
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2014). Conozca los 92 puntos de recolección de llantas en Bogotá. Recuperado el 10 de Febrero de 2017, de <http://www.bogota.gov.co/content/conozca-los-92-puntos-de-recolecti%C3%B3n-de-llantas-en-bogot%C3%A1>.
- Álvarez, C. A. (2006). *Guía para el manejo de llanta usada*. Bogotá: Kimpres Ltda.
- Andemos. (2017). Informe de vehículos 2016 Diciembre. Recuperado el 30 de julio de 2017 de [www.andemos.org](http://www.andemos.org).
- ANDI. (2016). Colombia: Balance 2016 y Perspectivas 2017. Recuperado el 30 de julio de 2017 de <http://www.andi.com.co/SitEco/Documents/ANDI-Balance%202016-Perspectivas%202017.pdf>.
- ANLA. (s.f.). Estudio de Impacto Ambiental. Recuperado 28 de julio de 2017 de <http://www.anla.gov.co/estudio-impacto-ambiental>.
- Baca, G. (2006). *Evaluación de Proyectos*. México: McGraw Hill.
- Bancoldex- Banco de Comercio Exterior de Colombia (2009). *Guía Básica. Sociedad por Acciones Simplificadas S.A.S*. Bogotá.
- Banco Mundial. (26 de septiembre de 2016). Panorama General. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.bancomundial.org/es/country/colombia/overview>.
- Bayona, J. (2013). Análisis de sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas. Bogotá.

- Bernal, C. (2000). *Metodología de la Investigación para la Administración y Economía*. Bogotá: Pearson Educación de Colombia.
- Bernal, A. y Ovalle D. (2016). Diagnóstico ambiental de la gestión de llantas usadas en la avenida centenario de la localidad de Fontibón desde la Cra. 90 hasta la Cra. 140. Bogotá: Escuela De Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Ambiente, Programa Ingeniería Ambiental, UNAD.
- Bravin M. L. y Voloschin, F. N. (2012). [Proyecto de inversión planta recicladora de caucho](#). Trabajo de investigación. Argentina: Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Económicas.
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (2016). Base de datos empresas 2016. Recuperado el 02 de julio de 2017 de <http://www.camamedellin.com.co/site/>.
- Cardona, L., y Sánchez, L. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos*. Medellín.
- Castro G. (2007). [Reutilización, reciclado y disposición final de neumáticos](#). Argentina: Departamento de Ingeniería Mecánica F.I.U.B.A
- Clavijo, S.; Vera, A. y Vera, N. (2013). La inversión en infraestructura en Colombia 2012-2020. Efectos fiscales y requerimientos financieros. Actualidad Económica. Bancoldex. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.cvc.com.ve/docs/2016219124559Inversion%20en%20infraestructura%20Colombia%202013-2020.pdf>.
- Colfecar (2015). *Estudios Económicos*. Recuperado el 02 de junio de 2017 de [http://www.colfecar.org.co/ESTUDIOS%20ECONOMICOS%20PDF/Informe%20Especiales/2015/1.%20ENERO%202015\\_%20INFORME%20Reciclaje%20de%20llantas.pdf](http://www.colfecar.org.co/ESTUDIOS%20ECONOMICOS%20PDF/Informe%20Especiales/2015/1.%20ENERO%202015_%20INFORME%20Reciclaje%20de%20llantas.pdf).
- Congreso de la República (2008). Ley 1258 de 2008. Por medio del cual se creas la sociedad por acciones simplificada. *Diario Oficial*, No. 47.194 de 5 de diciembre de 2008, Bogotá.

- CORPAUL (2017). Historia. Recuperado el 15 de julio de 2017 de: [http://www.corpaul.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=23&Itemid=5](http://www.corpaul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=23&Itemid=5).
- CORPAUL. (s.f.). Planta de reciclaje y aprovechamiento de llantas. Recuperado el 10 de Febrero de 2017, de CORPAUL: [http://www.corpaul.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33](http://www.corpaul.com/index.php?option=com_content&view=article&id=116%3Areciclaje-llantas&catid=14%3Agestion-ambiental&Itemid=33).
- DANE. (2017). *Anexo estadísticas, PIB trimestral*. . Recuperado el 15 de julio de 2017 de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol\\_PIB\\_IVtrim16\\_oferta.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/pib/bol_PIB_IVtrim16_oferta.pdf).
- DANE. (2017). Encuesta Mensual Manufacturera Abril de 2017. *Boletín técnico*. Recuperado el 15 de julio de 2017 de [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmm/bol\\_emm\\_abr17.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/mmm/bol_emm_abr17.pdf).
- Delarze P. A. (2008). [Reciclaje de neumáticos y su aplicación en la construcción](#). Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Escuela de Construcción Civil, Chile: Universidad Austral de Chile.
- Dinero. (2017). *El promisorio futuro del negocio de las llantas en Colombia*. Bogotá, Colombia.
- DNP- Departamento Nacional de Planeación- (2005). Colombia en los próximos veinte años. El país que queremos. *Archivos de Economía*, Documento 280, Marzo de 2005. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/280.pdf>.
- E.P.A. (2010). *Guía sobre aplicaciones de reciclaje y gestión de las llantas de desecho en EE.UU. y México*. Pensilvania: Oficina de Conservación y Recuperación de Recursos.
- Ecocaribe (2017). Grupo Gercons. Nuestras filiales. Recuperado el 15 de julio de 2017 de [http://www.gerconscolombia.com/index.php/filiales/ecocaribe\\_gercons.html](http://www.gerconscolombia.com/index.php/filiales/ecocaribe_gercons.html).

- El Tiempo. (2015). Nación lanza estrategia para reutilizar llantas usadas. *El Tiempo*. Recuperado el 10 de Febrero de 2017 de <http://www.eltiempo.com/bogota/llantas-usadas-nacion-lanza-estrategia-para-reutilizarlas/15933538>.
- Fedesarrollo. (2016). *Prospectiva económica*. Bogotá: Centro de Investigación Económica y Social. Recuperado el 15 de julio de 2017 de: <http://www.fedesarrollo.org.co/publicaciones/publicaciones-periodicas/prospectiva-economica-2/>.
- Godwall- Fuentes, V.; Leyva-Cardenosa, E.; Machado-Orges, C. y Cantero-Cora, H. (2013). Procedimiento General para la realización de estudios de factibilidad de inversiones para las Pequeñas y Medianas Empresas. *Ciencias Holguín*, Revista trimestral, Año XIX, octubre-diciembre, 2013.
- GCR SOLUCIONES (2017). Inicio. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.gcrsoluciones.com/nosotros>.
- Granulcol (2017). Grupo Gercons. Nuestras filiales. Recuperado el 15 de julio de 2017 de [http://www.gerconscolombia.com/index.php/filiales/ecocaribe\\_gercons.html](http://www.gerconscolombia.com/index.php/filiales/ecocaribe_gercons.html).
- Grupo Gercons (2017). [Productos y servicios filiales](#). GCR. Bogotá DC, Colombia
- Instituto de Desarrollo Urbano – IDU y Universidad de Los Andes (2002). [Estudio de las Mejoras mecánicas de mezclas asfálticas con desechos de llantas](#). Informe Final, Bogotá D.C., septiembre de 2002.
- IMLLA SAS (2016). *IMILLA: Colombia importa 5,3 millones de llantas al año*. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.autosdeprimera.com/Nacional/cifras-importacion-llantas-colombia-2016>
- Jiménez, A. y Delgado, J. (2015). *Estudio de factibilidad para el montaje de una planta para reprocesamiento de caucho*. (Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Magíster en Administración), Medellín: Universidad EAFIT.

- López, H. G. (2014). [Estudio de factibilidad para la creación de una empresa para el aprovechamiento industrial de llantas usadas en el municipio de Sogamoso.](#) (Trabajo presentado como opción de título de grado administración de empresas). Sogamoso: Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD), Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios, Programa de Administración de Empresas.
- López, E. (2017). Ventas totales de llantas 2016. (Entrevista por P. A. Palacio,).
- Luna, R. (1999). *Manual para Determinar la Factibilidad Económica de un Proyecto*. Puerto Cabezas: Proarca.
- Mejía, J. C. (2013). Análisis de sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas. Recuperado septiembre de 2013 de <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11952/1/AN%C3%81LISIS%20DE%20SENSIBILIDAD%20DE%20UN%20PROYECTO%20DE%20RECICLAJE%20DE%20LLANTAS.pdf>.
- Mesa, M. I. (2016). [Plan de negocio dirigido a la recuperación de neumáticos usados y comercialización de grano de caucho reciclado \(GCR\) en la ciudad de Bogotá.](#) (Informe final trabajo de grado. Programa de Ingeniería Industrial). CIUDAD: Universidad Militar Nueva Granada,
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2010). Resolución 1457 de 2010. Bogotá: Colombia.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2016). Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/122-noticias-minambiente/2417-nuestra-meta-sera-llegar-a-reciclar-el-90-de-las-llantas-usadas-en-el-pais-minambiente>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial. (2017). Uso de llantas usadas. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/248->

[plantilla-asuntos-ambientales-y-sectorial-y-urbana-sin-galeria-14#resolución.](#)

Monteávila, U. d. (s.f.). Factibilidad Técnica y Operacional. Recuperado el 15 de julio de 2017 de [http://www.uma.edu.ve/moodle\\_uma/course/info.php?id=28](http://www.uma.edu.ve/moodle_uma/course/info.php?id=28).

Mundo Limpio (2017). Nuestros servicios. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://www.mundolimpio.com.co/>.

Olivares, D. (2016). Planta de reciclaje de neumáticos de caucho. Comercialización de miga de caucho. (Plan de Negocios para postular al grado de Magister en Administración (MBA). Posgrado Economía y Negocios, Universidad de Chile). Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/140906/Olivares%20Carmena%20Daniel.pdf?sequence=1>.

Orjuela, S. C., y Sandoval, P. (2002). *Guía del estudio de mercado para la evaluación de proyectos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.

Ortíz, A. P. y Tribilcok A.M. (2014). [Propuesta de un plan de empresa para el diseño y la fabricación de productos a partir del reciclaje de llantas, de acuerdo a las disposiciones normadas de los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas en Bogotá](#). (Proyecto Económico-Administrativo. Plan de negocios para optar el título de Tecnólogo Industrial). Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad Tecnológica, Tecnología Industrial.

Portafolio (2015). ¿Cómo está el panorama de las importaciones en Colombia? Abril 22 de 2015, Bogotá.

Proyectos, E. d. (s.f.). Factibilidad y Viabilidad. Recuperado el 15 de julio de 2017 de <http://estudiodefactibilidadyproyectos.blogspot.com.co/2010/09/factibilidad-y-viabilidad.html>.

- Ramírez, V. (2012). Creación de una empresa dedicada al reciclaje de llantas a través de su trituración. (Trabajo de Grado para optar por el título de Administradora de Empresas Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas, Programa de Administración de Empresas). Bogotá: Universidad EAN.
- Ramírez, A. D.; Vidal, A. S.; y Domínguez, Y. (2009). Etapas del análisis de factibilidad. Comprendido bibliográfico. Las Tunas, Cuba
- Recicclair (2017). Acerca de Nosotros. Recuperado el 2 de junio de 2017 de <http://www.recicclair.com/>.
- Rosales, A. (2011). *Estudio de Factibilidad Técnica y Económica de la producción de Composteras Domiciliarias*. Córdoba.
- Ross, W. J. (2010). *Fundamentos de finanzas corporativas*. 9<sup>o</sup> ed. Mexico: MC Graw Hill.
- Sánchez, L. M., y Cardona, L. G. (2011). *Aprovechamiento de llantas usadas para la fabricación de pisos decorativos*. Medellín: Universidad de Medellín.
- Sánchez, A. (2011). *Veinte años en la historia de las evaluaciones de impacto ambiental en Colombia*. Bogotá.
- Santos, T. (2008). Estudio de factibilidad de un proyecto de inversión: Etapas de un estudio. Recuperado diciembre 2 de 2017, de: [https://www.researchgate.net/publication/23777227\\_ESTUDIO\\_DE\\_FACTIBILIDAD\\_DE\\_UN\\_PROYECTO\\_DE\\_INVERSION\\_ETAPAS\\_EN\\_SU\\_ESTUDIO](https://www.researchgate.net/publication/23777227_ESTUDIO_DE_FACTIBILIDAD_DE_UN_PROYECTO_DE_INVERSION_ETAPAS_EN_SU_ESTUDIO)
- Zaráte, C. (s.f). Valoración de 3 métodos de reciclaje de llantas para implementar en el municipio de Villavicencio. (Proyecto de grado para optar al título de Especialista en Planeación Ambiental y Manejo Integral de los Recursos Naturales). Bogotá: Facultad de Ingeniería, Universidad Militar Nueva Granada.