

**GLENDASARINA PIMIENTA CORREA**

**MONTAJE DE UNA PLANTA DE PIROLISIS PARA EL APROVECHAMIENTO DE  
LLANTAS USADAS EN MINERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

Maestría en Gestión y Evaluación de Proyectos de Inversión

**UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
BOGOTÁ D.C.**

**2020**

**GLENDASARINA PIMIENTA CORREA**

**MONTAJE DE UNA PLANTA DE PIROLISIS PARA EL APROVECHAMIENTO DE  
LLANTAS USADAS EN MINERÍA EN EL DEPARTAMENTO DEL CESAR**

Maestría en Gestión y Evaluación de Proyectos de Inversión

**Director de trabajo de grado:**

Dr. Carlos Ricardo Rey Campero.

**UNIVERSIDAD EXTERNADO DE COLOMBIA  
FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS  
BOGOTÁ D.C.**

**2020**

**DEDICATORIA.**

*Esta tesis está dedicada a Dios, por su amor incondicional y su fidelidad. A mis padres quienes han sido pieza fundamental en mi desarrollo como persona y como profesional, a mi hermana quien siempre me ha motivado, creído en mí y me han acompañado en todo momento con su apoyo, consejo y amor.*

## **AGRADECIMIENTOS.**

*Agradezco a Dios por las oportunidades puestas en mi vida, por cumplir esta meta que hace parte de una gran carrera; a mi familia por su apoyo incondicional, cuidado y respaldo en todo momento.*

*Agradezco a los docentes que durante el transcurso de la maestría brindaron sus conocimientos con humildad y entrega absoluta, al decano de administración de empresa por su escucha y a mi tutor.*

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>XI</b>
 <b>CAPITULO 1</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1 Antecedentes .....	1
1.2 Problemática .....	4
1.3 Preguntas de investigación.....	6
1.4 Objetivos .....	6
1.4.1 General.....	6
1.4.2 Específicos .....	7
1.5 Alcance .....	7
1.6 Limitaciones.....	8
1.7 Justificación .....	8
 <b>CAPITULO 2</b>	
<b>MARCO REFERENCIAL.....</b>	<b>11</b>
2.1 Marco Conceptual.....	11
2.1.1. Minería, residuos y transporte.....	11
2.1.2. Factibilidad .....	13
2.2. Estado del arte.....	16
2.3 Marco legal .....	17
2.4 Evolución de la industria .....	21
2.5 Situación actual.....	24
2.6. Análisis contextual.....	25

**CAPITULO 3****DISEÑO METODOLOGICO ..... 29**

## 3.1 Procedimiento de recolección de análisis de datos ..... 29

**CAPITULO 4****ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA ..... 32**

## 4.1. Estudio de mercado:..... 32

## 4.1.1. Investigación del mercado. .... 32

## 4.1.2. Análisis de mercado. .... 34

## 4.1.3. Consumidor..... 36

## 4.1.4. Definición del mercado..... 37

## 4.1.5. Segmentación y demanda del proyecto..... 38

## 4.1.6. Análisis de la oferta. .... 42

## 4.1.7. Estrategia comercial..... 44

## 4.1.8. Mercado de materia prima e insumos. .... 50

## 4.1.9. Proyección de las ventas. .... 51

## 4.2. Estudio técnico..... 52

## 4.2.1 Descripción del producto. .... 52

## 4.2.2. Proceso de producción. .... 54

## 4.2.3. Recursos necesarios. .... 60

## 4.2.4. Determinación del tamaño o capacidad. .... 61

## 4.2.5. Localización..... 63

## 4.2.6. Inversiones y costos. .... 65

## 4.2.7. Impacto ambiental..... 67

## 4.3. Estudio organizacional..... 67

## 4.3.1 Estrategia..... 68

## 4.3.2. Equipo gerencial y organigrama ..... 69

## 4.3.3 Descripción de roles..... 69

## 4.3.4. Aspectos legales..... 72

## 4.3.5 Impacto social. .... 75

4.3.6 Impacto económico.....	76
4.4. Análisis financiero. ....	76
4.4.1. Definición de las variables macroeconómicas.....	79
4.4.2. Presupuesto de inversión.....	79
4.4.3. Proyección de los estados financieros; estado de resultados, balance general y flujo de caja .....	80
4.4.4. Factibilidad financiera .....	85
4.4.5. Viabilidad financiera.....	89
4.5. Implementación.....	89
 <b>CAPITULO 5</b>	
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>91</b>
 <b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>94</b>
 <b>ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

## LISTA DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1. Estudios o análisis para la formulación y evaluación del proyecto. ....	14
Tabla 2. División por fases del proceso metodológico. ....	30
Tabla 3 Estructura de mercado. ....	36
Tabla 4. Características de un mercado de competencia monopolística.....	36
Tabla 5. Características de un mercado de Monopolio.....	39
Tabla 6. Empresas reencauchadoras de llantas. ....	40
Tabla 7. Demanda del proyecto. ....	41
Tabla 8. Precio negro de humo. ....	48
Tabla 9. Evaluación de la publicidad del proyecto. ....	49
Tabla 10. Ingresos por ventas. ....	52
Tabla 11. Propiedades físicas y químicas del negro de humo. ....	53
Tabla 12. Descripción técnica de la planta. ....	55
Tabla 13. Limite de exposición de negro de humo en Colombia. ....	59
Tabla 14. Recursos necesarios para el funcionamiento de la planta.....	61
Tabla 15. Capacidad de la planta. ....	62
Tabla 16. Planta e instalación. ....	65
Tabla 17. Inversión. ....	65
Tabla 18. Costos MP MOD CIF. ....	66
Tabla 19. DOFA.....	68
Tabla 20. Inversión estimada del proyecto .....	80
Tabla 21. Costo de inversión de Maquinaria .....	80
Tabla 22. Estados Financieros .....	81
Tabla 23. Precio de las especificaciones n-330 n-550 n-660.....	83
Tabla 24. Flujo de Caja del Proyecto.....	84
Tabla 25. Resumen factibilidad financiera .....	85
Tabla 26. Indicadores Financieros. ....	86
Tabla 27. Análisis de Sensibilidad. Escenario Optimista .....	87



Tabla 28. Análisis de sensibilidad. Escenario Pesimista. ....	87
Tabla 29. Punto de equilibrio con VPN=0.....	88
Tabla 30. Estructura de Financiación.....	89
Tabla 31. Costo de la planta (incluyendo pruebas y capacitación).....	90

## LISTA DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. División por fases del proceso metodológico.....	29
Figura 2. Compañías con mayor participación en el mercado a nivel mundial.....	33
Figura 3. Demanda estimada 2014 a 2020.....	34
Figura 4. Distribución geográfica de los clientes del proyecto.....	38
Figura 5. Línea de producción de negro de humo. ....	45
Figura 6. Partes de la Llanta. ....	46
Figura 7. Distribución de la demanda del proyecto. ....	51
Figura 8. Volumen de Ventas del Proyecto. ....	51
Figura 9. Diagrama de flujo de proceso de la pirolisis. ....	57
Figura 10. Relación empresa minera - proyecto .....	60
Figura 11. Layout, Planta de pirolisis .....	63
Figura 12. Empresas Mineras en el Departamento del Cesar. ....	64
Figura 13. Organigrama. ....	69
Figura 14. Inflación en Colombia 2010 – 2020. ....	79
Figura 15. Flujo de caja del proyecto.....	84
Figura 16. Línea de tiempo de la Planta de Pirolisis.....	90

## INTRODUCCIÓN

Este documento describe el estudio de factibilidad para el tratamiento de llantas usadas en el sector de la minería en el departamento de Cesar. La legislación actual da un plazo a las empresas mineras hasta el año 2021, para que estas cambien el tratamiento actual dado a las llantas fuera de uso de sus equipos, el cual consiste en disponerlas en un patio de acopio de llantas con determinadas especificaciones.

En Colombia, y de acuerdo con la resolución 1.326 del 6 de Julio de 2017, las llantas desechadas de vehículos particulares y como es el caso del proyecto, las llantas desechadas de camiones mineros, no podrán ser acopiadas y deberán recibir un tratamiento diferente teniendo en cuenta que su tiempo de biodegradación es lenta (80 a 100 años aprox.) (Rubio, 2014).

Actualmente una sola empresa minera puede desechar mensualmente 31 llantas de camión minero, sin contar las llantas desechadas de equipos auxiliares. Una llanta de camión minero puede llegar a contener hasta 890kg de acero y 3.859 kg de caucho, materiales de interés en este proyecto. (Michelin XDR, 2018).

De acuerdo con Brown & Carrascal (2012), la cifra de volumen de residuos en los rellenos sanitarios del país es alto, teniendo en cuenta que la mayoría no recibe el tratamiento adecuado, dado que dentro de la cultura Colombia no está presente clasificar los residuos desde casa. A ello se le suma la cantidad de neumáticos desechados a diarios en basureros, carreteras, ciudades etc., debido a que no se le da un tratamiento de aprovechamiento que evite la acumulación de este tipo de residuos en los rellenos sanitarios. Si bien en el país han surgidos diferentes tipos de emprendimientos orientados a aprovechar las llantas que ya no están en uso, este estudio está orientado a estimar la factibilidad de aprovechar el material de llantas fuera de uso a través de un proceso de pirolisis<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> El proceso de pirolisis se ha utilizado para producir carbón vegetal a partir de biomasa. El proceso consiste en una incineración de la llanta en condiciones controladas y en ausencia de oxígeno para obtener negro de humo, combustible en forma líquida y gas combustible que pueden ser utilizados en aplicaciones de Ingeniería Civil, la industria del caucho y otros, respectivamente (Martínez, 2013).

La ubicación de la planta de pirolisis es en el municipio de El Paso en el departamento de Cesar, las llantas serán transportadas de la empresa minera a la planta, donde se transforman y el producto final, que corresponde al negro de humo es comercializado en ciudades como Valledupar, Barranquilla y Cartagena.

En el primer capítulo se definen los antecedentes del problema, las preguntas de investigación, los objetivos, el alcance y las limitaciones del proyecto.

El capítulo dos aborda el marco conceptual que encierra todos los temas que están involucrados con el proyecto, que va desde los residuos, transporte, minería, llegando a la factibilidad, la situación actual y el análisis contextual.

Para el capítulo tres aborda claramente la metodología a seguir para alcanzar cada uno de los objetivos, y finalmente en capítulo cuatro presenta los resultados de los estudios de mercado, técnico, financiero y de implementación de la planta de pirolisis.

## **CAPITULO 1.**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

El cambio climático ha generado el interés por encontrar nuevas formas de coexistir de una manera más amigable en el planeta, ya que este último es quien asume las consecuencias de un crecimiento incontrolado de desechos que afectan no solo a las personas, sino también a los bosques, selvas, animales, ríos, mares, océanos, aire; en resumen, toda la flora y la fauna, todo lo que se pueda describir en la tierra (Gonzalez, 2002).

Las grandes potencias mundiales han fijado acuerdos como forma de colaboración con el fin de minimizar el impacto generado en la vida de las generaciones presentes y las futuras; sin embargo, a la fecha solo se evidencia medidas de restricción a nivel mundial y muy pocas orientadas a la solución del problema ya generado a causa de la acumulación de residuos (Aguilera, 2012).

Ramírez (2015), afirma en su estudio sobre la problemática ambiental, que en Colombia:

Es posible reconocer que se está presentando un momento histórico donde el vertiginoso ritmo de la industrialización y la tecnificación del quehacer cotidiano han derivado en una crisis ecológica. De acuerdo con el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), dichas problemáticas son desatadas principalmente por el crecimiento demográfico humano y el desarrollo económico (PNUMA 2012). A nivel nacional Colombia no es ajena a esta realidad. Algunos de estos problemas ambientales son la degradación de bosques y de suelo, deforestación, pérdida de biodiversidad, sobreexplotación de recursos renovables, contaminación del agua y del aire, entre otros. Los anteriores escenarios están involucrados en el detrimento de la calidad de vida de las poblaciones humanas circundantes. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MMADS) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), los problemas ambientales son impulsados por fuerzas motrices como los cambios de uso

de suelo (ganadería, cultivos ilícitos e infraestructura), la disminución, la pérdida y la degradación de elementos en los ecosistemas nativos y agro ecosistemas (agroindustria, minería, hidroeléctricas, urbanización y sobreexplotación de peces), la contaminación del agua (minería y uso de plaguicidas) y el cambio climático (MMADS y PNUD 2014, parr.6)

El MMADS (2016), afirma los departamentos que más generan residuos sólidos son:

- Bogotá: 6.308 toneladas/día
- Antioquia: 3.147 toneladas/día
- Valle del Cauca: 2.667 toneladas/día
- Atlántico: 2.044 toneladas/día
- Cundinamarca: 1.286 toneladas/día
- Bolívar: 1.249 toneladas/día
- Santander: 1.135 toneladas/día
- Norte de Santander: 938 toneladas/día

(\*) Los departamentos que más residuos generan tienen ciudades de más de un millón de habitantes. Fuente: DNP

De otro lado, los rellenos sanitarios de Colombia en cifras:

- 11,6 millones de toneladas de basura produce Colombia al año. Solo se recicla el 17%. Eso equivale a 725.000 camiones de basura.
- 6.307 toneladas llegan diariamente al relleno Doña Juana en Bogotá. Eso equivale a 394 camiones de basura.
- 1.558 toneladas llegan diariamente al Parque Ambiental la Pradera de Medellín. Eso equivale a 97 camiones de basura.
- 1.429 toneladas llegan diariamente al relleno El Guabal en Cali. Eso equivale a 89 camiones de basura.
- 1.300 toneladas llegan diariamente al Parque Ambiental los Pocitos en Atlántico. Eso equivale a 81 camiones de basura.

Adicionalmente, al ser Colombia un país con potencial minero energético, ha generado la explotación de recursos naturales no renovables, como el carbón. “El comportamiento favorable de las exportaciones del grupo de combustibles e industrias extractivas obedece a las mayores ventas externas de carbón que registraron un crecimiento del 14%, al pasar de US\$536 millones en febrero de 2018 a US\$609 millones en febrero de 2019” (Ministerio de Minas y Energía, 3 de abril de 2019)

Las metas de producción exigidas en el negocio de la minería, requiere la adquisición de equipos que ayuden a cumplir con la producción, en esa línea se encuentra el transporte de material estéril, es decir aquel material que no obedece al mineral de interés en este caso el carbón. En minas como el Cerrejón, Drummond y Prodeco; se hacen uso de grandes<sup>2</sup> equipos de acarreo, por lo general de la marca Caterpillar, con la utilización de llantas con la resistencia suficiente para permitir el desplazamiento del equipo con la carga.

Cada camión requiere de un número de seis llantas para su funcionamiento, al llegar al límite de su vía útil por el número de horas usadas, el mal estado de las vías o el desgaste generados por los ciclos de acarreo demasiados largos; estas llantas, son depositadas y acopiadas en sitios bajo un estándar establecido por cada compañía.

Las llantas después de su uso pueden ser aprovechadas de diferentes maneras, entre las cuales se encuentra el reúso, mediante reencauche, aprovechamiento energético, uso artesanal, y otros. Otros usos que se dan a las llantas usadas a lo largo del Brasil son en la mezcla de asfalto para pavimentación de vías y patios de estacionamiento, en la fabricación de suelas de zapatos, cintas de sofás, en tapetes para automóviles, pisos industriales y con gran aceptación en la artesanía como estatuas, juguetes, bisutería, carteras, mesas, sillas y sillones. (Carrillo & Córdova. 2012, pp. 11-16)

Una de las soluciones consiste en la pirolisis; la cual data del siglo XVII y XIX, y se ha utilizado para producir carbón vegetal a partir de biomasa. La pirolisis de carbón y biomasa (principalmente madera) fue utilizada comercialmente para la producción de gas combustible y de

---

<sup>2</sup> Estos equipos tienen capacidades de 112 a 142m<sup>3</sup> y colmada de 159 a 190m<sup>3</sup>.

combustible sólido sin humo. En los años recientes, se ha estudiado con mayor fuerza la tecnología de pirolisis para llantas usadas, que consiste en una incineración de la llanta en condiciones controladas y en ausencia de oxígeno para obtener negro de humo, combustible en forma líquida y gas combustible que pueden ser utilizados en aplicaciones de ingeniería civil, industria del caucho y otros, respectivamente (Martínez, 2013).

## 1.2 Problemática

La generación de llantas usadas constituye un problema ambiental a nivel internacional que también involucra a las llantas de los equipos pesados de gran tamaño utilizados en la industria de la minería que por los grandes volúmenes de desechos generados es un caso preocupante, debido a que aunque cada compañía minera en Colombia y en el mundo ha generado su propio estándar y procedimiento para la disposición de llantas desechadas, estas finalmente están siendo acumuladas de forma creciente, que a la final pueden terminar convirtiéndose en un pasivo ambiental ocupando grandes espacios. Por otra parte, la biodegradación es lenta (80 a 100 años aprox.) Rubio Villamizar, A. M. (2014).

Una de las dificultades presentes en la minería en Colombia, es la disposición de llantas mineras cuando estas han culminado su ciclo de vida. Dichas llantas se caracterizan por sus grandes dimensiones, haciendo que su traslado y desecho generen no solo grandes esfuerzos monetarios para las compañías mineras, sino también un impacto medioambiental y social negativo para las comunidades que habitan en la zona. Dentro de las alternativas de disposición que se llevan a cabo, se encuentran quemarlas, apilarlas, enterrarlas o arrojarlas a recursos hídricos. (Chaparro, Mercado, Vergara Brunal & Vergara Puccini. 2018, párr. 1).

En Colombia, la resolución 1326 del 6 de Julio de 2017, considera la necesidad de fortalecer los sistemas existentes teniendo en cuenta la generación de llanta dentro y fuera de carretera. Esta resolución establece metas orientadas principalmente al aprovechamiento de llantas desechadas, aplicándolas a diferentes usos y a su vez responsabilizar a los productores del manejo



adecuado de las llantas desechadas, para ello el MMADS estableció que cada productor debe formular y presentar para aprobación de la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales ANLA, además de internalizar los costos de funcionamiento, alcanzar las metas mínimas de recolección entre otras. Los gestores de llantas son responsables de cumplir con la normatividad vigente, expedir certificación al productor, cumplir con las condiciones de almacenamiento; así también a los distribuidores y consumidores, entidades gubernamentales etc. (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2017).

Cabe anotar que la resolución prohíbe en su artículo 22: el abandono o eliminación de llantas, enterrar llantas usadas como método de disposición final, disponer llantas en los rellenos sanitarios, acumular llantas a cielo abierto, salvo para el abandonar llantas usadas en el espacio público, quemar y utilizar las llantas usadas como combustible sin el cumplimiento de lo establecido en las normas ambientales que rigen la materia. (Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2017)

En cuanto al uso de llantas desechadas de vehículos mineros el artículo 23 de la Resolución 1326, cita:

A partir del 1 de enero de 2021, los titulares de licencias ambientales o su instrumento equivalente de minería, deberán gestionar ambientalmente la totalidad de las llantas utilizadas en el desarrollo de la actividad minera y reportar a la autoridad ambiental competente, a más tardar el 31 de enero de cada año, las acciones realizadas en el año anterior en materia de gestión ambiental de llantas usadas.

Lo que evidencia la manifiesta necesidad de desarrollar un plan de manejo de llantas desechadas dentro de la normatividad vigente antes de la fecha límite establecida en la presente resolución, lo que lleva a plantear las siguientes preguntas.

### **1.3 Preguntas de investigación**

#### ***Pregunta principal.***

¿Cómo desarrollar un estudio de factibilidad para el montaje de una planta de pirolisis para llantas en el municipio del El Paso, en el Departamento del Cesar?

#### ***Preguntas específicas.***

¿Qué estrategia comercial se puede establecer a partir de una investigación de mercado, demanda y competencia del nuevo producto?

¿Cómo se encuentran asociados los procesos de recolección, producción, distribución, recursos y costos de una planta de pirolisis?

¿Cuál es la estrategia y cómo está establecida la estructura organizacional y la normatividad vigente en una planta de pirolisis?

¿Cuáles es el costo beneficio del proyecto a partir de los resultados obtenidos en la evaluación financiera?

¿Cómo puede estar orientado el proyecto a partir de un estudio de implementación?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 General**

Desarrollar un plan de negocios para una planta de pirolisis para el aprovechamiento de llantas usadas en minería en el municipio de El Paso, en el Departamento del Cesar.

### **1.4.2 Específicos**

- Establecer mediante un estudio de mercado, los antecedentes, la situación actual y perspectivas de mercado; la demanda, la estructura de mercado, la estrategia comercial del nuevo producto y proyección de ventas.
- Detallar mediante un estudio técnico, el producto, el proceso de producción del negro de humo y la descripción técnica de la planta de pirolisis, estableciendo la capacidad de la misma.
- Definir la estructura organizacional y los aspectos legales.
- Estimar la evaluación financiera, definiendo la inversión, las proyecciones del flujo de caja libre, la sensibilidad del proyecto y las fuentes de financiación.
- Definir la implementación de la planta de pirolisis en aspectos como el alcance, el tiempo y el costo.

### **1.5 Alcance**

Realizar un análisis de antecedentes y descripción de la problemática del proyecto de montaje de una planta de pirolisis que permitan establecer las condiciones en las que se desarrollara el diseño del modelo de negocio para el aprovechamiento de llantas usadas en el sector de la minería en el departamento del Cesar.

Para ello la finalidad de este estudio es desarrollar la factibilidad del proyecto. El estudio revisa el mercado, la parte técnica, un análisis organizacional, la evaluación financiera y un plan de implementación, identificando costos y beneficios de la utilización de la nueva tecnología.

## **1.6 Limitaciones**

Fuentes de información escasa y limitada en referencia al uso de llantas de camión minero en específico, que hayan sido desechadas y posteriormente aprovechadas mediante la implementación de algún tipo de tecnología que resulte rentable financieramente a una compañía minera en relación a costo beneficio.

La normatividad colombiana en cuanto a manejo de llantas de camión minero no es lo suficientemente amplia y clara. A la fecha solo se tiene como primer indicio la resolución publicada por el MMADS, lo que genera la necesidad de dar respuesta al problema, pero que en general a nivel gobierno solo se cuenta con estadísticas de niveles de contaminación a nivel general y nacional, lo que ocasiona que las empresas, como en este caso, del sector minero se concentren en dar respuesta al requerimiento de una resolución y no en una evaluación conjunta y colaborativa entre empresa y gobierno.

En términos generales, debido a las limitaciones anotadas anteriormente, se podría hablar también de un efecto longitudinal causada por las limitaciones anteriores.

Teniendo en cuenta la ubicación de las empresas mineras con maquinaria pesada, el ámbito geográfico del análisis corresponde al departamento del Cesar.

## **1.7 Justificación**

El departamento del Cesar, se caracteriza por poseer un territorio rico en reservas de carbón, las cuales en la actualidad son explotadas por compañías internacionales de inversión privada, como lo es Prodeco de la Filial Glencore, con dos minas; Drummond y Colombia Natural Resources - CNR, dueña de las minas La Francia, El Hatillo y por lo menos tres proyectos más en el Cesar. Todas las anteriores con un método de explotación a cielo abierto y uso de equipos mineros pesados.

Las empresas mineras, en la actualidad implementan planes de acopio de llantas desechadas como estrategia de manejo para las mismas, lo que genera la necesidad de establecer nuevas estrategias que permitan un manejo adecuado de estos residuos que se encuentren dentro de las normas ambientales legales vigentes y representen una forma de reducir el impacto que genera la operación de explotación de carbón estableciendo mejores prácticas corporativas.

Esto representa para las compañías mineras reducir los costos de almacenamiento y mantenimiento de patio de llantas desechadas y fortalecer el plan de responsabilidad social empresarial. Así también la disponibilidad del espacio destinado para el almacenaje de llantas desechadas en otras tareas.

Con el análisis de factibilidad de un modelo de negocio para el aprovechamiento de llantas desechadas, se busca evaluar una alternativa que le dé cumplimiento a la Resolución 1326 de 2017 “Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones”, publicada por el MMADS. (2017).

Por su parte, la ANLA, establece por incumplimiento de norma, las siguientes sanciones: trabajo comunitario, multa, cierre temporal. Todas las anteriores dependen de la incidencia e impacto generado a partir del incumplimiento.

Régimen sancionatorio ambiental, el país cuenta hoy con las herramientas necesarias para sancionar las acciones que atentan contra del medio ambiente, los recursos naturales o la salud humana. La Ley 1333 del 21 de julio de 2009 establece el procedimiento sancionatorio ambiental y la Titularidad de la potestad sancionatoria en materia Ambiental para imponer y ejecutar las medidas preventivas y sancionatorias que necesita el país. Para garantizar la efectividad de los principios y fines previstos en la Constitución, los tratados internacionales, la ley y el reglamento, se contemplan sanciones administrativas y medias preventivas, cuya función es evitar la continuación o realización de acciones en contra del medio ambiente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2019)

El mayor beneficiario de este proyecto es la sociedad teniendo en cuenta que al transformar el caucho mediante el proceso de pirolisis y que este no se convierta en un desecho representa un valor agregado a la reducción de los porcentajes de contaminación asociados a este material y que finalmente contribuyen a mejorar la calidad de vida de las futuras generaciones.

## CAPITULO 2

### MARCO REFERENCIAL

#### 2.1 Marco Conceptual

##### 2.1.1. Minería, residuos y transporte.

La industria de la minería ha hecho uso de camiones Caterpillar para cumplir con sus metas de producción, los camiones cuentan con una pieza clave para su funcionamiento, esta es sus llantas, *Goodyear (2018)* la define como, “Pieza de caucho que se coloca en los rines de diversos vehículos y se llena de aire en equipos y máquinas, cuya función principal es permitir un contacto adecuado por adherencia y fricción con el piso o superficie de contacto, posibilitando arranque y frenado”.

En el caso de los camiones usados en minería cuyas dimensiones son muy superiores a las de un vehículo normal, es de vital importancia el cuidado de llantas, no solo por su alto precio en el mercado, sino también por la baja disponibilidad de las mismas. Las llantas usadas en minería, llamadas OTR - “*Off the Road*”, “este tipo de llantas están diseñadas para trabajar por fuera de carreteras pavimentadas, especiales para minería”. *Estándar de Manejo de llantas y rines del Grupo Prodeco. TS-SS8SE. Prodeco (2017)*. Cuenta con varios componentes, estos son “Elementos que hacen parte de la composición de un rin (O-ring, Anillo de Cierre, Flanches, Asiento de talón, Rin Base)”. El rin, por su parte es la pieza circular de metal de una rueda sobre la que se monta o sujeta una Llanta.

El glosario técnico minero, publicado por el Ministerio de Minas y Energía (2015), describe la minería de la siguiente manera:

Ciencia, técnicas y actividades que tienen que ver con el descubrimiento y la explotación de yacimientos minerales. Estrictamente hablando, el término se relaciona con los trabajos subterráneos encaminados al arranque y al tratamiento de una mena o la roca asociada. En

la práctica, el término incluye las operaciones a cielo abierto, canteras, dragado aluvial y operaciones combinadas que incluyen el tratamiento y la transformación bajo tierra o en superficie. La minería es una de las actividades más antiguas de la humanidad, consiste en la obtención selectiva de minerales y otros materiales a partir de la corteza terrestre. Casi desde el principio de la Edad de Piedra, hace 2,5 millones de años o más, viene siendo la principal fuente de materiales para la fabricación de herramientas. Se puede decir que la minería surgió cuando los predecesores del Homo sapiens empezaron a recuperar determinados tipos de rocas para tallarlas y fabricar herramientas. Al principio, implicaba simplemente la actividad, muy rudimentaria, de desenterrar el sílex u otras rocas. A medida que se vaciaban los yacimientos de la superficie, las excavaciones se hacían más profundas, hasta que empezó la minería subterránea. La minería de superficie se remonta a épocas mucho más antiguas que la agricultura.

En Colombia existen tres grandes multinacionales dedicadas a la explotación de carbón a cielo abierto, para la exportación de carbón térmico y metalúrgico. Exploran, producen, transportan y embarcan carbón térmico y metalúrgico con destino a los mercados en Europa, América y Asia.

Para el cumplimiento de sus metas, como se ha mencionado antes, el transporte tanto de carbón como del material estéril, juegan un papel importante, dado que acarreo, descrito por el diccionario técnico minero, como la acción de transportar, genera unos costos de operación considerables, pero son estos mismos equipos, los que hoy obligan a estas compañías a buscar nuevas alternativas para aquellas llantas que han cumplido su vida útil y que han sido desechadas, en consecuencia se convierten en residuos, los residuos según, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico - OCDE. Decisión y Recomendación del Consejo del primero de febrero de 1984.

Yakowitz, (1985), menciona: "Residuo", se refiere a cualquier material considerado como desecho o legalmente definido como residuo en el país donde está ubicado, o a través del cual o al cual es transportado. "Residuo peligroso" se refiere a cualquier desecho, excepto residuo radiactivo, considerado como peligroso o definido legalmente como peligroso en el país donde



está ubicado o a través del cual es transportado, debido al riesgo potencial al ser humano o al ambiente que puede resultar de un accidente o de un transporte o disposición inadecuados. Comisión Económica Europea (CEE). Directiva 78/319 de 20 de marzo de 1978.

"Residuo" se refiere a cualquier sustancia u objeto que el propietario dispone o está obligado a disponer según lo estipula la legislación nacional. "Residuos tóxicos y peligrosos" se refiere a desechos con contenido o contaminado por sustancias o materiales con propiedades peligrosas, en cantidades o concentraciones que puedan constituir un riesgo a la salud o al ambiente. (Yakowitz, 1985).

Por lo anterior el riesgo que considera el manejo inadecuado de llantas desechadas; entendiéndose por riesgo a la "Combinación de la probabilidad y las consecuencias que se derivan de la materialización de un suceso peligroso identificado." Sugiere una medida de control, teniendo en cuenta que el ministerio del medio ambiente, utiliza La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, define el Cambio Climático como un "cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante periodos de tiempo comparables". Y que, por los mismos componentes de la llanta, hacen de esta parte de las causas relacionadas según la descripción dada, al cambio climático.

### **2.1.2. Factibilidad**

Varela (s.f.), citado por Duvergel & Argota (2017, pág. 50) "se entiende por factibilidad las posibilidades que tiene de lograrse un determinado proyecto". El estudio de factibilidad es el análisis que realiza una empresa para determinar si el negocio que se propone será bueno o malo, y cuáles serán las estrategias que se deben desarrollar para que sea exitoso. Según el Diccionario de la Real Academia Española, la factibilidad es la "cualidad o condición de factible". Factible: "que se puede hacer".

La factibilidad se define como las respuestas a una serie de preguntas, ver tabla 1.

**Tabla 1.** Estudios o análisis para la formulación y evaluación del proyecto.

Estudio de mercado	¿Existe demanda?; ¿existe competencia?; ¿se tiene una propuesta de valor?; ¿puede ser comercializado?
Estudio técnico u operacional	¿Puede ser producido?; ¿puede ser distribuido?; ¿cuenta con los recursos operativos tales como máquinas, equipos, muebles y enseres, etc.?; ¿cuenta con el recurso humano?; ¿cuenta con el conocimiento?
Estudio organizacional	¿La finalidad del proyecto obedece a una estrategia empresarial? ¿Cumple con la normatividad, los estándares y los permisos?
Impacto económico, social y ambiental	¿Identifica y valora los impactos económicos y sociales? ¿Identifica y valora los impactos ambientales?
Estudio financiero	¿Define cuánto cuesta?; ¿define qué beneficios trae?; ¿define cómo se financia?

**Fuente:** (Rey-Campero., 2019)

El estudio de factibilidad de cierta manera es un proceso de aproximaciones sucesivas, donde se define el problema por resolver. Para ello se parte de supuestos, pronósticos y estimaciones, por lo que el grado de preparación de la información y su confiabilidad depende de la profundidad con que se realicen tanto los estudios técnicos, como los económicos, financieros y de mercado, y otros que se requieran (Santos, 2008).

Según el diccionario de la Real Academia Española Viabilidad (2018): “cualidad de viable”, Viable: “Que, por sus circunstancias, tiene probabilidades de poderse llevar a cabo”.

Según la publicación realizada en Blogspot, bajo el título: *Estudio de factibilidad y Proyectos*, (27 de septiembre, 2010).

Es la posibilidad que tiene un proyecto para ser ejecutado y operado de tal manera que cumpla con su objetivo. Está relacionada con principios de calidad, eficiencia y pertinencia de un proyecto en términos de los elementos conceptuales que lo componen, la información utilizada, la coherencia de los planteamientos y el mayor acercamiento a la realidad a la que se refiere el proyecto.

Con lo anotado anteriormente, se establece una evaluación financiera, según el consultorio contable de la Universidad EAFIT (2018),

La evaluación puede considerarse como aquel “ejercicio teórico mediante el cual se intentan identificar, valorar y comparar entre sí los costos y beneficios asociados a determinadas alternativas de proyecto con la finalidad de coadyuvar a decidir la más conveniente. Se realiza en proyectos privados, juzga el proyecto desde la perspectiva del objetivo de generar rentabilidad financiera y juzga el flujo de fondos generado por el proyecto. Esta evaluación es pertinente para determinar la llamada "Capacidad Financiera del proyecto" y la rentabilidad de Capital propio invertido en el proyecto. La información de la evaluación financiera debe cumplir tres funciones: 1. Determinar hasta donde todos los costos pueden ser cubiertos oportunamente, de tal manera que contribuya a diseñar el plan de financiamiento. 2. Mide la rentabilidad de la Inversión. 3. Genera la información necesaria para hacer una comparación del proyecto con otras alternativas o con otras oportunidades de inversión.

Por lo anterior la propuesta de una planta de pirolisis, como tratamiento a las llantas desechadas de una operación minera, se puede convertir en un proyecto que busca darle solución a un problema real. Proyecto, proviene del latín *proiectus*, que a su vez deriva de *proiicere*, que significa dirigir algo o alguna cosa hacia adelante. De aquí que entre sus definiciones se encuentra que proyecto se refiere a un esquema, programa o plan que se hace antes de dar forma definitiva a algo o alguna cosa.

Un proyecto es una intervención deliberada y planificada por parte de una persona o ente que desea generar cambios favorables en una situación determinada. Es el conjunto de actividades concretas, interrelacionadas y coordinadas entre sí, que se realizan con el fin de producir determinados bienes y servicios capaces de satisfacer necesidades o resolver problemas (Hernández, 2018).

Sin embargo, para lo anterior, resulta indispensable la realización de un análisis del entorno, desde el punto de vista empresarial, Campos Climent (2018), lo define como:

El proceso a través del cual la empresa es capaz de identificar los factores estratégicos del entorno y de diferenciar entre oportunidades (factores que influyen positivamente) y amenazas (factores que influyen negativamente). El análisis del entorno forma parte, junto con el análisis interno, del diagnóstico estratégico de la empresa y del Análisis DAFO. Para poder realizar el análisis del entorno, conviene estructurar éste en dos tipos diferentes: entorno general o macroentorno y entorno específico o competitivo. Ambos tipos de entorno constituyen, por tanto, el análisis externo o análisis del entorno de la empresa y aunque es conveniente estudiarlos por separado, también es importante tener en cuenta las conexiones que existen entre ellos. En este sentido, puede existir un factor que actúe conjuntamente en ambos tipos de entorno, como por ejemplo los factores tecnológicos. Del mismo modo, las interrelaciones entre diferentes sectores o industrias hacen que los factores muestren también conexiones entre ellos, conexiones que habrá que tener en cuenta a la hora de realizar el análisis. A través del análisis del entorno se determina a qué se enfrenta la empresa y cuáles son sus factores clave de éxito.

## **2.2. Estado del arte**

En lo que concierne al tema de estudio se encuentra que se ha realizado anteriormente trabajos relacionados directamente al tratamiento de llantas desechadas, los cuales se describen a continuación:

- Análisis de un proceso de reciclaje que permita utilizar llantas desechadas como materia prima, Publicado por Diego Alberto Velandia Becerra, de la Universidad Piloto de Colombia, en el año 2011, del programa de Ingeniería de Mercados.
- Planta de reciclaje de Neumáticos de caucho comercialización de miga de caucho, realizado por Daniel Olivares Carmona, de la universidad de Chile en el año 2016.
- Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de producción de negro de humo a partir del reciclaje de llantas usadas, elaborado por los estudiantes: Rosemberg Rivera

Vargas - Gloria Amparo Velasco Chávez - Cristian Camilo Vacca - de la universidad distrital Francisco José de caldas, en el año 2016.

- Diseño de un modelo de negocio para el aprovechamiento de las llantas usadas que llegan al Parque Tecnológico Ambiental Guayabal. Estudiante: Dayana Méndez García. Universidad Libre Seccional Cúcuta. 2018.
- Estudio Experimental Del Procesamiento de Llantas usadas en la producción de Biodiesel por medio de Transesterificación Supercrítica. Estudiante: Angie Lizeth Vera Hostos. 2016.
- Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de Pirolisis. Estudiantes: José Artemio Ramírez Velarde, Cesar Enrique Gómez Lazarte, Josue Luis Donoso Rodríguez. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. 2018.

### 2.3 Marco legal

Méndez García. (2018), realiza un marco legal en torno al aprovechamiento de las llantas usadas en Colombia, donde lo describe y resume de la siguiente manera:

***Resolución 1326 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.*** El entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expidió la Resolución 1457 de 2010, modificada por la resolución 1326 de 2017 “*Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones*”.

***Ley 9 de 1979 “Código Sanitario Nacional. Vincula los efectos sobre el medio ambiente con la salud humana y los aspectos sanitarios”***

***Ley 142 de 1994 “Por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones”:***

**Decreto 2981 de 2013 Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio** “Por el cual se reglamenta la prestación del servicio público de aseo”.

**Resolución 2309 de 1986 Ministerio de Salud** “Por la cual se dictan normas en cuanto a los residuos especiales. Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad”

**Decreto Ley 2811 de 1974** “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”. Artículo 38 “Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación que recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.”

**Ley 99 de 1993** “Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA y se dictan otras disposiciones”

**Decreto 1449 de 1977 Ministerio de agricultura** “Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática”

**Decreto 2 de 1982** “Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas”.

- Art 7 a 9. Definiciones y normas generales
- Art. 73. Obligación del estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten recursos naturales.
- Art. 74. Prohibiciones y restricciones a la descarga de material particulado, gases y vapores a la atmosfera.
- Art. 75. Prevención de la contaminación atmosférica

**Decreto 948 de 1995 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible** “Normas para la protección y control de la calidad del aire”.

**Resolución 1488 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** “Por la cual se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la disposición final de llantas usadas y nuevas con desviación de calidad, en hornos de producción de Clinker de plantas cementeras.”

**Decreto 1753 de 1994 Sustituido por el Decreto 1180 de 2003** “Licencias ambientales. Establece las disposiciones de un plan de manejo ambiental, en donde, de manera detallada, establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por un proyecto, obra o actividad”.

**Decreto 1505 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** “Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión Integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones”

**Decreto 1140 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** “Por el cual se modifica parcialmente el decreto 1713 de 2002, en la relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones. Sistemas de almacenamiento colectivo de residuos sólidos. Todo multiusuario del servicio de aseo, deberá tener una unidad de almacenamiento de residuos sólidos que cumpla como mínimo los requisitos”

**Decreto 838 de 2005 Ministerio del Medio Ambiente** “Por el cual se modifica el Decreto 1713 de 2002 sobre disposición final de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones”

**Resolución 1045 de 2003 Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** “Por la cual se adopta la metodología para la elaboración de los Planes de Gestión Integral de Residuos Sólidos, PGIRS, y se toman otras determinaciones”

**Resolución 058 de 2002 Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial** “Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos”.

**Resolución 415 de 1998 Ministerio del Medio Ambiente** "Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma".

**Artículo 79 Constitución Política** “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.”

**Artículo 80 Constitución Política** “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.”

**Decreto 4741 de 2005** “por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.”

**Ley 23 de 1973** “Mediante la cual se faculta al Gobierno Nacional para expedir el CRN (Código de Recursos Naturales”

**Decreto 265 de 2016** “Por medio del cual se modifica 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.”



## 2.4 Evolución de la industria

El Departamento Nacional de Planeación – DNP (2019), en su publicación sobre: La Industria de Llantas, describe la evolución de la misma en Colombia de la siguiente manera:

En Colombia la industria de llantas surgió a raíz de la crisis de abastecimiento durante la segunda guerra mundial, la cual fue especialmente aguda por tratarse de un material estratégico de prohibida exportación en los países que participaban en la guerra. Ante esa situación algunos industriales colombianos tomaron la iniciativa de instalar una fábrica de llantas, para lo cual se asociaron con B.F. Goodrich de Estados Unidos y con el IFI, para fundar a Icollantas, con un 75% de capital nacional, siendo el IFI el accionista mayoritario. Esta empresa se localizó en Bogotá y comenzó a producir en 1945.

El IFI vendió su participación en 1954, quedando el 15% del total de sus acciones en poder de nacionales. Posteriormente se presentaron discrepancias entre accionistas nacionales y extranjeros, surgidas de la política de dividendos de la empresa, que tendía a reinvertir sus utilidades. Por este motivo la mayor parte de los accionistas nacionales vendió su participación en 1968 y desde entonces el capital de Icollantas quedó en manos de extranjeros en un 99% hasta 1977, cuando la participación del capital nacional se elevó al 29%.

En 1945, se constituyó Good Year de Colombia con capital totalmente extranjero, principalmente de Good Year de Estados Unidos. Esta fábrica inició su producción en 1947 en la ciudad de Cali, donde permaneció durante 10 años al cabo de los cuales se trasladó a Yumbo.

En 1957 U.S. Royal se asoció con Croydon, empresa con mayoría de capital suizo y canadiense que se había instalado en Colombia desde 1937 para producir calzado y prendas de vestir de caucho. Así se constituyó la sociedad Croydon Uniroyal cuya fábrica se localizó en Cali. En 1960 esta empresa adquirió a Seiberling, una fábrica de llantas de

menor tamaño que se había constituido algunos años atrás y pertenecía a Seiberling de Alemania y a Reencauchadora Villegas.

En un principio la industria de llantas importaba casi la totalidad de su materia prima; por esta razón se ubicaron dos de las plantas en las cercanías del puerto de Buenaventura, donde además existen buenas vías de comunicación terrestre con los principales mercados del país. Cuando la escasez de divisas dificultó la importación de materiales, se impulsó la producción nacional de algunas materias primas importantes tales, como el cordón de nylon y el negro de humo. En los últimos años la industria de llantas ha recibido un gran impulso derivado del crecimiento del parque automotor en el país.

En las tres empresas actualmente establecidas hay participación prioritaria del capital extranjero, la cual es de 100% en Good Year, 98% en Uniroyal y 71 % en Icollantas.

La producción de llantas representa aproximadamente el 67% de la producción total de la industria del caucho y, como ya se dijo, está concentrada en tres empresas: Icollantas, Good Year y Uniroyal-Croydon. Además de llantas para vehículos automotores, estas empresas producen neumáticos, protectores, material para reencauche, y aprovechan la capacidad de sus molinos para fabricar otros artículos de caucho en menor cantidad, especialmente partes para auto motores y productos industriales.

IMANEUMAGIC (2015), hace una breve descripción de la evolución de la llanta en donde la explica de la siguiente manera:

El término llanta viene del francés jante, sus inicios se remontan al Siglo XIX donde Charles Goodyear en 1844 inventa el vulcanizado del caucho, material con el cual se producirían posteriormente las llantas. Todo inició con John Boyd Dunlop, cirujano veterinario, quien vivía en Belfast, Irlanda, y al que se lo conoce mundialmente como el padre de la llanta moderna.

En 1845 el primer neumático inflable fue patentado por el ingeniero escocés Robert William Thomson con el nombre de “Aerial Wheel”, esta llanta consistía de un lienzo

interno en forma de tubo rodeado de piel alrededor del rin, la idea presentó varios inconvenientes por lo que se abandonó.

John Boyd Dunlop, hábil en la manufactura de instrumentos, para su profesión veterinaria retomó la idea en 1887 y la reinventó para el triciclo de su pequeño hijo de 10 años a quien le costaba mucho trabajo pedalear debido a que la calle donde vivían era empedrada y llena de baches, la patente para su neumático se la concedieron en 1888 y fue revocada en 1890. El neumático de Dunlop consistía de un tubo de cuero modificado con marcas como de pisadas y una manguera interna de goma de caucho. El carbón negro se agregó al material de las llantas para tener mayor durabilidad y evitar el desgaste rápido del mismo.

El museo Dunlop en Birmingham Inglaterra, sigue fabricando neumáticos hoy en día para automóviles antiguos y de colección con las mismas técnicas originales con las cuales fueron manufacturados.

Michelin, describe por medio de Hierro, W. (2011). Si gigante es el camión, enormes son los neumáticos. Para fabricar solo una de estas llantas mineras, se requieren 890 kilogramos de acero (similar a lo que se necesita para construir dos automóviles pequeños) y unos 3 850 kilos de caucho, con lo que se podrían hacer unas 600 gomas para coches de turismo. Michelin asegura que los 59/80R63 XDR duran un 25 % más que cualquier otra goma afín.

Los sectores de la explotación minera y las grandes obras de la construcción, protagonizan desde hace unos años, una fuerte carrera hacia el “gigantismo” con vista a transportar más y mayores volúmenes de carga, de una sola vez y con mayor economía, lo más rápido posible y en condiciones extremas. A todo ello responden Caterpillar (con el modelo 797 B) y Michelin con los neumáticos 59/80R63 XDR. Señalan los operadores del transporte minero a cielo abierto, la combinación Caterpillar-Michelin, que sin duda incrementa la capacidad de carga de los vehículos, reduce los costos de operación y aumenta la productividad de los equipos.

Michelin describe que tiene más de un centenar de grandes neumáticos a disposición de la minería, tanto a cielo abierto como subterránea, así como para los trabajos de obras públicas, canteras, construcción, mantenimiento industrial y asistencia portuaria. La transnacional Michelin es la única compañía fabricante de neumáticos que dispone de un centro de ensayos dedicado al desarrollo de llantas para obras públicas y minas, ubicado en Cabo de Gata, Almería, España.

## 2.5 Situación actual

De acuerdo con el artículo de la publicación digital de Excelencias del Motor, Edición 78. *El neumático más grande del mundo: Michelin XDR* (2011):

Si gigante es el camión, enormes son los neumáticos. Para fabricar solo una de estas llantas mineras, se requieren 890 kilogramos de acero (similar a lo que se necesita para construir dos automóviles pequeños) y unos 3 850 kilos de caucho, con lo que se podrían hacer unas 600 gomas para coches de turismo. Michelin asegura que los 59/80R63 XDR duran un 25% más que cualquier otra goma afín. Los sectores de la explotación minera y las grandes obras de la construcción, protagonizan desde hace unos años, una fuerte carrera hacia el “gigantismo” con vista a transportar más y mayores volúmenes de carga, de una sola vez y con mayor economía, lo más rápido posible y en condiciones extremas. A todo ello responden Caterpillar (con el modelo 797 B) y Michelin con los neumáticos 59/80R63 XDR. Señalan los operadores del transporte minero a cielo abierto, la combinación Caterpillar-Michelin, que sin duda incrementa la capacidad de carga de los vehículos, reduce los costos de operación y aumenta la productividad de los equipos. Michelin cuenta con un centenar de grandes neumáticos a disposición de la minería, tanto a cielo abierto como subterránea, así como para los trabajos de obras públicas, canteras, construcción, mantenimiento industrial y asistencia portuaria. La transnacional Michelin es la única compañía fabricante de neumáticos que dispone de un centro de ensayos dedicado al desarrollo de llantas para obras públicas y minas, ubicado en Cabo de Gata, Almería, España. (Hierro Allen, 2011, párr. 3-4).

A mayor cantidad de llantas importadas en el país, mayor será la cantidad de residuos generados por este material. De acuerdo con un artículo de La Republica, Goodyear y Hankook lideran ventas de llantas en Colombia (2017), las cifras expuestas por Fenalco para el año 2016 indican que alrededor de 5,3 millones de llantas entraron al país, provenientes de China, India, Tailandia, Brasil y Perú, debido a la creciente demanda que se vio en el sector. En el segmento de las llantas PCR (llantas para vehículos pequeños) Goodyear se consolidó en primer lugar con una venta total de 440.289 unidades en el 2016. En el segmento de llantas TBR (llantas para vehículos pesados) Icollantas ocupó el primer lugar con una venta total de 177.641 unidades en el 2016. (Méndez, 2018).

## **2.6. Análisis contextual.**

Bonet (2007), en una publicación realizada por el centro de estudios económicos regionales, para el Banco de la Republica, bajo el título: minería y desarrollo económico en el Cesar, explica:

Sin lugar a dudas, el cambio más importante en la estructura económica del Departamento del Cesar en la última década es el ascenso del sector minero, como resultado de la explotación de los yacimientos carboníferos del centro del departamento. Como se mencionó anteriormente, el sector minero aumentó su participación dentro de la generación del valor agregado departamental. Esta actividad pasó de representar el 8% del PIB en 1990 al 34% del mismo en 2004. En la actualidad, la producción de este sector es mayor que la del sector agropecuario, renglón que tradicionalmente dominaba la producción del departamento. (p 19).

La presencia de empresas multinacionales en el departamento del Cesar, es indicador de fuentes de empleo, pero también están asociadas a la generación de caucho, provenientes de su operación con camiones de gran tamaño. El número de llantas que actualmente son utilizadas en la operación minera en el Cesar, se convierte una oportunidad de negocio, teniendo en cuenta que

estas empresas acopian las llantas que son desechadas por sus camiones y que la resolución 1326 obliga a darle otro tipo de tratamiento.

La ubicación del municipio de El Paso, cuenta con una ubicación importante tal y como lo describe la Alcaldía de El Paso (abril 11, 2018), en la publicación Nuestro Municipio:

Se encuentra ubicado al Centro-occidente subregión occidental del Departamento del Cesar. Se encuentra a 130 Km de Valledupar, capital del Departamento del Cesar.

Límites del municipio:

- NORTE: Bosconia, Valledupar (130 Km de Valledupar).
- SUR: La Jagua, Chiriguana
- ESTE: La Paz, Becerril, Codazzi
- OESTE: Astrea, Chimichagua y el Departamento del Magdalena

El área de influencia directa de los proyectos está constituida por los Corregimientos de la Loma de Calenturas y el Vallito las Veredas El Hatillo y Plan Bonito, encontrándose en desarrollo los proyectos de Calenturitas, el Boquerón y Siminera y en exploración el Hatillo, el Descanso y Guaimaral. En el solo proyecto de La Loma, están calculados 460 millones de toneladas para explotar su mayoría a cielo abierto y se adelantan exploraciones para confirmar la presencia de gas metano, gas natural y petróleo. Los más importantes yacimientos se encuentran en la formación Los Cuervos, en el Municipio de El Paso se encuentran importantes yacimientos, en el corregimiento de La Loma, la minería se desarrolla en 3 sectores, sobre los flancos occidental y oriental del sinclinal de la loma hay 6 yacimientos principales que son ocupados por empresas como: Siminera- La Loma, Prodeco, Carbones Del Cesar, Drummond, Calenturita Y El Descanso.

En la publicación realizada por la versión digital del diario, El Espectador del 24 de enero de 2019, informa:

Durante 20 años más fue entregada la explotación de carbón en la mina La Loma a la empresa Drummond, ubicada en el Cesar, entre los municipios de El Paso, Chiriguana y La Jagua de Ibirico. La concesión fue prorrogada por la estatal Agencia Nacional de Minería, entidad encargada de las concesiones y contratos mineros del país.

Lo que significa que la multinacional Drummond, propietaria de la mina La Loma, tendrá presencia en el departamento del Cesar y estará habilitada para explotar las reservas de carbón, hasta el año 2039.

En cuanto al grupo Prodeco, en la publicación digital por Paisminero, (Julio, 2019). “De acuerdo con la Agencia Nacional de Minería (ANM), la mina La Jagua de Prodeco, está integrada por seis títulos y se busca la integración en uno sólo para la extensión hasta el 2029.”

“La RSE es el compromiso que asume una empresa para contribuir al desarrollo económico sostenible por medio de colaboración con sus empleados, sus familias, la comunidad local y la sociedad, con el objeto de mejorar la calidad de vida”, (WBCSD, World Business Council for Sustainable Development. 2018).

“La RSE se define como la administración de un negocio de forma que cumpla o sobrepase las expectativas éticas, legales, comerciales y públicas que tiene la sociedad frente a una empresa” (BSR, Business for Social Responsibility).

Paralelo al concepto de responsabilidad social empresarial, se encuentra también el concepto de sostenibilidad, este concepto aparece por primera vez en el Informe Brundtland, publicado en 1987. También llamado Nuestro futuro común, este documento elaborado para Naciones Unidas alertó por primera vez sobre las consecuencias medioambientales negativas del desarrollo económico y la globalización, tratando de ofrecer soluciones a los problemas derivados de la industrialización y el crecimiento poblacional. Décadas después, la sostenibilidad trata de garantizar las necesidades del presente sin comprometer a las futuras generaciones. ¿Cómo? Sin renunciar a ninguno de los tres pilares esenciales: la protección medioambiental, el desarrollo social y el crecimiento económico. Sostenibilidad ambiental, social y económica. Sostenibilidad

es asumir que la naturaleza y el medio ambiente no son una fuente inagotable de recursos, siendo necesario su protección y uso racional. Sostenibilidad es promover el desarrollo social buscando la cohesión entre comunidades y culturas para alcanzar niveles satisfactorios en la calidad de vida, sanidad y educación. En tercer lugar, sostenibilidad es promover un crecimiento económico que genere riqueza equitativa para todos sin dañar el medio ambiente. Actualmente, muchos de los retos a los que se enfrenta el ser humano tales como el cambio climático o la escasez de agua sólo se pueden resolver desde una perspectiva global y promoviendo el desarrollo sostenible. (*Brundtland, 1987*).



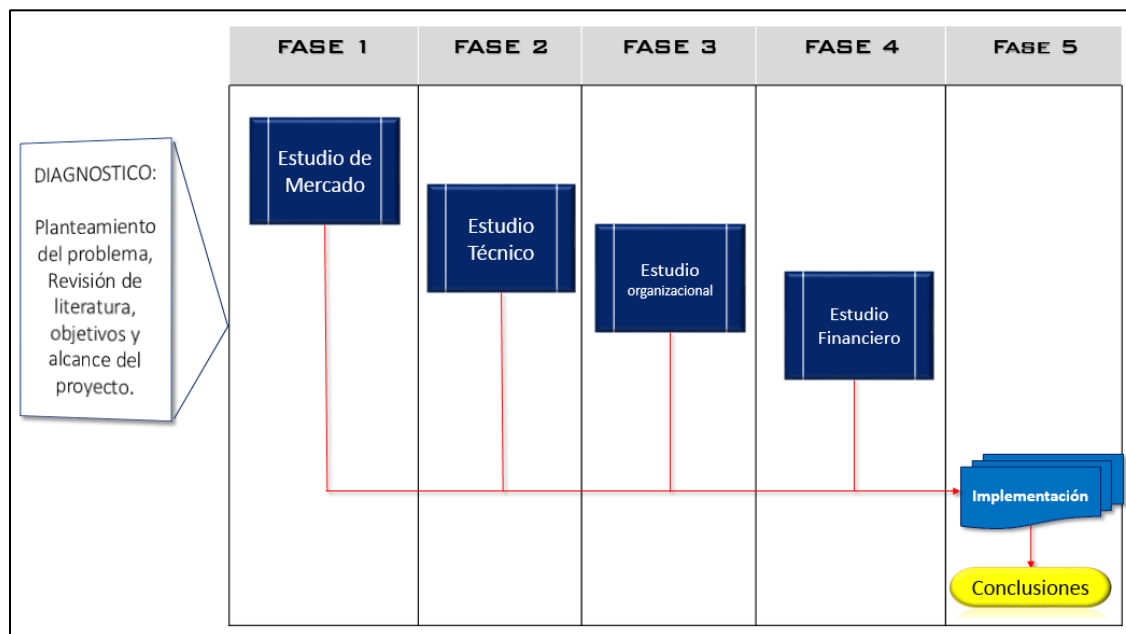
## CAPITULO 3

### DISEÑO METODOLÓGICO

#### 3.1 Procedimiento de recolección de análisis de datos

El análisis de factibilidad de la implementación de la planta de pirolisis como proceso de transformación de llantas desechadas de camión minero, se divide en las siguientes fases, que se explican a partir del diagnóstico del proyecto, el cual involucra los temas expuesto en los capítulos 1 y 2:

*Figura 1.* División por fases del proceso metodológico.



Flujograma: Fases del estudio de factibilidad.

*Fuente:* La autora

Las fases anteriores se encuentran contenidas en el siguiente cuadro metodológico:

**Tabla 2.** División por fases del proceso metodológico.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS	ACTIVIDADES	HERRAMIENTAS	FUENTES DE INFORMACIÓN
Establecer mediante un estudio de mercado, los antecedentes, la situación actual y perspectivas de mercado; la demanda, la estructura de mercado, la estrategia comercial del nuevo producto y proyección de ventas.	Investigar el comportamiento del mercado para el negro de humo en Colombia. Analizar el comportamiento del mercado para el negro de humo en Colombia. Identificar los objetivos del estudio de Mercado para la planta de pirolisis. Realizar la descripción del producto. Definir el estado actual de la demanda y oferta de los productos generados a partir del proceso de pirolisis para llantas.	Revisión bibliográfica, DANE, Cámara de Comercio, Departamento Nacional de Planeación. Encuestas <sup>3</sup> a empresas importadoras de negro de humo en Colombia, alcaldía municipal, Comxport, EMIS.	Primarias y Secundarias
Detallar mediante un estudio técnico, el producto, el proceso de producción del negro de humo y la descripción técnica de la planta de pirolisis, estableciendo la capacidad de la misma.	Enunciar la descripción del producto, su proceso de producción. Especificar la descripción técnica de la planta de pirolisis. Explicar el proceso de recolección con las empresas mineras, estableciendo la mejor opción. Indicar los recursos necesarios del proyecto. Determinar el tamaño o capacidad de la planta. Especificar la localización del proyecto.	Consultas en sitios web, Fabricante de planta de Pirolisis Doing Group, publicaciones previas, consulta a experto.	Primarias y Secundarias
Definir la estructura organizacional y los aspectos legales.	Analizar los perfiles necesarios que cuenten con las competencias para poner en marcha la planta de pirolisis. Definir el organigrama del proyecto. Establecer la descripción de cada cargo a partir de los resultados obtenidos en la definición de perfiles.	Consulta a experto, establecimiento de prototipo a partir de información disponible en la web.	Primarias y Secundarias
Estimar la evaluación financiera, definiendo la inversión, las proyecciones del flujo de caja libre, la sensibilidad del proyecto y las fuentes de financiación.	Definir las variables macro económicas. Establecer las proyecciones de los estados financieros. Establecer el FCL. Definir la factibilidad Realizar un análisis de sensibilidad. Definir las fuentes de financiación	Criterios de decisión, flujos de caja libre, análisis de sensibilidad	Primarias y Secundarias
Definir la implementación de la planta de pirolisis en aspectos como el alcance, el tiempo y el costo.	Definir el alcance, el tiempo para que esta entre en etapa de producción u operativa y el costo.	EDT, cronograma, y presupuesto	Primarias y Secundarias

**Fuente:** La autora

<sup>3</sup>Encuesta: las preguntas están orientadas a identificar clientes potenciales del proyecto, una estimación de volumen de ventas y una segunda verificación del precio del producto ofrecido en el proyecto. La información fue administrada vía online y/o telefónica, que constaba de siete preguntas con opciones de respuesta cerrada en escala Likert. El instrumento fue enviado a personas cuyo perfil fuera empresas colombianas importadoras de negro de humo.

### **3.1.1. La encuesta.**

Según el Centro de Investigaciones Sociológicas, (2020). La encuesta es una técnica de recogida de datos mediante la aplicación de un cuestionario a una muestra de individuos. A través de las encuestas se pueden conocer las opiniones, las actitudes y los comportamientos de los ciudadanos. En una encuesta se realizan una serie de preguntas sobre uno o varios temas a una muestra de personas seleccionadas siguiendo una serie de reglas científicas que hacen que esa muestra sea, en su conjunto, representativa de la población general de la que procede. CIS, (2020).

La encuesta, para la recolección de datos en el proyecto, está orientada a la identificación de la demanda potencial, una estimación de volumen de ventas y una segunda verificación del precio del producto ofrecido. La encuesta aplicada se encuentra al final de este documento como anexo y la información suministrada en ella es de carácter confidencial. La información fue administrada vía online y/o telefónica, consta de siete preguntas con opciones de respuesta cerrada en escala Likert. El instrumento fue enviado a personas cuyo perfil fuera empresas colombianas importadoras de negro de humo, descritas en la Tabla 5. Empresas Colombianas importadoras de Negro de Humo. En total 21 empresas. El proyecto cuenta con datos de 17 de estas empresas, como información del mercado a nivel nacional. Para efectos del análisis de la demanda del Proyecto, se evalúa los datos proporcionados por las empresas descritas en la tabla 7, que incluye tanto las empresas ubicadas en Barranquilla y Cartagena, como las reencauchadoras ubicadas en Barranquilla, Cartagena y Valledupar.

El análisis de los datos, comprende: 1. La orientación de las preguntas en tres puntos principales, necesidad del producto (incluye frecuencia en termino de tiempo a corto y largo plazo), precio y volumen. 2. Tabulación de datos y cuantificación de los mismos. 3. Análisis de los números y finalmente la conclusión, de donde parte la construcción del análisis financiero del proyecto con el volumen de ventas.

## **CAPITULO 4**

### **ANÁLISIS DE RESULTADOS Y PROPUESTA**

A continuación, se presentan el desarrollo, los resultados y la propuesta para la planta de pirolisis, teniendo en cuenta los estudios de mercado, técnico, financiero y de implementación.

#### **4.1. Estudio de mercado:**

El estudio de mercado está compuesto por la investigación de mercado; análisis de mercado; consumidor; definición del mercado; segmentación y demanda del proyecto; análisis de la oferta; estrategia comercial; mercado de materia prima e insumos y proyección de las ventas.

##### **4.1.1. Investigación del mercado.**

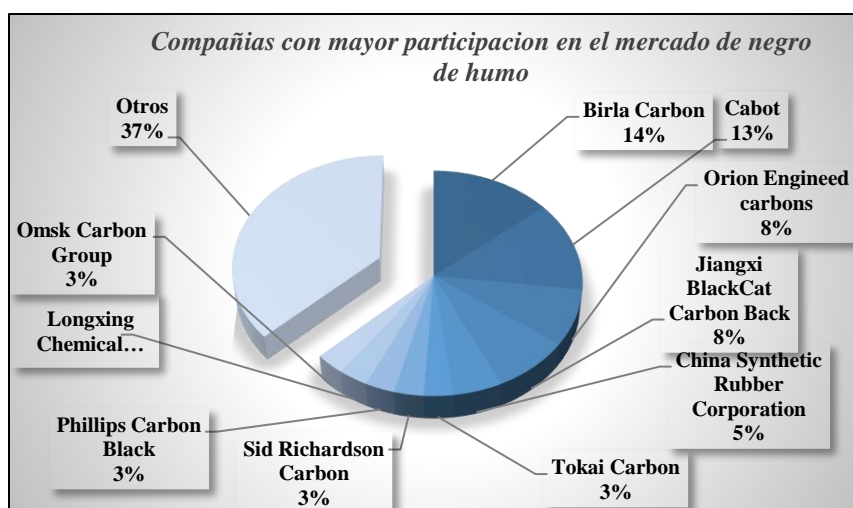
Las herramientas establecidas para identificar los clientes, conocer cuáles son sus intereses y como el producto se relaciona con ellos en su cadena de valor, son las siguientes:

- ✓ Monitorización en la red: Fuente de información primaria y secundaria. En este caso de las principales empresas importadoras y exportadoras del producto. Además, por tratarse de un producto de interés a cierto sector de la población, los datos de precio, fabricante de máquina, entre otros solo pueden ser captados por este medio.
- ✓ Revisión de emprendimientos similares al proyecto: Fuente de información primaria y secundaria. Revisión bibliográfica de tesis de productos similares al negro de humo y empresas existentes a nivel internacional.

- ✓ Encuestas: Fuente de información primaria y secundaria. La información suministrada por parte de empresas importadoras de negro de humo en Colombia, como clientes potenciales.
- ✓ Consultas en organismos de comercio certificados: Fuente de información primaria y secundaria, en este caso se encuentra organismos como el DANE, la Cámara de Comercio, el Departamento Nacional de Planeación, Alcaldías, Comxport, EMIS, Ministerio de Minas y Energías, entre otras.
- **Antecedentes, situación actual y perspectivas del mercado.**

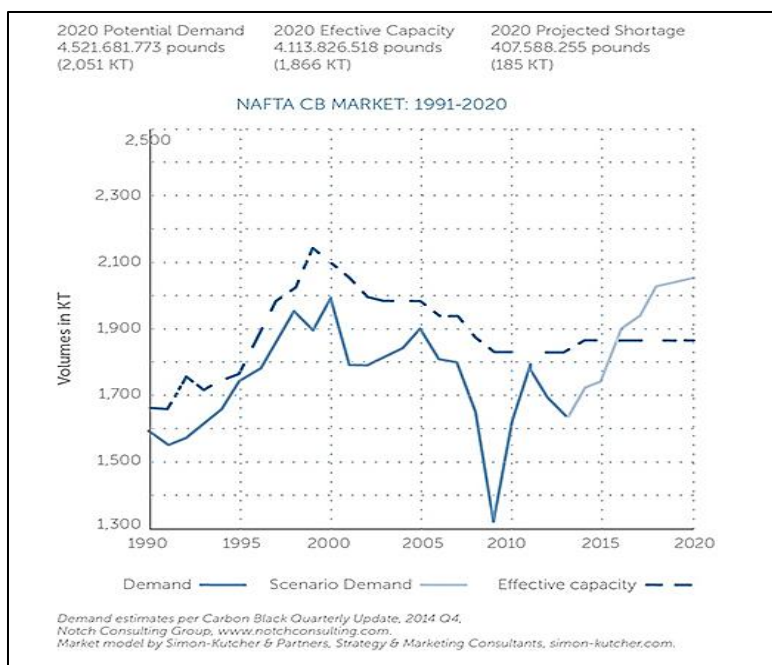
En estudios realizados, por la Sociedad Latinoamericana de Tecnología del Caucho (2019), revista N. 9, explica como los análisis realizados por diferentes empresas consultoras, prevén un crecimiento en el mercado de negro de humo, sobrepasando los 25 billones USD, en 2020. Este comportamiento ha propiciado que los productores inviertan en I+D, para mejorar la calidad de los productos que ofrecen. Las empresas con mayor participación en el mercado son Birla Carbon, Cabot Corporation y Orion Engineered Carbons. En términos de regiones con un dominio que permanece aún en 2020 por Asia Pacifico.

*Figura 2.* Compañías con mayor participación en el mercado a nivel mundial.



*Fuente:* SLTC, 2019. Ing. Alexandra Piña

**Figura 3.** Demanda estimada 2014 a 2020



**Fuente:** (Sltaucho.org, 2015)

A nivel internacional la demanda de negro de humo, está vinculada directamente con la industria automotriz, industria que es la mayor beneficiaria con la producción. No obstante, las leyes ambientales en los Estados Unidos, forzaron el cierre de algunas durante la década de los 90`s, haciendo que el mercado migrara a Asia Pacifico. Esto ocasiono que en 2016 Estados Unidos sufriera una escasez de negro de humo, obligando a realizar importaciones desde China. Es claro que las regulaciones ambientales, emitidas por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en Ingles) han sido decisivas en la producción de negro de humo en los Estados Unidos. (SLTC, 2019).

#### **4.1.2. Análisis de mercado.**

Según Quintana (2019), el mercado es el entorno donde se encuentran el producto o servicio y el consumidor. Es el conjunto de individuos y organizaciones de todo tipo que tienen, o pueden tener, una influencia en el consumo o utilización del producto en un determinado territorio geográfico. El estudio de la población, su distribución por edades, características regionales, estilos familiares, ingresos, el grado de competencia, los productos sustitutivos, son muchas de las

variables que deben tenerse en cuenta antes de llevar a cabo cualquier estrategia de posicionamiento o de lanzamiento del producto o servicio.

Debido al tipo de producto desarrollado en el proyecto y el contexto en el que se desarrolla, este se encuentra en un mercado industrial, que son aquellos mercados en los que se realizan transacciones de bienes y servicios empleados en la obtención de diferentes productos que son objeto de transacción posterior o que se adquieren para obtener un beneficio mediante su posterior reventa. En ellos hay tres tipos de compradores: industriales (empresas de automóviles), institucionales (hospitales), intermediarios (mayoristas). (Quintana, A. 2019 p.3).

Para el análisis de mercado, del proyecto, se expone los antecedentes del mismo, la situación y las perspectivas del mercado, el sector económico, la estructura de mercado, las características del consumidor, segmentación, etc. Que será descrito a continuación.

- **Sector económico.**

Según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme CIIU D242919, el producto generado del proceso de pirolisis, en este caso el negro de humo, está dentro de la clasificación del sector industrial, principalmente en el sector de las llantas y de productos de caucho. (Rivera, Vacca & Velasco. 2016, p12).

- **Estructura de mercado.**

Según, Ferre, Z., & Rossi, I. (2000), existe una amplia variedad de tipos de mercados, donde los agentes económicos que participan, oferentes y demandantes, pueden tener comportamientos muy diferentes.

Ferre y Rossi definen resumen la estructura de mercado en el siguiente cuadro:

**Tabla 3** Estructura de mercado.

Cantidad de oferentes	Cantidad de demandantes		
	Uno	Pocos	Muchos
Uno	Monopolio bilateral	Monopolio parcial	Monopolio
Pocos	Monopsonio parcial	Oligopolio bilateral	Oligopolio
Muchos	Monopsonio	Oligopsonio	Competencia perfecta

*Fuente:* (Ferre, Z., & Rossi, I, 2000)

De esta forma, el proyecto se encuentra en una estructura de mercado de competencia monopolística, teniendo en cuenta que en la región donde se desarrolla el proyecto, este es el único oferente, estaríamos ante un monopolio, sin embargo, a nivel nacional se presentan otros ofertante de un producto con características deferentes. Para el caso del proyecto, el producto se diferencia ya que es una producción de negro de humo a partir de llantas de camiones de minería (fuera de carretera) con una mayor concentración de caucho y por lo tanto mejor calidad.

Las características de la estructura de mercado es la siguiente:

**Tabla 4.** Características de un mercado de competencia monopolística.

Características	Competencia Monopolística
Número de productores	Muchos
Tipo de bien	Diferenciado
Grado de control del precio	Alguno
Barreras a la entrada	No

*Fuente:* (Ferre, Z., & Rossi, I, 2000)

#### 4.1.3. Consumidor.

Los consumidores del producto están ubicados en las siguientes ciudades: Valledupar, Barranquilla y Cartagena. Son empresas que pertenecen al sector industrial, a nivel nacional están incluidas dentro de las empresas importadoras de negro de humo, según Comxport. En este caso se encuentra Cabot y Comai. Por otra parte, se encuentra Homecenter quien ha incursionado en la producción de pisos elaborados a partir de caucho y finalmente las empresas reencauchadoras presentes en estas ciudades.



La frecuencia con que estas empresas adquieren negro de humo es mensual, el producto es entregado en la bodega del cliente, en el caso de Home Center, Cabot y Comai, son empresas con trayectoria, con más de diez años en el país; el propósito es cubrir una parte de las necesidades actuales de estas empresas. Las demandas de estas empresas superan las proyecciones de los cinco años del proyecto, obviamente, sin tener en consideración el comportamiento colateral que pueda surgir a partir del Covid 19.

Para las empresas mencionadas, se encuentra que el negro de humo está incluido dentro de sus materias primas y que estaría dispuesto a comprar negro de humo producido en territorio Nacional.

La información fue recogida mediante una encuesta administrada vía online y/o telefónica, que constaba de siete preguntas con opciones de respuesta cerrada en escala Likert. El instrumento fue enviado a personas cuyo perfil fuera empresas colombianas importadoras de negro de humo. Modelo de encuesta aplicada. Ver anexo B.

#### **4.1.4. Definición del mercado.**

La demanda del proyecto está orientada a integrar toda la cadena de producción del mismo. Inicialmente se satisface la necesidad de las compañías mineras ubicadas en el departamento del Cesar, las cuales deben dar respuesta al requerimiento ambiental dada por la Resolución 1326, en donde todas y cada una de las empresas mineras necesitan satisfacer esta necesidad hasta su plan de cierre, lo que se traduce en número de llantas desechadas de camión minero que deben de recibir otro tratamiento que no sea el ser acopiadas, de esta forma se debe recibir, seleccionar, transformar, valorar y finalmente comercializar el nuevo producto, por lo anterior la empresa minera como cliente se convierte también en proveedor de materia prima.

En Colombia, se evidencia un comportamiento parecido, asociado a la industria automotriz, como lo son las plantas de Icollantas en Bogotá y Cali, filiales de Michelin. Esta demanda paso a ser suplida por importaciones (Rivera, Velasco & Vacca. 2016); sin embargo, Orion Engineered Carbons, considera que hay oportunidades de crecimiento en la industria del negro de humo,

proyectando crecimientos del mercado entre el 4% y el 5%, donde aproximadamente el 90% del negro de humo será usado en la industria del caucho, por un lado y por otro en agregados más especializados. (SLTC, 2019).

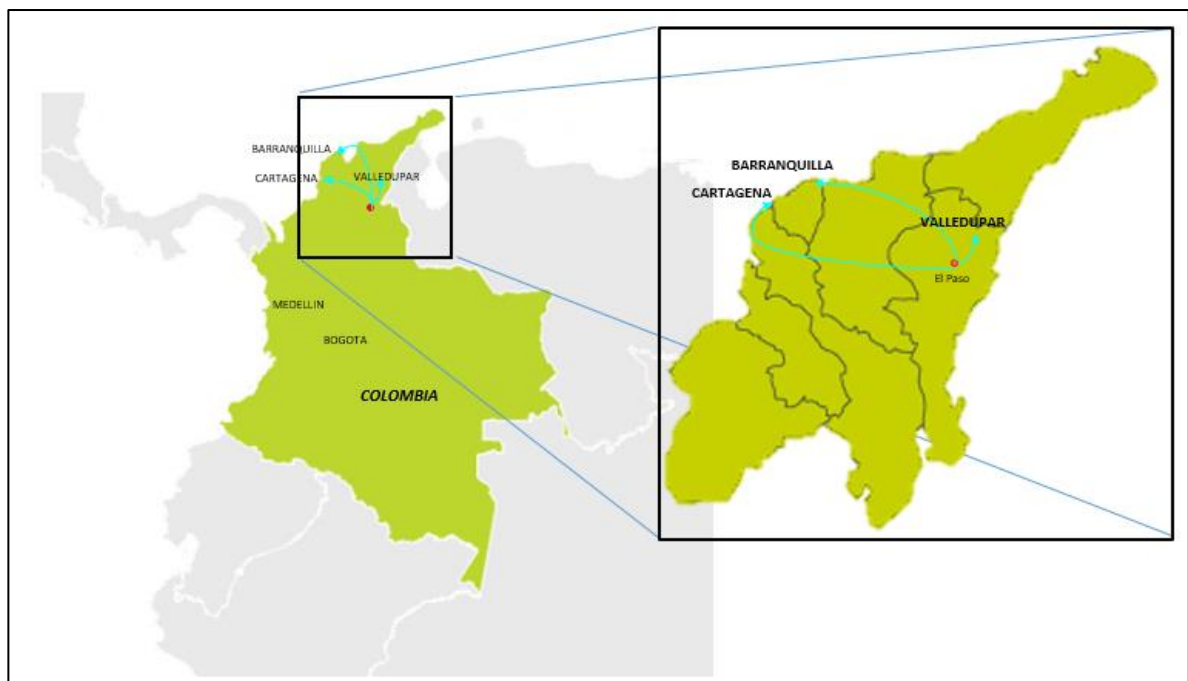
#### 4.1.5. Segmentación y demanda del proyecto.

- **Segmentación**

El proyecto se ubica geográficamente en su punto de recolección de llantas, en el mercado del departamento del Cesar, pasando en la parte de comercialización al mercado colombiano.

La distribución geográfica de los clientes del proyecto ya descritos se muestra en el siguiente mapa:

**Figura 4.** Distribución geográfica de los clientes del proyecto.



**Fuente:** La autora

- **Población y mercado.**

En la siguiente tabla se identifica, las empresas que actualmente tienen una demanda del producto a nivel nacional. Por la ubicación de cada una de ellas, se encuentra que la entrega y gastos de transporte está dentro de las rutas principales a nivel nacional por tratarse de ciudades principales en el territorio colombiano, sin embargo, todas ellas no son nuestro mercado Meta, esto debido a la ubicación del proyecto y los costos de transporte, nuestro mercado meta se encuentra localizado en las empresas ubicadas en la región caribe, como lo son Valledupar, Barranquilla y Cartagena.

**Tabla 5.** Empresas Colombianas importadoras de Negro de Humo.

No.	EMPRESA
1	Cabot Colombiana S.A. Cartagena
2	Compounding And Masterbatching Industry Limitada Comai
3	Baker Hughes De Colombia
4	Clariant (Colombia) S.A.
5	Claripack Ltda
6	Proquinal S.A.
7	Industria Colombiana De Llantas S.A. Icollantas
8	Brenntag Colombia S.A.
9	Goodyear De Colombia S.A.
10	Ajover S.A. - Usuario
11	Philaac Ltda
12	Surtiquimicos Ltda
13	Repuestos Colombianos S.A. Reco S.A.
14	Tintas S.A.
15	Premac S. A.
16	Colpisa Motriz S.A.
17	Extrusiones S.A. Itagui
18	Inproquim Ltda
19	Empresas Reencauchadoras De Llantas
20	Homecenter
21	Argos

**Fuente:** La autora, con información de fuentes terciarias.

La ubicación de empresas que representan la demanda del proyecto en las ciudades más próximas geográficamente, permite que el transporte sea más sencillo en el desarrollo del proyecto.

A continuación, se describe la ubicación de las reencauchadoras que forman parte de la demanda del proyecto.

**Tabla 6.** Empresas reencauchadoras de llantas.

EMPRESAS REENCAUCHADORAS DE LLANTAS	DIRECCIÓN
La Casa del Llantero	Valledupar - Carrera 18d # 20B-51 +57 3007043232
Reencauchadora Santander	Barranquilla - Cl. 44 #21B-70
Gamallantas Ltda.	Barranquilla - Murillo Toro #27-74
Dismacor S.A.	Barranquilla - Calle 45 No. 33 – 40 Tel: (5) 351 0398
Jairo Echeverri & Cía. Ltda.	Barranquilla - CL 53 CR 54 ESQ (05) 349 323 8
Multillantas Del Caribe Ltda.	Barranquilla - CL 53 CR 54 ESQ (05) 349 323 8
Merquellantas S.a.	Barranquilla - CL 30 30-09 Tel: (05) 3702644
Llantas Estadio Ltda.	Barranquilla - Dirección: CR. 46 NO. 72-66CP Teléfono:(05) 358 012 0
Reencauchadora Cootransurb	Cartagena - Av. Crisanto Luque B. Paraguay Dg. 22 No. 44C-105 Tel: 6749020 / 6622484
Servireencauche de Colombia S.A	Cartagena Teléfono: 4480130 Ext 208-216 Dirección: Carrera 57 #62-36
Empresa Vulcanizadora De Colombia SAS Cartagena Bolívar	Cartagena - Transversal 45 n° 21 a 03 calle segunda del mamon bosque

*Fuente:* La autora, con información de fuentes terciarias.

- ***Demanda***

En Colombia, las empresas dedicadas a productos de caucho se encuentran ubicadas en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali, Bucaramanga y Barranquilla, en su mismo orden de producción (Rivera, Vacca & Velasco. 2016, p13).

Para el caso del proyecto y teniendo en cuenta el transporte del producto hasta la bodega del cliente, la demanda del proyecto se ubica en las ciudades de Barranquilla, Cartagena y Valledupar, las empresas ubicadas en estas ciudades están descritas en la tabla 7, exponiendo las empresas a las cuales el proyecto entraría a satisfacer un volumen descrito en la encuesta.

“La demanda es la solicitud para adquirir algo. En economía, la demanda es la cantidad total de un bien o servicio que la gente desea adquirir.” (Peiró, A. 2015)

La demanda a satisfacer del proyecto, se encuentra descrito a continuación:

**Tabla 7.** Demanda del proyecto.

CIUDAD	EMPRESAS REENCAUCHADORAS DE LLANTAS
Valledupar	La Casa del Llantero
Barranquilla	Reencauchadora Santander
	Gamallantas Ltda.
	Dismacor S.A.
	Jairo Echeverri & Cía. Ltda.
	Multillantas Del Caribe Ltda.
	Merquellantas S.A.
	Llantas Estadio Ltda.
Cartagena	Reencauchadora Cootransurb
	Servireencauche de Colombia S.A
	Empresa Vulcanizadora De Colombia SAS Cartagena Bolívar
CIUDAD	EMPRESA
Cartagena	Cabot Colombiana S.A. Cartagena
	Compounding And Masterbatching Industry Limitada Comai
Cartagena – Barranquilla - Valledupar	Homecenter

**Fuente:** La autora, con información de fuentes terciarias.

Las empresas reencauchadoras constituyen un cliente importante, debido a la proximidad de su ubicación con el proyecto, además de constituir un porcentaje de nuestros clientes en el modelo de negocio, por otra parte, las empresas Cabot y Comai, que actualmente importan negro de humo, representan el resto de la demanda<sup>4</sup> a satisfacer.

En el caso de las reencauchadoras, la demanda de negro de humo representa una parte de la materia prima con que estas empresas trabajan. *EMIS (2019)*, por su parte Compounding And Masterbatching Industry Limitada Comai, es una empresa que tiene su planta industrial localizada en la Zona Franca del área industrial de Mamonal en la ciudad de Cartagena, Colombia. La planta tiene una capacidad de 24,000 toneladas anuales para fabricar compuestos de Polipropileno y masterbatches para una amplia gama de usos. Fábrica resinas sintéticas, materiales plásticos y elastómeros no vulcanizables. La compañía ofrece masterbatches aditivos que incluyen antibloqueo, estabilizadores de luz, antioxidantes, antiestáticos y ayudas de proceso. En el caso de Cabot, *Las Empresas LE (2017)*. La describe como una empresa existente en Colombia desde

<sup>4</sup> El volumen de ventas en el proyecto, es el resultado de los datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada, el comportamiento de las proyecciones de ventas considera tanto el mercado meta del proyecto, como el ciclo de vida del producto (CVP), teniendo en cuenta el conjunto de etapas y los esfuerzos que cada fase del CVP exige, según Kotler y Armstrong.

La distribución objetivo de las ventas del proyecto, tiene en cuenta las empresas que se encuentra en el mercado y que están identificadas como demanda, además de considerar el volumen a producir en el proyecto de 880.000 kg de negro de humo y la capacidad de la planta.

1972, cuyo domicilio radica en Cartagena y está dedicada principalmente a la fabricación de productos de la refinación de petróleo.

En el caso de Home Center, esta empresa se encuentra incursionando en la comercialización de pisos hechos a base de caucho, lo que lo convierte en un cliente potencial.

Los datos de volumen de ventas publicados por el DANE, que incluye los datos generales de venta a nivel nacional, permite al proyecto tener un primer análisis del comportamiento de la demanda, aplicado a un método de Winters, el cual se alinea a las consideraciones dadas por Kotler y Armstrong, sin embargo las estacionalidades dadas a nivel nacional difieren a los resultados dados en la encuesta en el periodo de cinco años que considera el proyecto, dado que este se ubica en la región caribe de Colombia y solo involucra tres ciudades de esta región. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se parte de un volumen de venta de 616.000 kg, distribuidos en la demanda del proyecto. Si bien las empresas que representan la demanda del proyecto, una es productora, otras importadoras de negro de humo; en la actualidad cuentan con sus proveedores, cabe aclarar que el proyecto entraría a cumplir una demanda por satisfacer, de ahí que el volumen dado por el proyecto se concentra en suplir esta demanda que se adapta a la necesidad del cliente y la planta seleccionada dentro del catálogo de Doing Group cumple con los requerimientos dados por el proyecto. A nivel nacional el proyecto tendría una participación en el mercado para el año 1 del 3%, considerando el volumen de venta del proyecto y la proyección obtenida a partir del método de Winters. El ciclo de vida del producto parte de los resultados de las preguntas 6 y 7 de la encuesta aplicada por el proyecto en conjunto con los planteamientos dados por Kotler y Armstrong y la introducción al mercado.

#### **4.1.6. Análisis de la oferta.**

Según, Rivera, Velasco & Vacca. (2016):

En el mercado colombiano son pocas las empresas proveedoras de negro de humo, donde la mayor participación del mercado la tiene Cabot Colombiana S.A. que tiene planta de producción ubicada en Cartagena, Bolívar con una capacidad de 60.000 toneladas métricas

por año de negro de humo para suplir parte de la demanda latinoamericana, por lo que esta planta se convierte en una de las más importantes a nivel corporativo. Su principal mercado son las empresas de fabricación de llantas con aproximadamente un 80% del total de la producción, el resto se distribuye en otras industrias del caucho. A nivel nacional, existen empresas colombianas como Sylkymia Colombia S.A.S. y Reacecol Green S.A.S que producen negro de humo cuyo enfoque principal está en el mercado de accesorios de caucho y de los tintes y colorantes para productos de caucho y plástico, esto debido a la fuerte competencia que existe en la industria de las llantas. Dadas las condiciones del mercado por causa de la devaluación del peso colombiano, es una buena oportunidad producir negro de humo al interior del país y tratar de cubrir la demanda nacional.

Para Birlacarbon (2019), debido a la amplia variedad de usos del negro de humo, su aplicación se ha agrupado en tres sectores principales. Los cuales son: especialidades, caucho industrial y la industria del neumático. Esto debido a los esfuerzos por fortalecer la calidad de sus productos por medio de las herramientas que el I+D, les proporciona y trabajando bajo las especificaciones de la entidad estadounidense “American Society for Testing and Materials, ASTM”. Por su parte Birlacarbon, también afirma:

En el mercado de productos de especialidad, el negro de humo desempeña un papel importante como pigmento negro para dar intensidad de coloración en tintas y revestimientos, así como, según las necesidades y en función del tipo de negro de humo escogido, un buen grado de obscuridad, protección contra la radiación ultravioleta y conductividad en los plásticos. Para aplicaciones muy especializadas como adhesivos, selladores, cerámicas y vidrio, las propiedades del negro de humo pueden mejorar la apariencia, la conductividad eléctrica y la protección contra factores de deterioro ambiental. Negros de carbono ha sido diseñada para mejorar la resistencia al desgaste de la banda de rodadura y la resistencia al rodamiento conservando la tracción, y además para bajar la histéresis de compuestos no relacionados con la banda de rodadura. Las aplicaciones incluyen neumáticos de carrera y de alto rendimiento, bandas de rodadura para vehículos de pasajeros y camiones, y compuestos de neumático no relacionados con la banda de rodadura. Ofrecemos grados de negro de carbono para cauchos técnicos de alta

calidad, que proporcionan la combinación ideal de rendimiento mejorado y rentabilidad. Las aplicaciones de cauchos industriales mencionadas incluyen sistemas selladores, correas, mangueras, empaquetaduras y partes moldeadas.

#### **4.1.7. Estrategia comercial.**

La estrategia comercial tiene en cuenta el producto, el precio, la promoción-publicidad y los canales de distribución.

- ***El producto.***

El producto generado en la planta, es negro de humo, el cual viene en presentación de big-bags 25 Kg, teniendo de acuerdo a la norma NTC – 662 un alto estándar de calidad, y el cual puede ser identificado así según Miller, T. (2015):

**Información sobre el producto:** Cumple con el Sistema Global Armonizado (SGA)

**Nombre del producto (tal como se utiliza en la etiqueta del producto):** Negro de Humo – Grados N-120, N-220, N-234, N-326, N-330, LH30, N-339, N-351, N-550, N-650, N-660, N-683, N-762, N-774, IRB #8, Negros satinados (Grados SBX).

OSHA, Norma de Comunicación de Riesgos, 29 CFR 1910.1200.

La clasificación según sus características de tamaño, diámetro de agregados, dimensión fractal, etc., dadas por Schwartz, G. (2001) en donde cita a Donnet (s.f), permite identificar dichas propiedades en cada uno de las clasificaciones de negro de humo mencionadas anteriormente. En Colombia la NTC-662, explica su clasificación según su pureza y finura.

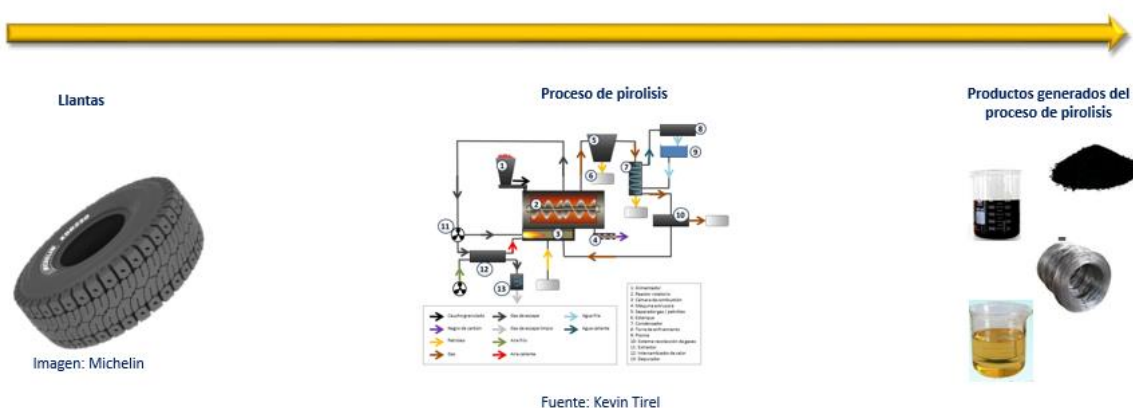
Los productos generados a partir de un proceso de pirolisis, son los siguientes: el negro de humo en la industria cauchera, industria de la pintura, combustible, carbón activado y aceites. Estos componentes pueden ser aprovechados comercialmente.



Si bien el primer objetivo del proyecto es celebrar un contrato con las empresas mineras ubicadas en el departamento del Cesar, donde ambos se vean beneficiados, desde las empresas mineras que proveen las llantas y a su vez dan cumplimiento a lo exigido por la ley; también el proyecto al obtener un beneficio financiero con la comercialización de los productos generados luego del proceso de pirolisis.

A continuación el resumen de la línea de producción:

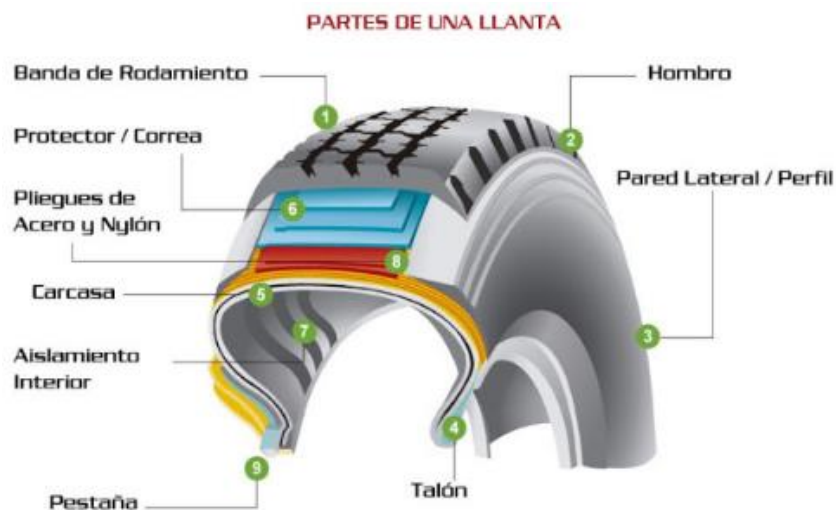
**Figura 5.** Línea de producción de negro de humo.



**Fuente:** La autora.

Para entender el por qué tener un aprovechamiento de las llantas, a continuación, se encuentra la estructura interna de la llanta, donde se señala los siguientes principios básicos:

**Figura 6.** Partes de la Llanta.



Fuente: (Cardona, 2015)

Vera, (2016), describe la composición de la llanta de la siguiente manera:

Las llantas presentan una estructura compleja, formada por diversos materiales como caucho, acero, tejido de poliamida o poliéster, plastificantes tales como aceites minerales (aromáticos, nafténicos, parafínicos y de tipo éster). Cada uno de estos elementos tiene propiedades y composiciones específicas que permiten obtener el producto final de la llanta, de tal manera que el caucho natural y sintético que está en contacto directo con el suelo, sea resistente a la abrasión y a la tracción del caucho. (p12)

Las llantas están compuestas en su gran mayoría de carbono, gracias al aporte efectuado por el negro de humo y a la composición natural del caucho; el segundo componente mayoritario es el hierro que se incluye dentro de la estructura. Otros componentes como el azufre, el zinc y el ácido esteárico actúan como estabilizantes y en algunos casos como antioxidantes, además de los retardantes como el N-nitroso difenil amina. (p13)

La separación de estos materiales en sus componentes originales es un proceso difícil, por lo que el reciclaje de las llantas usadas se ha orientado mayormente a su aprovechamiento

en conjunto, aunque ya existen diferentes empresas en el mundo que ofrecen el servicio de manejo de llantas usadas procesándolas para convertirlas en materia prima para asfalto, pistas atléticas, tapetes, entre otros. (p13).

El proceso de pirolisis aplicado a llantas que han sido desechadas, permite que los componentes físico-químicos de la llanta genere negro de humo, aceite y combustible. El negro de humo conocido en literatura también como carbón negro o negro de carbón, posee una composición rica en carbono lo que hace que sea aprovechado en fabricación como refuerzo en productos de goma y plásticos, debido a que este producto permite mejorar la tensión y la resistencia a la abrasión, en el caso de las llantas, equivale al 22% de sus componentes, disipa el calor, reduce el daño térmico, lo que genera un incremento en la vida útil del caucho. Entre sus usos también está el pigmento en la fabricación de pinturas, tóner de impresoras, producción de carbón activado para purificación de agua, entre otras áreas de la construcción que se encuentran descritas más adelante. El resultado del negro de humo, es un polvo que es clasificado según su pureza y finura, especificado en la norma NTC-622 del ICONTEC. (Rivera, Velasco & Vacca. 2016, p12).

SLTC (2019), en un análisis sobre la innovación en el uso del negro de humo en la industria, describe:

Orion Engineered Carbons introdujo tres grados de pigmentos en el mercado de Sudamérica en mayo de 2013, los cuales son producidos en su planta de Paulinia, Brasil, destinados a partes inyectadas o moldeadas, láminas y películas hechas de PE, PVC y otros termoplásticos.

Aplicaciones para pigmentos especializados en la región incluyen partes automotrices y OEM, productos de consumo tales como herramientas y appliances y proyectos de infraestructura. Por ejemplo, las tuberías negras resistentes a los UV tienen una demanda creciente en la industria del petróleo y gas.

Otras aplicaciones usan negros de humo conductivos para proporcionar conductividad eléctrica y prevenir el riesgo de descarga electrostática. Estas aplicaciones abarcan

electrónicos (incluyendo sus empaques), equipos para cuartos limpios, sistemas de combustibles automotrices, cables semiconductores y partes industriales usadas en locaciones con riesgo de explosión.

Los fabricantes están viendo una demanda creciente de negros de humo conductivos. Por ejemplo, las aplicaciones en Policarbonato y Poliestireno conductivos emplean unos niveles de carga de 10% a 20%.

Aunque la industria del negro de humo es madura, todavía queda mucha tela por cortar en términos de nuevas tecnologías, expansiones, adquisiciones. Lo que refleja un panorama muy alentador para los próximos años.

- ***El precio.***

La estimación del precio para el negro de humo, está definido inicialmente por el productor y distribuidor, quien debe cumplir las regulaciones estipuladas en el marco legal y su control depende de la superintendencia de industria y comercio. Al mismo tiempo el precio depende de otras variables, propias del producto, como lo es su tipo y su aplicación como reforzante o como materia prima en otros productos.

El negro de humo según sus propiedades y características físico-químicas, ofrece los siguientes nombres y precios, en el mercado:

**Tabla 8.** Precio negro de humo.

n-330	3,400 COP/kg
n-550	3,200 COP/kg
n-660	3,000 COP/kg

**Fuente:** (Solo stocks, 2018).

Para el análisis financiero del proyecto se establece un precio de 3,000 COP. Basado en el precio más bajo en el mercado, con el objetivo de evaluar el proyecto desde el valor más bajo ofrecido hoy.

- **Promoción y publicidad**

La publicidad asociada al proyecto, en cuanto a papelería, sitio web, difusión en redes e internet, tiene unos costos asociados a las tarifas expuestas por el grupo RSM para el año 2020, discriminadas así:

**Tabla 9.** Evaluación de la publicidad del proyecto.

<b>PUBLICIDAD</b>			
<b>Cant</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor precio COL</b>	<b>Total</b>
	Volantes, folletos, plegables, catálogos, ayudaventas, papelería, diagramaciones y diseños		
20	Diseño 2 cuerpos / 2 hojas hasta carta / a4 (4 páginas)	720.720	14.414.400
1	Diseño hoja membrete	88.000	88.000
1	Diseño tarjeta personal / corporativa	93.500	93.500
1	Diseño Factura	110.000	110.000
1	Diseño Orden De Compra	110.000	110.000
1	Diseño orden de pedido	110.000	110.000
1	Diseño presupuesto / cotización	110.000	110.000
1	Diseño correo interno	110.000	110.000
1	Diseño logotipo (tarifa mínima)	1.100.000	1.100.000
12	Fotografía digital	165.000	1.980.000
5	Diseño de pauta para revista 1/2 pagina + publicación	3.080.000	14.726.100
1	Diseño web	1.448.000	1.448.000
3	Gestión digital (redes sociales)	5.200.000	15.600.000
	<b>Total</b>	<b>12.445.220</b>	<b>50.000.000</b>

**Fuente:** La autora.

El proyecto cuenta con un costo de publicidad de 50.000.000 COP de los cuales 1.448.000 COP corresponden a diseño de página web, que al tratarse de una plataforma en internet donde se puede medir el retorno por la cantidad de visitas y compras realizadas en línea, está asignado como intangible en la inversión; lo demás, está considerado como gastos de publicidad, esto de acuerdo al Consejo Técnico de la Contaduría Pública (2019), en el Concepto 984 de 2018, el cual, tiene el siguiente apartado:

17.11<sup>5</sup> Los siguientes costos no son costos de un elemento de propiedades, planta y equipo una entidad los reconocerá como gastos cuando se incurra en ellos:

<sup>5</sup> NIIF para las PYMES. Módulo 17: Propiedades, Planta y Equipo.

- Costos de apertura de una nueva instalación productiva.
  - Costos de introducción de un nuevo producto o servicio (incluyendo los costos de publicidad y actividades promocionales).
- ***Canales de distribución.***

Para el producto generado a partir del proceso de pirolisis, se hace uso de un canal de comercialización directo, en una relación fabricante – consumidor, ideal para el sector industrial. Por lo anterior, queda excluido tercero o intermediarios. En relación con las empresas mineras, se aplica el mismo canal de distribución. Para las operaciones de ventas, se hará uso de canal electrónico página web y/o medio telefónico, dependiendo de los volúmenes que estén involucrados en la transacción. Los costos asociados a estos canales, ya se encuentran incluidos en los servicios solicitados al grupo SRM, en cuanto a diseño y manejo de página web.

#### **4.1.8. Mercado de materia prima e insumos.**

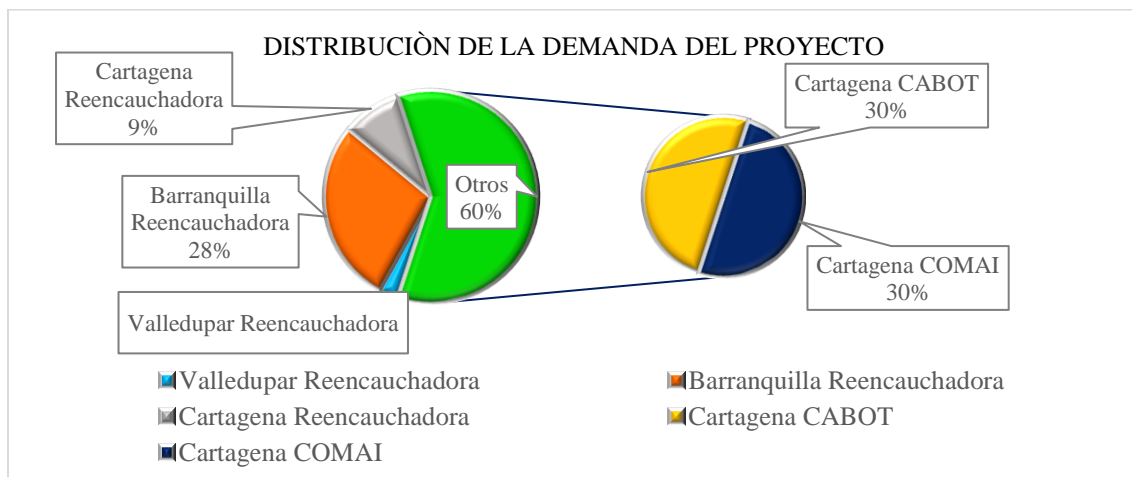
La planta de pirolisis, como herramienta principal de producción, es una maquina proveniente de China, cuyo fabricante es Doing Group, una empresa radicada en Taiwán, especializada en la producción de máquinas industriales para la transformación y reciclaje de llantas, plantas de aceites, entre otros.

En el caso de la materia prima, que son las llantas, se establecerá un acuerdo entre las minas y el proyecto donde ambos se pueden ver beneficiados, en donde la empresa minera pueda responder ante los requerimientos presentados por el gobierno nacional y a su vez el proyecto obtenga las llantas usadas sin costos asociados a transporte o recolección de las mismas en vertederos como lo realizan muchas empresas a nivel mundial.

#### 4.1.9. Proyección de las ventas.

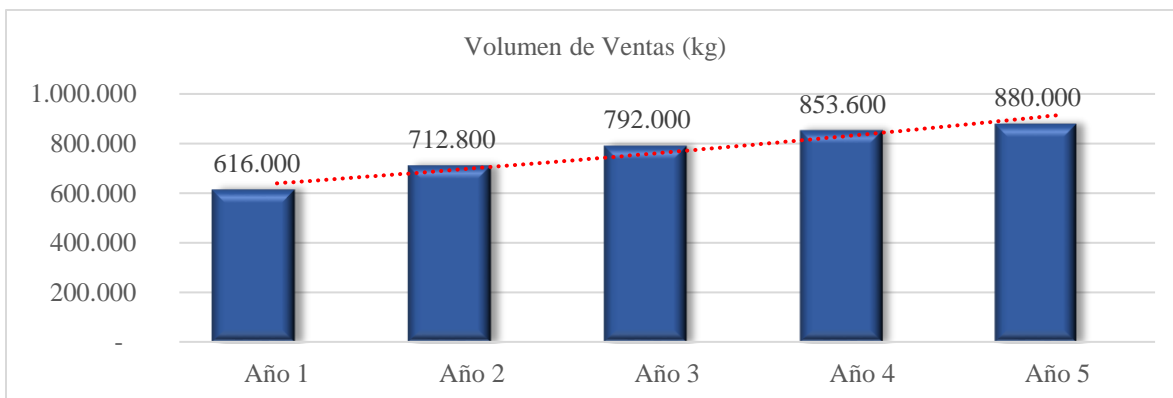
La distribución objetivo de las ventas del proyecto, tiene en cuenta las empresas que se encuentra en el mercado y que están identificadas como demanda, además de considerar el volumen a producir en el proyecto de 880.000 kg de negro de humo y la capacidad de la planta, queda distribuido así:

**Figura 7.** Distribución de la demanda del proyecto.



**Fuente:** La autora.

**Figura 8.** Volumen de Ventas del Proyecto.



**Fuente:** La autora.

Así para cada año, se haya una distribución de las ventas<sup>6</sup> de acuerdo a cada empresa demandante de negro de humo.

Finalmente, los ingresos por ventas son los siguientes:

**Tabla 10.** Ingresos por ventas.

<b>PROYECCIONES</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Volumen	616.000	712.800	792.000	853.600	880.000
Precio	3.000	3.120	3.245	3.375	3.510
Ingresos	1.848.000.000	2.223.936.000	2.569.881.600	2.880.551.731	3.088.426.598

**Fuente:** La autora.

## **4.2. Estudio técnico.**

La Universidad para la Cooperación Internacional, 2020. Cita a Rosales, 2005. Y define el estudio técnico de la siguiente manera: Un estudio técnico permite proponer y analizar las diferentes opciones tecnológicas para producir los bienes o servicios que se requieren, lo que además admite verificar la factibilidad técnica de cada una de ellas. Este análisis identifica los equipos, la maquinaria, las materias primas y las instalaciones necesarias para el proyecto y, por tanto, los costos de inversión y de operación requeridos, así como el capital de trabajo que se necesita.

### **4.2.1 Descripción del producto.**

A partir del aprovechamiento de los componentes de la llanta, se tiene en cuenta los productos a obtener a partir de ella.

En este sentido se parte de las propiedades físicas y químicas, del negro de humo, descritas a continuación. (Miller, 2015, p.10)

---

<sup>6</sup> El volumen de ventas en el proyecto, es el resultado de los datos obtenidos a partir de la encuesta aplicada, el comportamiento de las proyecciones de ventas considera tanto el mercado meta del proyecto, como el ciclo de vida del producto (CVP), teniendo en cuenta el conjunto de etapas y los esfuerzos que cada fase del CVP exige, según Kotler y Armstrong.



**Tabla 11.** Propiedades físicas y químicas del negro de humo.

Apariencia:	polvo o pellet
Color:	negro
Olor:	inoloro
Umbral del olor:	no procede
Punto/rango de fusión:	>3000°C
Punto/rango de ebullición:	>3000°C
Presión de vapor:	no procede
Densidad del vapor:	no procede
Temperatura de inflamación:	no procede
Inflamabilidad:	no inflamable1
Tasa de evaporación:	no procede
Densidad:	(20°C) 1,7 a 1,9 g/cm <sup>3</sup>
Densidad aparente:	1,25-40 lb/pie <sup>3</sup> , 20-640 kg/m <sup>3</sup>
Pellets:	200-680 kg/m <sup>3</sup>
Polvo (suelto):	20-380 kg/m <sup>3</sup>
Solubilidad (en agua):	insoluble
Valor de pH:	(ASTM 1512) 4-11 [50 g/l de agua, 20°C (68°F)]
Coefficiente de reparto (n-octanol / agua):	no procede
Viscosidad:	no procede
Temperatura de descomposición:	no procede
Temperatura de autoignición:	>140°C (>284°F) <sup>2</sup>

*Fuente:* (Miller, 2015, p.10)

Como lo menciona, Rivera, Velasco & Vacca. (2016). “Para las aplicaciones del producto en llantas, pisos y pinturas, se valoran en su orden, los módulos y dureza, y el contenido de finos, respectivamente. Siendo también éstos los atributos determinantes para la compra del producto.” Además, en la industria de la construcción es también usado en el asfalto, como lo es resaltado por Méndez:

El Concreto de Asfalto de Goma es un material para carreteras fabricado a partir de llantas recicladas. Comúnmente se lo conoce como CAG. El CAG es un producto que ha probado ser económico y amigable del medio ambiente, alternativa del pavimento de carreteras tradicional. Uno de los argumentos más convincentes para el uso del CAG es su capacidad para disminuir el ruido en las carreteras. Investigaciones han mostrado que el ruido puede reducirse hasta 85% en algunos casos. Además, el CAG provee una mayor tracción y visibilidad cuando llueve, lo que puede incidir en la reducción de los accidentes de carretera. (Méndez, 2018, p.63-64)

Para llegar a los productos generados a partir del aprovechamiento de las llantas desechadas o fuera de uso a partir de ser sometidas a un proceso de pirolisis, se tiene que el proceso se encuentra dividido en dos momentos. El primero involucra la Relación empresas de minería – Proyecto, el segundo momento involucra el proceso al que es sometida la llanta en la planta para obtener sus agregados.

#### **4.2.2. Proceso de producción.**

Para que se pueda llevar a cabo la fase de pirolisis, es necesario que las llantas que van a ser sometidas a este proceso, se les aplique ciertos procedimientos para que pueda ser recibida en la planta. Rivera, Velasco & Vacca. (2016) describen los procedimientos previos que deben ser tenidos en cuenta para poder llevar a cabo el proceso de pirolisis:

1. Destalonado: Consiste en retirar el acero (aros) de la llanta. Es una operación donde la máquina por tensión hala el aro hasta que logra sacarlo rasgando el caucho vulcanizado.
2. Corte: Se corta el caucho hasta lograr piezas de caucho relativamente pequeñas para facilitar la operación de triturado.
3. Triturado: el objetivo es lograr caucho vulcanizado en polvo (molido).
4. Desmetalizado: Se retira el material metálico que proviene de las capas de la carcasa.
5. Pirolisis: por medio de una incineración controlada en ausencia de oxígeno y en presencia de un gas de arrastre (CO<sub>2</sub>) se descompone el caucho en negro de humo (sólido), vapores y gases de pirolisis (Combustibles).
6. Separación: se alimenta el producto de la etapa anterior a un ciclón, donde se separa la fracción sólida (negro de humo) de la fracción gaseosa y vapores.
7. Pulverización: El producto sólido de pirolisis es molido hasta lograr un polvo.

8. Enfriamiento: Los gases y vapores producto de pirolisis son alimentados a una torre de enfriamiento donde el vapor es condensado y reutilizado como combustible de la torre de enfriamiento, y el gas es reutilizado como combustible en la cámara de combustión para proporcionar la energía al reactor de pirolisis.

9. Empaque: Se empaqueta el material pulverizado en big-bags de 25 kilogramos.

• **Descripción técnica planta de pirolisis.**

La planta de pirolisis tiene unas especificaciones técnicas, que contribuyen a la construcción de las proyecciones de capacidades y ventas del producto, ver tabla 12.

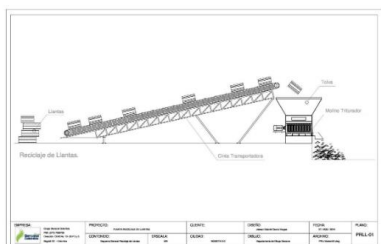
**Tabla 12.** Descripción técnica de la planta.

Maquina	Descripción y fuente.
<p style="text-align: center;"><b>Planta de Pirolisis.</b></p>  <p>Imagen: Doing Group en <a href="http://es.wastetireoil.com/Pyrolysis_plant">es.wastetireoil.com /Pyrolysis_plant</a></p>	<p>Doing Group WASTETIREOIL. Máquina para aprovechamiento de llantas desechadas, generadora de negro de carbón o negro de humo y aceite País: China Email: <a href="mailto:oilmachine@doinggroup.com">oilmachine@doinggroup.com</a> Precio: 57500USD- 86500USD Vida útil: 5-7 años</p> <p>Especificaciones técnicas:</p> <p>Tipo de Equipo: DY-1-10 Materia Prima: Neumáticos/plásticos Forma Estructural: rotación horizontal Capacidad de 24 horas: 10 toneladas El rendimiento de aceite: 4,5 -5,5 toneladas Presión Operacional: Normal Materiales de Pirólisis reactor: Q245R Espesor de Pirólisis reactor: 16mm Velocidad rotativa de Pirólisis Reactor: 0,4vuelta/minuto potencia total: 19KW Modo de refrigeración: refrigeración por agua Área de refrigeración del condensador: 100 metros cuadrados Tipo de transmisión: Transmisión por engranaj</p>
 <p>Imagen: <a href="http://es.wastetireoil.com/Pyrolysis_plant">es.wastetireoil.com /Pyrolysis_plant</a></p>	<p>Ruido dB(A): ≤85 Tamaño del Reactor(D×L): 2.600×6.600 Forma de funcionamiento: funcionamiento intermite Plazo de entrega: 20 días Peso: 35T</p>

## Trituradora de llantas



Imagen: Grupo Gercons



Perfil, Trituradora de llantas. Fuente: Gercons Colombia

Convierte llantas enteras fuera de uso en polvo de caucho de alta calidad. Está diseñada para procesar hasta 500 kilos por hora y producir hasta malla 30.

Fabricante: Gercons Colombia

País: Colombia

**Fuente:** La autora, con información de fuentes terciarias.

- **Proceso de pirolisis.**

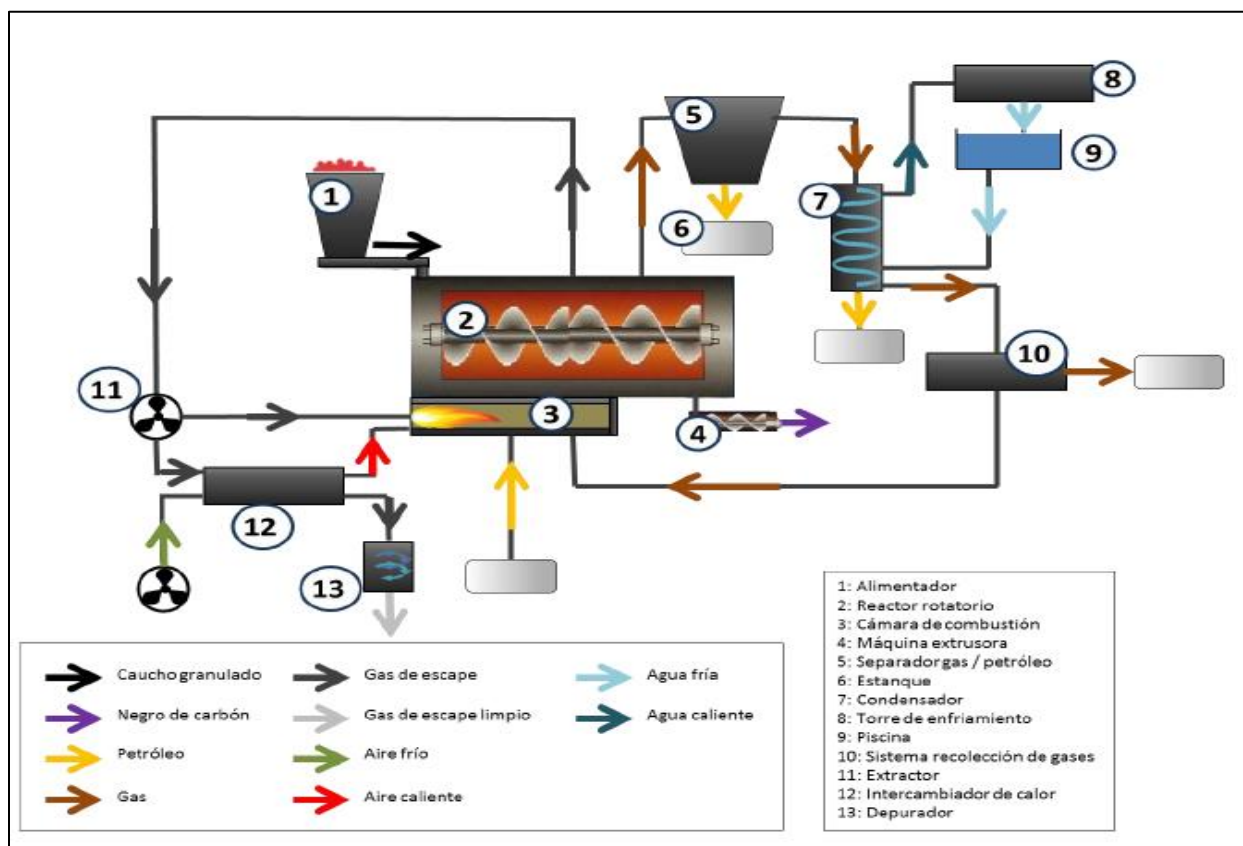
Tirel, (2017), describe el diagrama de flujo de proceso de la pirolisis:

Los granulados de caucho se ubican en un alimentador con cierre hermético, que permite una separación hermética entre el reactor de pirolisis y el exterior. De esta forma, se impide la entrada de oxígeno dentro del reactor. Es necesario impedir la entrada del oxígeno porque éste disminuye la calidad de los productos de pirolisis. Luego, los granulados son dirigidos hasta el reactor de tipo giratorio en lo cual se realiza la pirolisis. Los residuos sólidos son transportados por abajo con una máquina extrusora. Los gases se dirigen hasta un separador gas/petróleo que extrae el petróleo pesado, lo cual se almacena inmediatamente. Los gases siguen luego a una serie de tres condensadores. En esos, la parte condensable de los gases se condensa en petróleo liviano, y se estanca bajo los condensadores. Los gases que quedan se llevan a un sistema de recolección de gases que envía esos gases hasta la cámara de combustión o un estanque de gases. Los

condensadores reciben agua fría de una piscina, y devuelven el agua caliente a una torre de enfriamiento ubicada en la misma piscina. Una vez enfriada, el agua se devuelve a la piscina, de tal modo que no se pierda agua. La energía de los gases de escape se aprovecha de la siguiente manera. Una parte de los gases se inyectan directamente en la cámara de combustión para quemar los gases como el monóxido de carbono, por ejemplo. La otra parte pasa por un intercambiador de calor que precalienta el aire que se va hacia la cámara de combustión. Al precalentar el aire se mejora la eficiencia de la combustión. Después del intercambiador, los gases de escape pasan por un depurador antes de ser devueltos al medio ambiente.

Es necesario tener un estanque de petróleo conectado a la cámara de combustión para iniciar el proceso de pirolisis. Luego, el proceso se auto sostiene gracias a los gases producidos.

**Figura 9.** Diagrama de flujo de proceso de la pirolisis.



**Fuente:** Ingeniería De Perfil De Modernas Plantas Para Reciclaje De Neumáticos Fuera De Uso. (Kévin Tirel, 2017)

Otras variables de proceso, según Rivera, R. Velasco, G. Vacca C. (2016):

Composición de la materia prima (xf): es muy variada y desconocida ya que depende de la marca (fabricante), edad (tiempo de servicio) y tipo. En una sola llanta, dependiente del tipo, se pueden encontrar entre 10 y 15 formulaciones de caucho diferentes. Esto hace que el rendimiento y propiedades de los productos de la pirolisis sean también muy variados. La diferencia entre los tipos de caucho es fundamentalmente, la proporción de caucho natural (NR), caucho sintético (SR) y mezcla de cauchos (SBR) presentes.

i. Productos generados a partir del proceso de pirolisis:

- negro de humo: Industria cauchera
- Industria de la pintura
- Combustible
- Carbón activado
- Aceites

La producción de negro de humo o negro de carbón será almacenada y distribuida a los proveedores respetando las especificaciones técnicas de transporte del producto.

- ***Seguridad:***

Las oficinas administrativas y áreas de producción, contará con equipos contraincendios, como extintores. Por su parte la planta de pirolisis contará con un sistema de pulverizadores que se activarán en caso de incendio.

Se identifica una ruta de evacuación ante emergencias y se establecerá un protocolo de seguridad que este en conocimiento de todos los empleados de la planta, para reaccionar ante una emergencia.

Miller, T. (2015), expone los valores límite de exposición; siendo estos límites representativos de exposición ocupacional actualmente disponibles para el negro de humo (número CAS: 001333-86-4).

**Tabla 13.** Límite de exposición de negro de humo en Colombia.

País	Concentración, mg/m <sup>3</sup>
Colombia	3,0, TWA, puede inhalarse

El TWA promedio ponderado de tiempo, ocho (8) horas a menos que se especifique lo contrario

Equipo de protección personal: En consonancia con las prácticas [seguras y] de buena higiene ocupacional, se deben utilizar equipos de protección personal (EPP) conjuntamente con otras medidas de control, entre ellas los controles técnicos, la ventilación y el aislamiento. (Miller, T, 2015).

- ***Relación empresa minera - proyecto.***

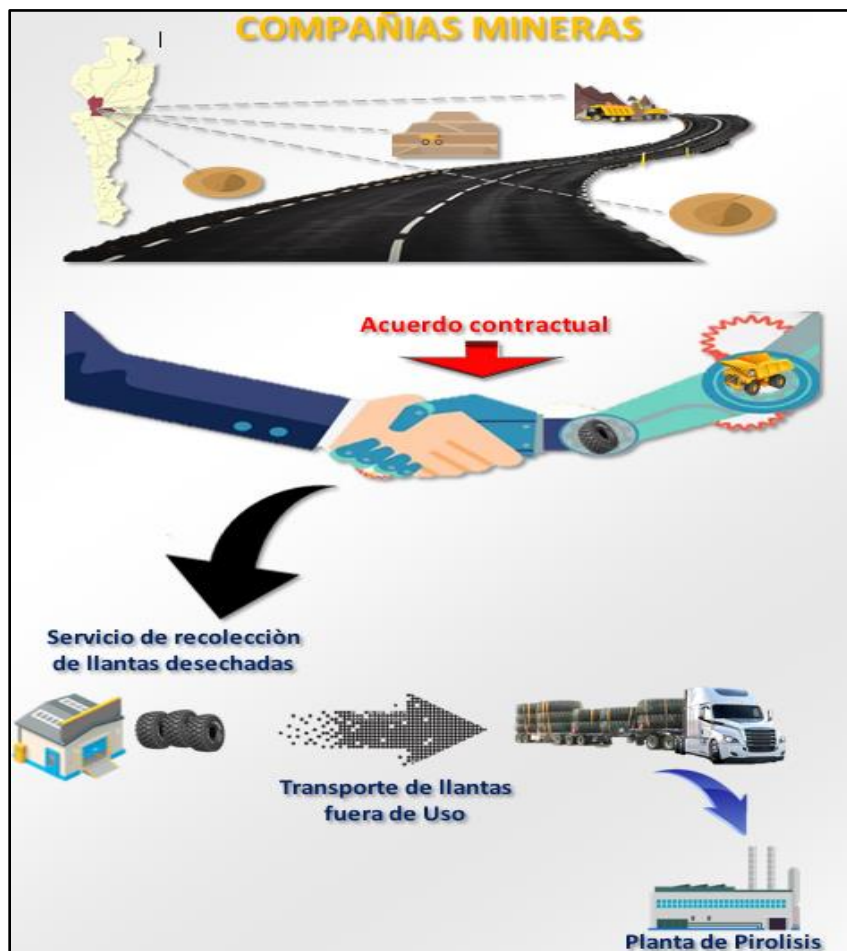
Para definir el ciclo de vida completo de la línea de producción del proyecto, cabe aclarar que inicia con el proceso de recolección y transporte de llantas fuera de uso por parte de las empresas mineras ubicadas en el departamento del Cesar, más específicamente en el municipio de El Paso y la Jagua de Ibirico.

Méndez, (2018), “Llanta de vehículo minero: Llantas fabricadas o importadas para el desarrollo de las actividades mineras con diámetro interno superior a 24”.

Para este primer momento la empresa minera, deberá disponer de un punto de entrega de las llantas que no tienen en uso. El proyecto dispondrá de personal que se encargue de verificar el estado de recibo de las llantas, para lo que se establecerá un procedimiento que cuente con un check list, como mecanismo de control de esta parte del proceso.

El proceso de traslado de las llantas, se llevará a cabo a través del uso de tracto camiones que permitan la movilización de las llantas de gran tamaño hasta llegar a la planta. El proceso de recolección y transporte de las llantas, se muestra en la siguiente ilustración:

*Figura 10.* Relación empresa minera - proyecto



*Fuente:* La autora.

#### 4.2.3. Recursos necesarios.

Para la puesta en marcha de la planta, es necesario que los recursos descritos a continuación estén disponibles en el proyecto, ya que estos son parte importante dentro del desarrollo del mismo para el logro de las ventas propuestas año a año.



**Tabla 14.** Recursos necesarios para el funcionamiento de la planta.

<b>RECURSOS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Publicidad	Página web
Instalaciones	Área de producción de la planta Oficinas Infraestructura
Maquinas	Cortadora de llantas Trituradora de llantas Pulverizadora Empacadora Compresores Planta Eléctrica
Planta	Planta de pirolisis Instalación, pruebas y capacitación
Personal administrativo y operativo	Gerente Coordinadores Técnicos
Equipo de cómputo, Muebles y enseres y otros	Computador Estanterías Archivadores Escritorios Sillas big-bags de 25kg

*Fuente:* La autora.

#### **4.2.4. Determinación del tamaño o capacidad.**

La distribución de los espacios en la planta de pirolisis, están pensados en los distintos procesos a los que son sometidos los productos y como estos se encuentran relacionados entre sí, así también el número de personas que laboraría durante un turno de trabajo, lo que involucra puestos de trabajo, baños, oficinas, área de parqueo y recibo de llantas y almacén.

Cada una de las áreas en las que se encuentran distribuidas las instalaciones de la planta, debe contar con una revisión en seguridad industrial que permita el normal funcionamiento de las tareas que sean desarrolladas en las instalaciones de la planta de forma segura.

El proyecto se encuentra dividido en dos departamentos, el primero el departamento de producción<sup>7</sup>, el cual integra todos los procesos productivos de la planta. El segundo, administración, ambos departamentos sujetos a una gerencia general.

A continuación, resumen de la capacidad de producción de la planta de pirolisis:

**Tabla 15.** Capacidad de la planta.

Planta de pirolisis: DY-1-10	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Horas trabajadas por día	8				
Capacidad (Ton/día)	3,3				
Capacidad (kg/día)	3.333				
Capacidad instalada (día de 8 horas) en kg	3.333	3.333	3.333	3.333	3.333
Capacidad instalada (mes) en kg	73.333	73.333	73.333	73.333	73.333
Capacidad instalada (años) en kg	880.000	880.000	880.000	880.000	880.000
Volumen de ventas	616.000	712.800	792.000	853.600	880.000
Capacidad utilizada	70,00%	81,00%	90,00%	97,00%	100,00%

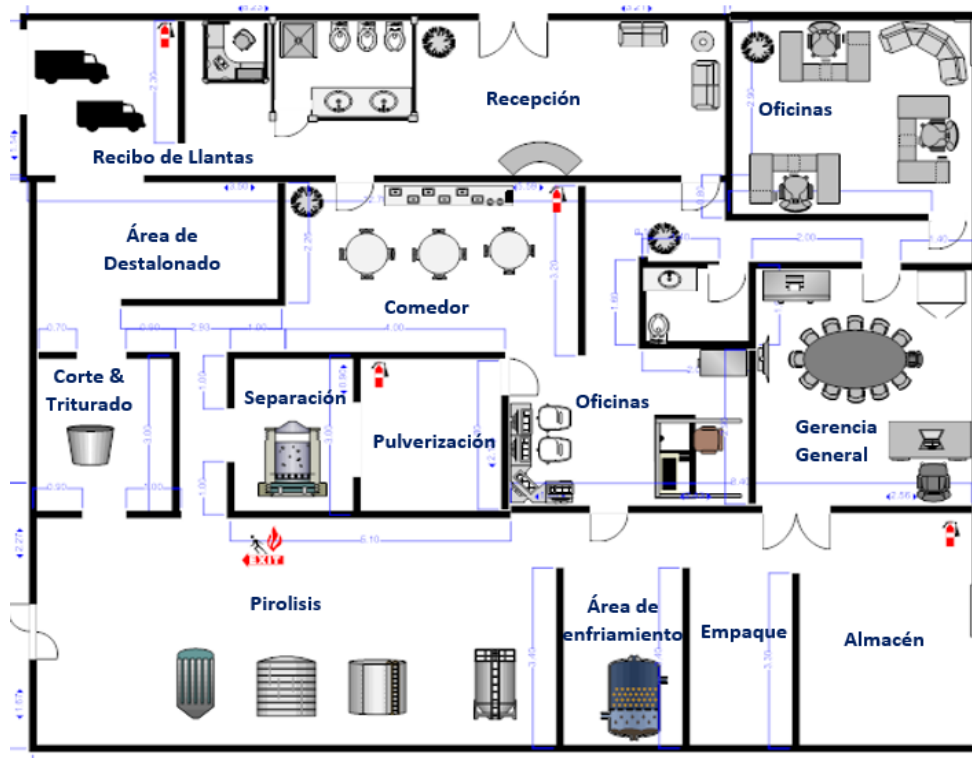
**Fuente:** La autora

La capacidad de la planta, responde a la necesidad del proyecto en satisfacer a la demanda descrita en el estudio de mercado, en donde la planta DY-1-10, por su descripción técnica cumple con las metas de producción y rendimiento del proyecto, iniciando con un uso de 70% hasta llegar al 100% en el año 5. Con turnos de ochos horas por día, lunes a sábado, lo que equivale a 3.333 kg diarios de negro de humo. Estos parámetros son establecidos por el proyecto, alineado al volumen de ventas meta.

<sup>7</sup> Actualmente una sola empresa minera puede desechar mensualmente 31 llantas de camión minero, sin contar las llantas desechadas de equipos auxiliares. Una llanta de camión minero puede llegar a contener hasta 890 kg de acero y 3.859 kg de caucho, materiales de interés en este proyecto (Michelin XDR, 2018). Dado el volumen de caucho de contiene una sola llanta, la capacidad de la planta se encuentra muy por debajo de el volumen de llantas que el proyecto podría recibir de una empresa minera en promedio al mes; por efectos de confidencialidad de la información no se revela estos datos en el documento. En consecuencia el volumen calculado de ventas tiene en cuenta la demanda del proyecto y la capacidad de la planta, mas no está en función del volumen de llantas a recibir dado que al estar por encima de la capacidad de la planta, no resulta relevante.

- *Layout.*

**Figura 11.** Layout, Planta de pirolisis



*Fuente:* Creación propia

En la figura 11 se muestra la proyección de la distribución de los espacios de la planta.

#### 4.2.5. Localización.

La localización del proyecto está ubicada en el departamento del Cesar, teniendo en cuenta la proximidad a las compañías mineras que se encuentran en explotación en este departamento, se ubica estratégicamente en el municipio de El Paso, teniendo en cuenta la ubicación geográfica del municipio dentro del departamento, con vías de comunicación a la capital del departamento a una distancia de 130km. El Municipio de El Paso tiene presencia de la formación Los Cuervos<sup>8</sup>, que

<sup>8</sup> Es la formación geológica constituida por una unidad litoestratigráfica, debido a que sus rocas están caracterizadas por unas propiedades litológicas comunes, que se ubican en parte del departamento del Cesar, en el caso de Colombia.

hace que sus corregimientos cuenten con la presencia de compañías mineras, como Siminera- La Loma, Prodeco- Calenturita, Carbones Del Cesar, Drummond y El Descanso. Por otra parte, solo se encuentra por fuera de este municipio otra empresa minera, que es la Mina La Jagua, ubicada en el municipio de la Jagua de Ibirico, sin embargo, a pesar de estar por fuera del Municipio de la Loma, Mina La Jagua perteneciente también al grupo Prodeco, se ubica a 40 minutos de la mina Calenturitas.

**Figura 12.** Empresas Mineras en el Departamento del Cesar.



**Fuente:** Imagen, Google Maps. Ubicación de Empresas mineras en el Departamento del Cesar

---

La Formación Cuervos se encuentra suprayaciendo de manera conforme a la Formación Barco, y su límite se marca donde inicia el predominio de arcillolitas y decrecen los paquetes gruesos arenosos.

#### 4.2.6. Inversiones y costos.

Las inversiones son las siguientes:

**Tabla 16.** Planta e instalación.

Equipo	Valor en Peso COP	Descripción
Planta de Pirolisis	345.135.000	Tecnología de pirolisis es una tecnología nueva, también es una nueva manera para el reciclaje de neumáticos de desecho.
Instalación de la Planta	80.419.000	Tiempo 60 días máximos, tiempo de pruebas y capacitaciones 7 días.
Total Planta	425.554.000	

**Fuente:** La autora.

**Tabla 17.** Inversión.

#### **Inversión**

Maquinaria y equipo	1.191.554.000
Equipo de Computo	20.000.000
Muebles y enseres	30.000.000
Desarrollo página web	1.448.000
Capital de Trabajo	393.431.634
<b>TOTAL</b>	<b>1.636.433.634</b>

**Fuente:** La autora.

La inversión del proyecto para su puesta en marcha, es de un total de 1.636.433.634 pesos, esto inversión aborda la planta de pirolisis, instalación de la planta, trituradora, pulverizadora, empacadora, compresores, planta eléctrica, trámites legales, instalaciones, equipos tecnológicos, computadores, muebles, pagina web y un capital de trabajo para el normal funcionamiento de la planta.

La estimación de la inversión y costos del proyecto, se encuentran descritos en la siguiente tabla, en ella se muestra las proyecciones dadas para el proyecto, partiendo de las estimaciones y parámetros establecidos por el proyecto, según las necesidades del mismo y las condiciones legales que estima la ley en Colombia, esta información se la reserva el proyecto:

Tabla 18. Costos MP MOD CIF.

<b>PROYECCIONES</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>Costos</b>					
Inventarios PT (un)					
II PT	-	-	-	-	-
Producción	616.000	712.800	792.000	853.600	880.000
IF PT	-	-	-	-	-
Inventario Mp + Insumos (un)					
II MP	-	-	-	-	-
Compras	616.000	712.800	792.000	853.600	880.000
IF MP	-	-	-	-	-
Costo Unitario MP + Insumos	1.000	1.040	1.082	1.125	1.170
Inventario MP + Insumos (\$)					
II MP	-	-	-	-	-
Compras	616.000.000	741.312.000	856.627.200	960.183.910	1.029.475.533
IF MP	-	-	-	-	-
Costo materia prima + insumos	616.000.000	741.312.000	856.627.200	960.183.910	1.029.475.533
<b>MOD</b>					
Sueldo básico <sup>9</sup>	221.206.356	230.054.610	239.256.795	248.827.066	258.780.149
Factor prestacional	110.603.178	115.027.305	119.628.397	124.413.533	129.390.075
Nómina operarios	331.809.534	345.081.915	358.885.192	373.240.600	388.170.224
<b>CIF</b>					
Gasto CIF	18.000.000	18.720.000	19.468.800	20.247.552	21.057.454
Depreciación maquinaria y equipo	119.155.400	119.155.400	119.155.400	119.155.400	119.155.400
Depreciación equipo cómputo	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000	2.400.000
Depreciación muebles y enseres	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000	3.600.000
CIF totales	143.155.400	143.875.400	144.624.200	145.402.952	146.212.854

Fuente: La autora.

<sup>9</sup> Los datos correspondientes a los salarios básicos indicados en el organigrama del proyecto, como el factor prestacional aplicado a cada uno, se encuentra descrito en el anexo A del documento.

#### **4.2.7. Impacto ambiental.**

La construcción de una planta, en donde se lleve a cabo el proceso de pirolisis, involucra ciertos parámetros ambientales que deben tenerse en cuenta y cumplirse durante su ejecución.

El negro de humo no plantea riesgos ambientales significativos. Como cuestión de buena práctica, minimice la contaminación de las aguas residuales, el suelo, las aguas subterráneas, los sistemas de drenaje o los cuerpos de agua.

El negro de humo no es una sustancia peligrosa bajo la Ley Integral de Respuesta, Compensación y Responsabilidad Ambientales (CERCLA, 40 CFR 302), o la Ley de Aguas Limpias (40 CFR 116), ni tampoco un contaminante peligroso del aire bajo las Enmiendas a la Ley de Aire Limpio de 1990 (CAAA-90, 40 CFR 63). (Miller, 2015, p.5)

Por otra parte, el proyecto está orientado a dar respuesta a la disposición de llantas fuera de uso en el corredor minero del departamento del Cesar, a partir del aprovechamiento de los componentes de la llanta, luego de ser sometido a un proceso de transformación que lo hace aprovechable.

#### **4.3. Estudio organizacional.**

Para el estudio organizacional del proyecto, se tiene en cuenta la capacidad operacional requerida por el proyecto, esta debe satisfacer las necesidades requeridas para cumplir las metas propuestas. A su vez de evaluar las fortalezas y debilidades en su totalidad y en cada una de sus etapas a la vez.

### 4.3.1 Estrategia.

#### *Misión*

Hacer uso eficiente de las llantas desechadas en minería, para ofrecer el negro de humo de mejor calidad y con las mejores especificaciones técnicas que permita estar posicionados dentro de los productores a nivel nacional y ser reconocidos por nuestras buenas practicas operativas y administrativas.

#### *Visión*

Ofrecer un producto de calidad, contribuyendo con el medio ambiente a través del aprovechamiento de llantas usadas en minería.

#### *DOFA.*

En el siguiente cuadro se resume las Fortalezas, Debilidades, Oportunidades y Amenazas del Proyecto.

**Tabla 19.** DOFA

<b>FORTALEZAS</b> Maquinaria moderna Personal Idóneo y capacitado Servicio de calidad y puntualidad Cumplimiento de especificaciones técnicas del producto.	<b>OPORTUNIDADES</b> Facilidad de ingresar en el mercado, Demanda por satisfacer.
<b>DEBILIDADES</b> Proyecto nuevo en el mercado. Competencia con trayectoria en el mercado. Inversión inicial fuerte	<b>AMENAZAS</b> Ingreso de nuevos competidores. Inestabilidad en el mercado producto del Covid 19.

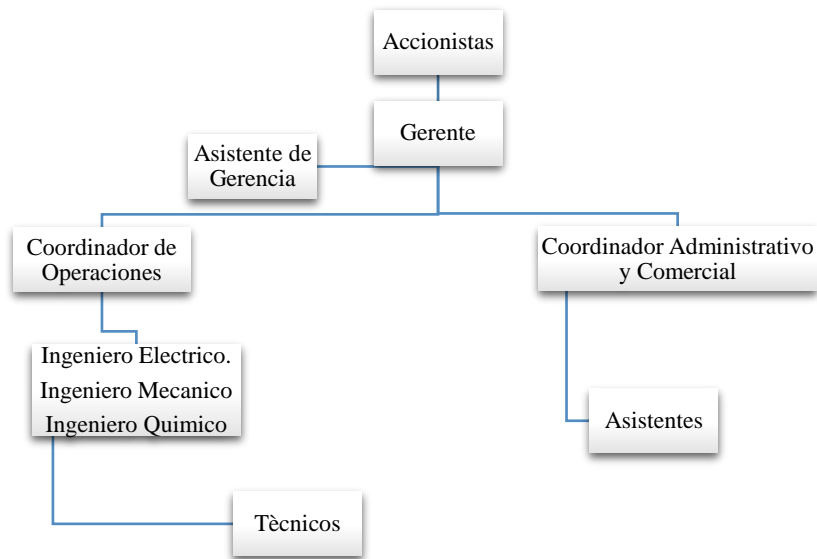
**Fuente:** La autora.



### 4.3.2. Equipo gerencial y organigrama

El proyecto está organizado de la siguiente manera:

*Figura 13.* Organigrama.



*Fuente:* La autora.

### 4.3.3 Descripción de roles.

- **Inversionista:**

Introducir dentro de la empresa, por medio de quien los represente, además de la maximización de las utilidades, la RSE.

- **Gerente General:**

Tiene a cargo la responsabilidad económica de la organización hacia sus accionistas, así también la responsabilidad legal de la misma.

- **Asistente de gerencia:**

Elaborar los resúmenes ejecutivos que le sean solicitados, reportes de cumplimiento semanales de mensuales de las diferentes áreas.

- **Coordinador de Operaciones:**

Báez & Castillo, 2006, resaltan la descripción dada por Edward Lawler, en la revista Trend Management, de la siguiente manera:

Buscar la colaboración de Recursos Humanos en materias de diseño y estrategia, éstos deberían intervenir en el desarrollo de la estrategia, además de participar en su implementación; en particular en dos áreas. La primera de ellas es la gestión de todo el proceso de creación de la estrategia, que es un tema de comportamiento organizacional que involucra liderazgo y procesos de comunicación y diseño. La otra es la evaluación concreta del capital humano existente y el que se puede incorporar, y la manera de fusionarlos a ambos para crear el tipo de capacidades organizacionales necesarias para ejecutar la estrategia. (p.6)

- **Coordinador administrativo y comercial:**

Gestionar las funciones legales, recursos humanos y administrativas propias del negocio, en aras de garantizar el normal funcionamiento de las diferentes partes involucradas en la cadena productiva del proyecto, integrando la forma en que se establecerá las relaciones con los diferentes stakeholders.

Decidir las mejores estrategias de comercialización y distribución del producto, en las diferentes etapas de desarrollo del proyecto, estableciendo junto a su equipo de trabajo, los canales de distribución, público objetivo, precio, etc., acorde a el comportamiento del contexto del proyecto a niveles regional y nacional, teniendo en cuenta los constantes cambios que exige el medio y la manera más productiva de aprovecharlo.

- **Ingeniero Eléctrico:**

Implementar el sistema eléctrico propicio para el funcionamiento de la planta y la estructura del proyecto, para ello debe planear, elaborar y ejecutar un plan en las diversas etapas de instalación, operación, generación, transmisión, transformación, distribución, utilización, mantenimiento y desarrollo energético de la planta. (Universia, 2019).

- **Ingeniero Mecánico:**

Diseñar e instalar equipos mecánicos o térmicos; seleccionar sus componentes, especificar materiales, costos y duración de la ejecución. Planear, dirigir operaciones y mantenimiento de maquinaria; evaluar y optimizar procesos de conversión de energía. Identificar y resolver problemas relacionados con máquinas y con procesos de transformación y usos del calor y la energía, mediante la investigación, la gestión o la innovación tecnológica. Desarrollar modelos matemáticos y computacionales para facilitar la aplicación de los criterios de ingeniería en la optimización de los equipos o procesos que está diseñando, seleccionando o instalando. Participar en la planeación y ejecución de proyectos o investigaciones relacionados con sistemas térmicos o mecánicos. (Universidad del Norte, 2020).

- **Ingeniero Químico:**

Llevar a cabo el control de las propiedades químicas y físicas del producto, teniendo en cuenta su calidad, dentro de los rangos establecidos en acuerdo con el cliente.

- **Técnico:**

Brindar el soporte técnico, reportando directamente al ingeniero. Cumpliendo las normas de seguridad dadas en el proyecto, entender los planes de producción, manejar los equipos y herramientas de la planta para el cumplimiento de las metas.

- **Asistente de ventas:**

Asistir al gerente comercial y administrativo, en las tareas asignadas por los mismos, elaboración de informes y gestión de ventas.

- **Asistente financiero:**

Asistir al gerente financiero, realizar análisis de informes, flujos de caja, brindar soporte en la elaboración de presupuestos, elaborar las mejores estrategias para maximizar la rentabilidad del proyecto.

#### **4.3.4. Aspectos legales.**

Para dar inicio de operación del proyecto, se deben contar con los siguientes, certificados, autorizaciones y permisos:

- ✓ Registro mercantil.
- ✓ Permiso Sanitario otorgado por la secretaria de salud.
- ✓ Concepto técnico del departamento de bomberos del municipio.
- ✓ Registro Único Tributario (RUT), otorgado por la Dian.
- ✓ Inscripción en el registro de información tributaria.
- ✓ Registro de la razón social o nombre de la empresa.

Dentro de los trámites legales se debe:

- ✓ Verificar que el nombre de la empresa no le pertenezca a otro.
- ✓ Aclaratorio de estatutos.
- ✓ Cuenta bancaria de la empresa y su certificado.
- ✓ Radicación de documentos en cámara de comercio.
- ✓ Constitución de la empresa.

- ✓ Solicitar la resolución de facturación y la inscripción de los libros.
- ✓ Registro en el instituto de seguridad Social.

*Mis trámites y requisitos, (2020)*

Méndez García. (2018), realiza un marco legal en torno al aprovechamiento de las llantas usadas en Colombia, donde lo describe y resume de la siguiente manera:

Decreto 1753 de 1994 Sustituido por el Decreto 1180 de 2003 “Licencias ambientales. Establece las disposiciones de un plan de manejo ambiental, en donde, de manera detallada, establece las acciones que se requieren para prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir los posibles efectos o impactos ambientales negativos causados por un proyecto, obra o actividad”.

Decreto 1505 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por el cual se modifica parcialmente el Decreto 1713 de 2002, en relación con los planes de gestión Integral de residuos sólidos y se dictan otras disposiciones” Decreto 1140 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por el cual se modifica parcialmente el decreto 1713 de 2002, en la relación con el tema de las unidades de almacenamiento, y se dictan otras disposiciones. Sistemas de almacenamiento colectivo de residuos sólidos. Todo multiusuario del servicio de aseo, deberá tener una unidad de almacenamiento de residuos sólidos que cumpla como mínimo los requisitos”

Resolución 058 de 2002 Ministerio Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por la cual se establecen normas y límites máximos permisibles de emisión para incineradores y hornos crematorios de residuos sólidos y líquidos”.

Resolución 415 de 1998 Ministerio del Medio Ambiente "Por la cual se establecen los casos en los cuales se permite la combustión de aceites de desecho y las condiciones técnicas para realizar la misma". Artículo 79 Constitución Política “Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la

diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.” Artículo 80 Constitución Política “El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.” Decreto 4741 de 2005 “por el cual se reglamenta parcialmente la prevención y el manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral.”

Ley 23 de 1973- “Mediante la cual se faculta al Gobierno Nacional para expedir el CRN (Código de Recursos Naturales”

Resolución 1326 de 2017 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El entonces Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, expidió la Resolución 1457 de 2010, modificada por la resolución 1326 de 2017 “Por la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas y se dictan otras disposiciones”.

Ley 9 de 1979 “Código Sanitario Nacional. Vincula los efectos sobre el medio ambiente con la salud humana y los aspectos sanitarios”

Resolución 2309 de 1986 Ministerio de Salud “Por la cual se dictan normas en cuanto a los residuos especiales. Define los residuos especiales, los criterios de identificación, tratamiento y registro. Establece planes de cumplimiento vigilancia y seguridad” Decreto Ley 2811 de 1974 “Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente”. Artículo 38 “Por razón del volumen o de la calidad de los residuos, las basuras, desechos o desperdicios, se podrá imponer a quien los produce la obligación que recolectarlos, tratarlos o disponer de ellos, señalándole los medios para cada caso.”

Decreto 1449 de 1977 Ministerio de agricultura “Disposiciones sobre conservación y protección de aguas, bosques, fauna terrestre y acuática”

Decreto 2 de 1982 “Disposiciones sanitarias sobre emisiones atmosféricas”.

- Art 7 a 9. Definiciones y normas generales
- Art. 73. Obligación del estado de mantener la calidad atmosférica para no causar molestias o daños que interfieran el desarrollo normal de especies y afecten recursos naturales.
- Art. 74. Prohibiciones y restricciones a la descarga de material particulado, gases y vapores a la atmosfera.
- Art. 75. Prevención de la contaminación atmosférica

Decreto 948 de 1995 Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible “Normas para la protección y control de la calidad del aire”.

Resolución 1488 de 2003 Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial “Por la cual se establecen los requisitos, las condiciones y los límites máximos permisibles de emisión, bajo los cuales se debe realizar la disposición final de llantas usadas y nuevas con desviación de calidad, en hornos de producción de Clinker de plantas cementeras.”

#### **4.3.5 Impacto social.**

Como iniciativa del proyecto, esta como prioridad vincular a personal oriundo de la región, con el objetivo de contribuir con la mitigación de desempleo en el departamento del Cesar, afectando positivamente a las familias representadas en cada colaborador. Como medida de control se considera realizar una vinculación con las instituciones de formación técnica y tecnológica, cuyas carreras sean afines a los cargos descritos en el organigrama.

#### **4.3.6 Impacto económico.**

El alcance que tienen los productos generados a partir de las llantas usadas, permiten que cada industria representada, sea esta la química, de pinturas (aumentando la durabilidad en superficies) o la construcción, fortalezcan el desarrollo económico de la región.

La infraestructura vial de un país es una de las bases para su crecimiento y desarrollo económico, la lógica popular sugiere que las mejoras en las vías conllevan inherentemente efectos benéficos (directos), como: reducción de tiempos de viaje, disminución de costos de transporte y mejora el autoabastecimiento (Ramírez, 2015).

La mezcla asfáltica modificada con GCR ha demostrado más resistencia al envejecimiento, la fatiga, altas y bajas temperaturas pues es mucho más flexible. Disminuye el ruido de rodadura, son más durables y con menor necesidad de mantenimiento. De acuerdo con el IDU y la Universidad de los Andes el costo-beneficio se ve reflejado en un costo/eje disminuido en un 20%. (Ramírez, 2012; Méndez, 2018, p.119)

#### **4.4. Análisis financiero.**

La evaluación financiera juega un papel fundamental en el proceso decisorio de un proyecto porque permite analizar la rentabilidad financiera del mismo. Además, es una herramienta útil para el análisis de estrategias de recuperación de costos y de financiamiento; para el establecimiento de tarifas y subsidios y para el análisis de la sostenibilidad financiera. (Mokate, 2004).

A partir del estudio financiero del proyecto se pretende establecer en ella fase de factibilidad la rentabilidad del mismo. Por consiguiente, es en esta fase donde se establece las primeras medidas para continuar o abandonar el proyecto, estableciendo las consideraciones que el medio ofrece en cuento a desarrollo y sostenibilidad del proyecto.



Todos los cálculos efectuados para la evaluación financiera, están expresados en pesos colombianos.

Los criterios de construcción para el análisis financiero son los siguientes:

- a. Vida útil del proyecto es de cinco años, teniendo en cuenta la vida útil de la planta de pirolisis y demás equipo necesarios para su funcionamiento, además de tiempo de operación de las empresas mineras que suministraran las llantas el cual se extiende, pero ofrece la oportunidad de reevaluar o reestructurar el proyecto una vez culminados los 5 años teniendo en cuenta la migración a nivel mundial a energías limpias y considerando que la materia prima son llantas desechadas en minería.
- b. Volumen anual de ventas del proyecto: 880.000 kg
- c. La base de precio del producto puesto en bodega es 3000 pesos COP.
- d. La rotación de las cuentas por cobrar es de 30 días.
- e. El desembolso de la inversión se asocia al año cero.
- f. Se toma de referencia una inflación de 4%, límite superior de la inflación, según el DANE.
- g. La depreciación de maquinaria y equipos se hará en línea recta al total de periodos del proyecto.
- h. Los indicadores definidos para evaluar la viabilidad del proyecto son el valor presente neto VPN y la tasa interna de retorno TIR.
- i. La base de cálculo de ICA, es el aplicado al municipio de El Paso, según la última actualización realizada por el concejo municipal, en donde se establece un valor de 5.0 Expresado en milajes.
- j. La base de cálculo (gastos) de transporte de producto en pesos colombianos tiene en cuenta la distribución de ventas realizadas a Valledupar, Barranquilla y Cartagena, basados en valores por empresas como Sánchez Polo, TVG Cargo y TCC. Los cuales tienen cobertura en el área del proyecto y el destino de mercancía.

Para la elaboración de las proyecciones de transporte, el proyecto basa sus estimaciones en los valores ofrecidos por el *Grupo logístico TCC, (2020)*. El cual tiene en cuenta para el cobro de sus tarifas:

Flete de Manejo: el valor del flete de manejo varía según el valor declarado por cada unidad de la mercancía y dependiendo del tipo de zona. Corresponde a: 0.6% para envíos urbanos con un mínimo de \$4.410 y 1% para envíos nacionales con un mínimo de \$6.270.

Peso Volumen: El peso volumen es el resultante de multiplicar las dimensiones de la unidad (largo x alto x ancho en mts., incluyendo espacios vacíos) por el factor de equivalencia que es 400 kg/m<sup>3</sup>. Esta variable es importante porque representa el espacio que ocupa un paquete en el vehículo.

*Grupo logístico TCC, (2020).*

El negro de humo es entregado en big-bags de 25 Kg, con las siguientes dimensiones: alto: 194 cm, ancho 130 cm y largo: 110 cm. Es aplicado la tarifa para envíos nacionales y demás consideraciones de la empresa de transporte para el peso volumen.

INFORMACIÓN DE TRANSPORTE: [designada no obligatoria según la OSHA]

Número de la ONU: No tiene un número de la ONU. [El negro de humo no está clasificado como material peligroso por la ONU.]

Nombre correcto según la ONU para el transporte: No procede

Nivel(es) de riesgo para el transporte: No procede

Grupo de embalaje, si procede: No procede

Riesgos ambientales

Riesgo marino: No procede

Precauciones especiales para los usuarios: Ninguna

(Miller, T. 2015. p18)

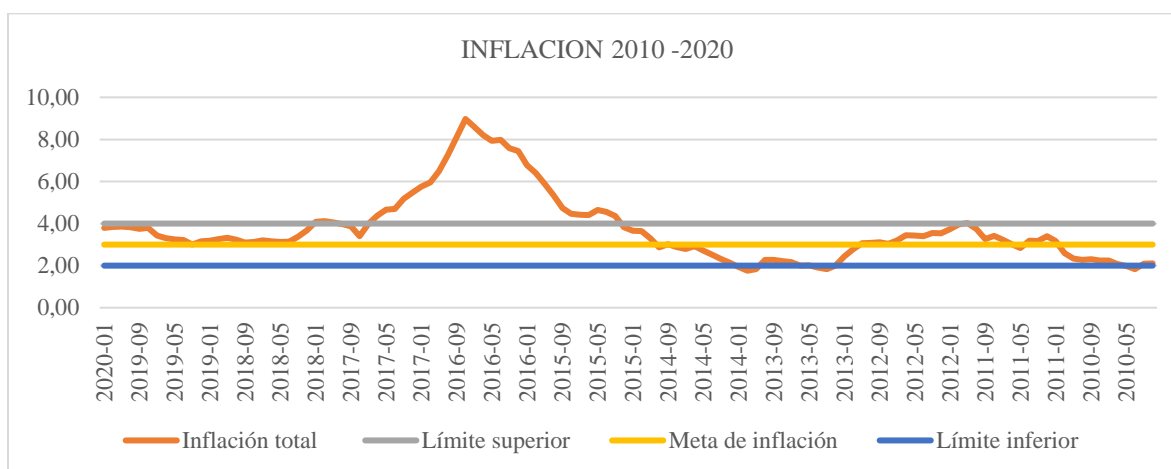
- k. En el mercado natural del proyecto, inicia en Cartagena con Comai, luego entran Cabot, Home Center y las reencauchadoras.
- l. Publicidad: 50 M COP. Grupo RSM.

- m. Las instalaciones del proyecto, es un inmueble en calidad de arrendamiento en el municipio de El Paso, por un valor de 20 M COP/mes, el cual cuenta con el espacio requerido para el desarrollo administrativo y de producción de la planta, descrito en el tamaño y capacidad del proyecto.

#### 4.4.1. Definición de las variables macroeconómicas.

Para este caso, el proyecto establece como variable macroeconómica la inflación, la cual está definida como “el fenómeno de la inflación se define como un aumento sustancial, persistente y sostenido del nivel general de precios a través del tiempo” (Banco de la Republica, 2020.)

**Figura 14.** Inflación en Colombia 2010 – 2020.



**Fuente:** La autora.

#### 4.4.2. Presupuesto de inversión

La inversión inicial del proyecto corresponde a: activos fijos (maquinaria, equipo, equipo de cómputo, muebles y enseres); intangibles (diseño página web) y el capital de trabajo inicial (efectivo necesario para garantizar la operación en los primeros meses de la operación) (Mokate, 2004).

La tabla 20, presenta la inversión inicial estimada para el proyecto:

**Tabla 20.** Inversión estimada del proyecto

<b>INVERSIÓN</b>	Valor
Maquinaria y equipo	1.191.554.000
Equipo de computo	20.000.000
Muebles y enseres	30.000.000
Diseño página web	1.448.000
Capital de trabajo	393.431.634
<b>TOTAL</b>	<b>1.636.433.634</b>

**Fuente:** La autora.

A continuación, los costos de inversión de maquinaria:

**Tabla 21.** Costo de inversión de maquinaria y equipo

Trámites aduaneros y de nacionalización		30.000.000
Instalaciones		61.000.000
Planta Pirolisis	86.500USD	345.135.000
Instalación de maquina		80.419.000
Cortadora de llantas		150.000.000
Trituradora de llantas		45.000.000
Pulverizadora		60.000.000
Empacadora		120.000.000
Compresores		150.000.000
Planta eléctrica		150.000.000
	<b>TOTAL</b>	<b>1.191.554.000</b>

**Fuente:** La autora, Información: Doing Group, Gercons, Rivera, Velasco y Vacca.

#### **4.4.3. Proyección de los estados financieros; estado de resultados, balance general y flujo de caja**

Para la proyección de los estados financieros y los flujos de caja, es importante establecer los input descritos a continuación relacionados al factor prestacional y los anteriormente mencionados, dado que en ellos se encuentran contenidos las proyecciones de ingresos, costos y gastos del proyecto:

- **Estados financieros.**

Tabla 22. Estados Financieros

<b>ESTADOS FINANCIEROS</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
<b>ESTADO DE RESULTADOS</b>						
Ingresos		1.848.000.000	2.223.936.000	2.569.881.600	2.880.551.731	3.088.426.598
Costos		1.090.964.934	1.230.269.315	1.360.136.592	1.478.827.462	1.563.858.611
Gastos		482.761.600	538.213.120	601.973.107	660.179.801	701.703.120
<b>Utilidad Operacional</b>		274.273.466	455.453.565	607.771.901	741.544.469	822.864.868
Gastos financieros		-	-	-	-	-
Utilidad antes de impuestos		274.273.466	455.453.565	607.771.901	741.544.469	822.864.868
Impuesto de renta		87.767.509	141.190.605	182.331.570	222.463.341	246.859.460
<b>Utilidad Neta</b>		186.505.957	314.262.960	425.440.331	519.081.128	576.005.407
Reserva legal		18.650.596	31.426.296	42.544.033	51.908.113	57.600.541
<b>BALANCE GENERAL</b>						
<b>ACTIVOS</b>	1.636.433.634	1.900.938.850	2.226.962.794	2.663.346.251	3.192.403.044	3.775.486.513
<b>Activos corrientes</b>	393.431.634	787.381.850	1.242.850.794	1.808.679.251	2.467.181.044	3.179.709.513
Disponibles	393.431.634	633.381.850	1.057.522.794	1.594.522.451	2.227.135.067	2.922.340.630
Cuentas x cobrar		154.000.000	185.328.000	214.156.800	240.045.978	257.368.883
Inventarios		-	-	-	-	-
IFMP + insumos		-	-	-	-	-
IFPT		-	-	-	-	-
<b>Activos Fijos</b>	1.241.554.000	1.112.398.600	983.243.200	854.087.800	724.932.400	595.777.000
Maquinaria y equipo	1.191.554.000	1.191.554.000	1.191.554.000	1.191.554.000	1.191.554.000	1.191.554.000
Depreciación acumulada		119.155.400	238.310.800	357.466.200	476.621.600	595.777.000
Equipo de computo	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000	20.000.000
Depreciación acumulada		4.000.000	8.000.000	12.000.000	16.000.000	20.000.000
Muebles y enseres	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000	30.000.000
Depreciación acumulada		6.000.000	12.000.000	18.000.000	24.000.000	30.000.000
<b>Intangibles</b>	1.448.000	1.158.400	868.800	579.200	289.600	-
Desarrollo página web	1.448.000	1.158.400	868.800	579.200	289.600	-
<b>PASIVOS</b>	-	77.999.260	89.760.244	100.703.370	110.679.036	117.757.097
<b>Pasivo corrientes</b>	-	77.999.260	89.760.244	100.703.370	110.679.036	117.757.097
Obligaciones financieras corrientes	-	-	-	-	-	-
Proveedores		51.333.333	61.776.000	71.385.600	80.015.326	85.789.628
Obligaciones laborales		25.125.927	26.130.964	27.176.202	28.263.250	29.393.780

<b>ESTADOS FINANCIEROS</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Obligaciones fiscales		1.540.000	1.853.280	2.141.568	2.400.460	2.573.689
Renta por pagar		-	-	-	-	-
ICA por pagar		1.540.000	1.853.280	2.141.568	2.400.460	2.573.689
<b>Pasivos a Largo Plazo</b>	-	-	-	-	-	-
Obligaciones financieras a largo plazo	-	-	-	-	-	-
<b>PATRIMONIO</b>	1.636.433.634	1.822.939.590	2.137.202.550	2.562.642.881	3.081.724.009	3.657.729.416
Capital	1.636.433.634	1.636.433.634	1.636.433.634	1.636.433.634	1.636.433.634	1.636.433.634
Reserva legal		18.650.596	50.076.892	92.620.925	144.529.038	202.129.578
Utilidad del ejercicio		167.855.361	282.836.664	382.896.298	467.173.015	518.404.867
Utilidad del ejercicio años anteriores		-	167.855.361	450.692.025	833.588.322	1.300.761.338
Verificación	-	-	-	-	-	-
<b>FLUJO DE CAJA - EFECTIVO</b>						
<b>Operación</b>	-	239.950.217	424.140.943	536.999.657	632.612.616	695.205.563
Ingresos	-	1.694.000.000	2.192.608.000	2.541.052.800	2.854.662.554	3.071.103.693
Ventas		1.694.000.000	2.192.608.000	2.541.052.800	2.854.662.554	3.071.103.693
Egresos	-	1.454.049.783	1.768.467.057	2.004.053.143	2.222.049.937	2.375.898.130
Compras		564.666.667	730.869.333	847.017.600	951.554.185	1.023.701.231
MOD		311.163.607	344.256.078	358.026.321	372.347.374	387.241.269
Gastos CIF		18.000.000	18.720.000	19.468.800	20.247.552	21.057.454
Gerente		67.520.000	74.700.800	77.688.832	80.796.385	84.028.241
Gastos generales		40.000.000	41.600.000	43.264.000	44.994.560	46.794.342
ICA		7.700.000	10.806.400	12.561.120	14.143.867	15.268.904
Transporte y comisiones		295.680.000	355.829.760	411.181.056	460.888.277	494.148.256
Publicidad		48.552.000	50.494.080	52.513.843	54.614.397	56.798.973
Diseño y registro de la marca		13.000.000	-	-	-	-
Impuestos de renta		87.767.509	141.190.605	182.331.570	222.463.341	246.859.460
<b>Inversión</b>	-1.243.002.000					
Egresos	1.243.002.000					
Maquinaria y equipo	1.191.554.000					
Equipo de computo	20.000.000					
Muebles y enseres	30.000.000					
Diseño página web	1.448.000					
<b>Financiación</b>	1.636.433.634	-	-	-	-	-

<b>ESTADOS FINANCIEROS</b>	<b>Año 0</b>	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos	1.636.433.634	-	-	-	-	-
Aportes de socios	1.636.433.634					
Desembolso del crédito	-					
Egresos	-	-	-	-	-	-
Abono a capital		-	-	-	-	-
Intereses		-	-	-	-	-
Dividendos						
Saldo del periodo	393.431.634	239.950.217	424.140.943	536.999.657	632.612.616	695.205.563
<b>Saldo acumulado</b>	393.431.634	633.381.850	1.057.522.794	1.594.522.451	2.227.135.067	2.922.340.630
Saldo mínimo de caja	121.170.815	147.372.255	167.004.429	185.170.828	197.991.511	-
Depende del proyecto	-272.260.818	-486.009.596	-890.518.365	-1.409.351.623	-2.029.143.556	-2.922.340.630

**Fuente:** La autora.

- **Flujos de caja libre**

La construcción de los flujos de caja, indica los costos de inversión y operación del proyecto; los gastos operacionales anuales han sido estimados a partir de los requerimientos de personal de acuerdo a la estructura organizacional descrita anteriormente.

Los ingresos generados a partir de la venta del producto con un precio estimado a partir del existente en el mercado de 3000, para el producto de negro de humo de menor calidad según sus características.

**Tabla 23.** Precio de las especificaciones n-330 n-550 n-660

Precios: n-330 .....	\$ 3.400/Kg
n-550 .....	\$ 3.200/Kg
n-660 .....	\$ 3.000/Kg
Producto entregado en Bogotá.	
ID producto: 1036098   Referencia: 1036098   Vendido por: Proveedor externo	
Fabricante: Hebei Yihao Chemicals Ltd. - China	

**Fuente:** La autora.

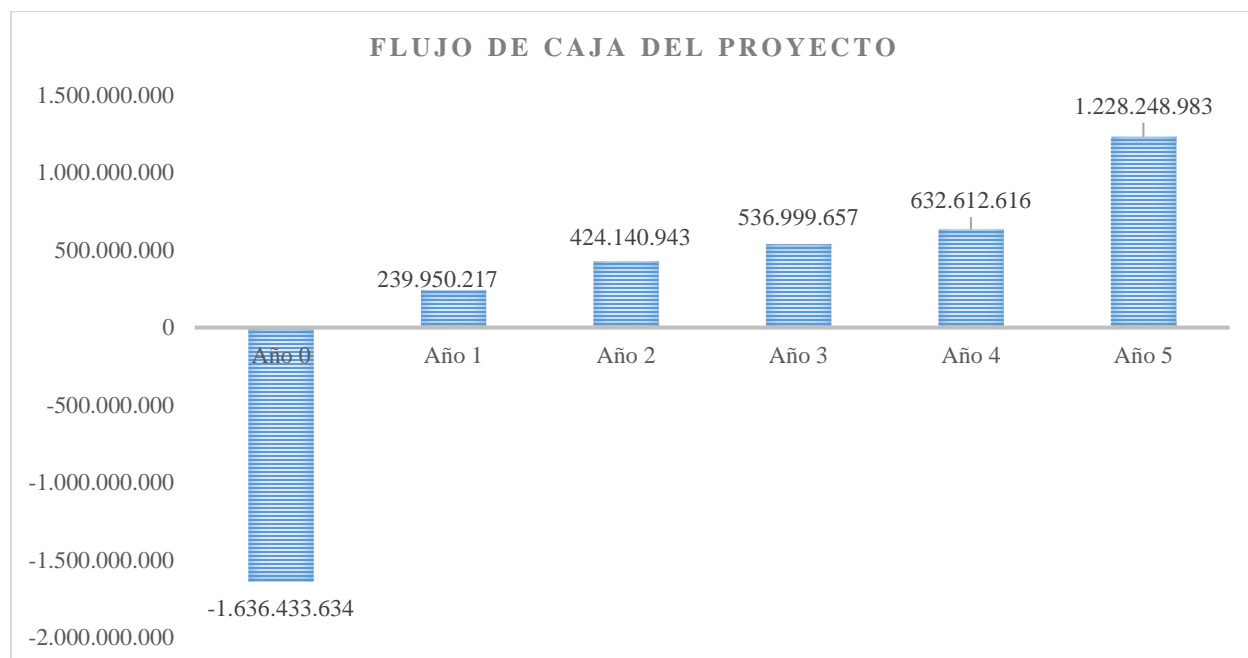
En la tabla a continuación se describe los valores de los flujos de caja del proyecto, más adelante en el análisis de sensibilidad, se podrá evaluar desde un escenario pesimista y optimista como este sufre variaciones.

**Tabla 24.** Flujo de Caja del Proyecto

<i>FCL</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
Ingresos		1.848.000.000	2.223.936.000	2.569.881.600	2.880.551.731	3.088.426.598
Costos		1.090.964.934	1.230.269.315	1.360.136.592	1.478.827.462	1.563.858.611
Gastos		482.761.600	538.213.120	601.973.107	660.179.801	701.703.120
<b>Utilidad Operacional</b>		274.273.466	455.453.565	607.771.901	741.544.469	822.864.868
Impuesto operacional		87.767.509	141.190.605	182.331.570	222.463.341	246.859.460
<b>Utilidad Operacional*(1-tx)</b>		186.505.957	314.262.960	425.440.331	519.081.128	576.005.407
Depreciaciones		129.155.400	129.155.400	129.155.400	129.155.400	129.155.400
Amortizaciones		289.600	289.600	289.600	289.600	289.600
Variación CT neto		76.000.740	19.567.016	17.885.673	15.913.512	10.244.845
Inversión	1.636.433.634					
Valor de recuperación						533.043.420
<b>FCL</b>	<b>-1.636.433.634</b>	<b>239.950.217</b>	<b>424.140.943</b>	<b>536.999.657</b>	<b>632.612.616</b>	<b>1.228.248.983</b>

*Fuente:* La autora.

**Figura 15.** Flujo de caja del proyecto



*Fuente:* La autora



#### 4.4.4. Factibilidad financiera

*Tabla 25.* Resumen factibilidad financiera

<i>FCL</i>	<i>Año 0</i>	<i>Año 1</i>	<i>Año 2</i>	<i>Año 3</i>	<i>Año 4</i>	<i>Año 5</i>
<b>FCL</b>	<b>-1.636.433.634</b>	<b>239.950.217</b>	<b>424.140.943</b>	<b>536.999.657</b>	<b>632.612.616</b>	<b>1.228.248.983</b>
<b>VPN</b>	61.533.499					
Rentabilidad	18,87%					
PR	4,89					
<b>TIR</b>	19,29%					
Costo de oportunidad	18,00%					

*Fuente:* La autora.

En este caso el flujo de caja del proyecto arroja un VPN positivo, con valor de 61.533.499 COP; de otro lado, la rentabilidad y la TIR son superiores al costo de oportunidad del 18% y el periodo de repago es inferior al horizonte de evaluación. Por lo anterior, se concluye que el proyecto es factible.

- **Indicadores financieros**

Para este caso el indicador de rentabilidad del proyecto y del accionista, muestra los siguientes resultados a partir de las estimaciones realizadas en los estados financieros, antes de impuestos, después de impuestos y finalmente la rentabilidad del accionista.

**Tabla 26.** Indicadores Financieros.

<b>Indicadores Financieros</b>					
	<b>Año 1</b>	<b>Año 2</b>	<b>Año 3</b>	<b>Año 4</b>	<b>Año 5</b>
Ingresos	1.848.000.000	2.223.936.000	2.569.881.600	2.880.551.731	3.088.426.598
Utilidad operacional	274.273.466	455.453.565	607.771.901	741.544.469	822.864.868
Utilidad neta	186.505.957	314.262.960	425.440.331	519.081.128	576.005.407
Activos	1.900.938.850	2.226.962.794	2.663.346.251	3.192.403.044	3.775.486.513
Patrimonio	1.822.939.590	2.137.202.550	2.562.642.881	3.081.724.009	3.657.729.416
Margen	0,15	0,20	0,24	0,26	0,27
Rotación	0,97	1,00	0,96	0,90	0,82
<b>Rentabilidad operacional antes de impuestos</b>	0,14	0,20	0,23	0,23	0,22
Margen	0,10	0,14	0,16	0,17	0,18
Rotación	0,97	1,00	0,96	0,90	0,82
<b>Rentabilidad operacional después de impuestos</b>	0,10	0,14	0,15	0,16	0,15
Margen	0,10	0,14	0,17	0,18	0,19
Rotación	1,01	1,04	1,00	0,93	0,84
<b>Rentabilidad accionistas</b>	0,10	0,15	0,17	0,17	0,16
<b>Crecimiento en los ingresos</b>		0,20	0,16	0,12	0,07
Estructura de capital	-	-	-	-	-

**Fuente:** La autora.

- *Análisis de sensibilidad*

Para el análisis de sensibilidad del proyecto, se estima el comportamiento de los criterios de evaluación del mismo, el cual es el VPN, en función de la variación de los valores de precio, volumen, inflación, maquinaria y costo de oportunidad en un escenario pesimista u optimista dependiendo de la intensidad de la variable.

### *Escenario Optimista*

**Tabla 27.** Análisis de Sensibilidad. Escenario Optimista

Variables críticas	Valor original	Valor modificado	VPN original	VPN modificado	Var	Impacto
Precio	3.000,00	3.500,00	61.533.499	771.544.600	11,54	5,00
Volumen	880.000,00	1.056.000,00	61.533.499	551.681.416	7,97	3,45
MP e insumos	1.000,00	800,00	61.533.499	423.398.903	5,88	2,55
Maquinaria	1.191.554.000	953.243.200	61.533.499	280.265.646	3,55	1,54
Inflación	0,04	0,05	61.533.499	106.189.695	0,73	0,31
Costo de oportunidad	0,18	0,16	61.533.499	163.830.409	1,66	0,72

*Fuente:* La autora.

### *Escenario Pesimista*

**Tabla 28.** Análisis de sensibilidad. Escenario Pesimista.

Variables críticas	Valor original	Valor modificado	VPN original	VPN modificado	Var	Impacto
Precio	3.000,00	2.500,00	61.533.499	- 649.477.603	11,54	5,00
Volumen	880.000,00	704.000,00	61.533.499	- 428.614.418	7,97	3,45
MP e insumos	1.000,00	1.200,00	61.533.499	- 300.331.905	5,88	2,55
Maquinaria	1.191.554.000	1.429.864.800	61.533.499	- 157.198.648	3,55	1,54
Inflación	0,04	0,03	61.533.499	17.709.574	0,71	0,31
Costo de oportunidad	0,18	0,20	61.533.499	- 32.484.002	1,53	0,66

*Fuente:* La autora.

Al obtener los resultados del análisis de sensibilidad para los criterios de evaluación planteados, se encuentra que, si bien el precio considerado para el producto permite que se ejecute el proyecto, la variación del precio en 500 COP hacia arriba y hacia abajo, hace que el VPN aumente o disminuya 610 COP. Cabe anotar que para estimación del precio del producto se tomó como referencia el más bajo del mercado, sin embargo, se debe tener en cuenta que el impacto de esta variable es de 5, lo que resulta significativo.

El volumen estuvo afectado un 20% del valor original al igual que la MP e insumos, sin embargo, esta última tiene un impacto menor y genera una menor variación en el VPN que el volumen.

Por otra parte, la maquinaria y la inflación en relación a las otras variables, generan un impacto leve dentro del proyecto, teniendo un impacto 1,54 la maquinaria y 0,31 la inflación, con un movimiento de un 20% en la maquinaria por encima y por debajo del valor original. Y una variación de un punto en la inflación.

**Tabla 29.** Punto de equilibrio con VPN=0

<i>Análisis - punto de equilibrio</i>	Valor original	VPN=0 Valor modificación	Var
Variables críticas			
Precio	3.000,00	2.956,66	-1,44%
Volumen	880.000,00	857.904,84	-2,51%
MP e insumos	1.000,00	1.034,00	3,40%

**Fuente:** La autora.

El punto de equilibrio donde obtiene un VPN=0, se encuentra próximo a los valores estimados del proyecto, en cuanto al precio principalmente, por lo que es necesario evaluar el comportamiento de las variables en distintos escenarios para que la toma de decisiones permita llevar el VPN del proyecto con un margen mayor al actual con respecto a su punto de equilibrio.

#### 4.4.5. Viabilidad financiera

Finalmente, como se expone en los flujos de caja y el análisis de sensibilidad, el proyecto es factible financieramente hablando, a lo que además se adiciona los siguientes resultados de la estructura de financiación, la cual obedece en un 100% a aportes de capital:

*Tabla 30.* Estructura de Financiación

<b>ESTRUCTURA DE FINANCIACIÓN</b>	
Aportes de capital	<b>100,00%</b>
Aportes por otros Ingresos	<b>0,00%</b>
Aportes del Gobierno	<b>0,00%</b>
Crédito sindicado	<b>0,00%</b>
	<b>100,00%</b>

*Fuente:* La autora.

#### 4.5. Implementación

Para la implementación del proyecto, la puesta en marcha de la planta de pirolisis cuenta con:

##### *Alcance*

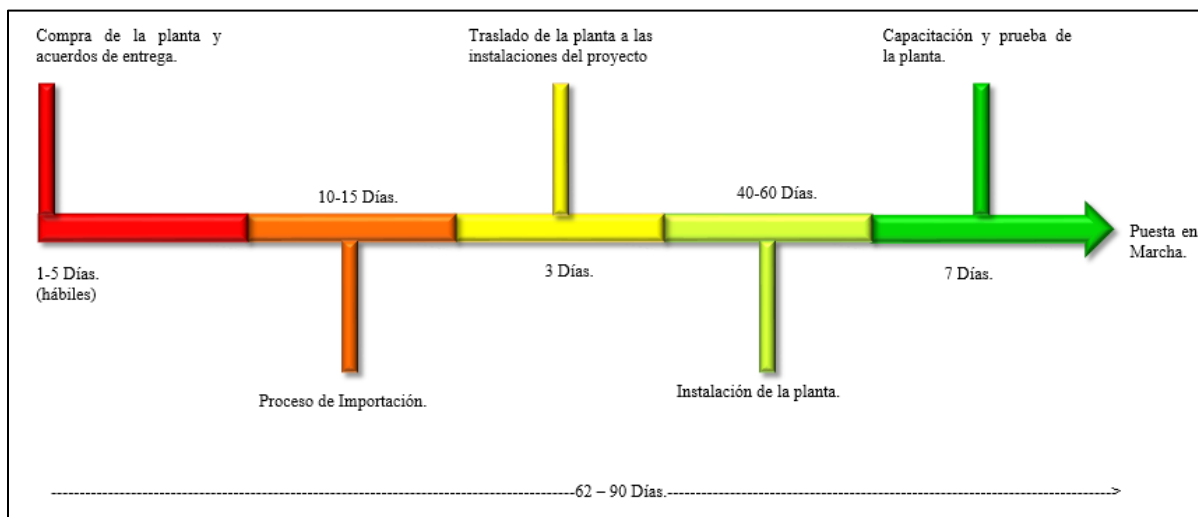
Para que la planta de pirolisis este en producción, se realiza la compra, el proceso de importación de la máquina, desde el país de origen en este caso China hasta su ubicación final en las instalaciones del proyecto en el municipio de El Paso, una vez la planta esté en sitio, se inicia un periodo de instalación y finalmente el periodo de capacitación y pruebas al personal propio por parte del ingeniero delegado por Doing Group.

##### *Tiempo.*

Para que la planta entre en funcionamiento, se requiere entre 62 a 90 días, teniendo en cuenta que la maquina es comprada en el extranjero, debe ser trasladada hasta la localización del

proyecto, pasar a ser instalada por un profesional asignado por Doing Group y finalmente un periodo de capacitación y pruebas para la puesta en marcha.

**Figura 16.** Línea de tiempo de la Planta de Pirolisis



**Fuente:** La autora.

### **Costo de la planta.**

Para el costo de la planta considera los siguientes puntos:

**Tabla 31.** Costo de la planta (incluyendo pruebas y capacitación)

Planta Pirolisis	345.135.000
Instalación de la Planta	59.940.000
Capacitación y Pruebas	20.479.000
	425.554.000

**Fuente:** La autora.

Es importante resaltar que, si bien la compra de la planta exige un proceso de importación, por ser adquirida en China, esto NO hace importador al proyecto, ya que el fin de la maquina es obtener un producto y en ningún momento comercializarla.

Los costos asociados a transportes de puerto hasta la localización del proyecto, se encuentran incluidos en el precio de la planta dados por el vendedor.

## CAPITULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se estableció un estudio de mercado, en donde se identificó los antecedentes, la situación actual y perspectivas de mercado; lo que permitió identificar una demanda para el proyecto ubicada en la región caribe, más exactamente en la ciudad de Cartagena, barranquilla y Valledupar. Con ello se estableció una estrategia comercial y una proyección de ventas asociadas a su vez a la capacidad de la planta.

Se definió mediante un estudio técnico, el proceso de producción de la planta de pirolisis para la obtención de negro de humo, dando como resultado unas especificaciones técnicas desde el producto, la planta, el tamaño, la capacidad y elementos asociados a ella como la seguridad industrial, los recursos necesarios para el proyecto los cuales fueron tenidos en cuenta en la valoración financiera al igual que la localización del proyecto.

Como parte importante del proyecto, también se definió la estructura organizacional, se construyó el organigrama y la definición de los roles de cada figura expuesta en el organigrama, los cuales apuntan a personas con el perfil idóneo para el desempeño del cargo, además de tener en cuenta que, para la capacitación en la manipulación de la planta, las personas asociadas a estas directamente, deben tener ciertas habilidades previas.

Se estimó la evaluación financiera de la planta, identificando la inversión y evaluando los costos, la forma de financiación y la sensibilidad del proyecto, de las cuales se concluyó:

- Las estimaciones financieras para la fase de factibilidad del proyecto si bien fueron conservadoras en cuanto a los volúmenes de producción y precio del producto, da un claro indicio que por lo menos en esta fase, el proyecto es factible, dado que el mercado de negro de humo en Colombia posee una demanda por satisfacer de 1339, en el periodo comprendido entre 2018-2022. Según Chivata & Duarte, 2018.

- Se definió un monto de inversión inicial es de 1.636.433.634 COP, con un VPN de 61.533.499 mayor a cero, una rentabilidad del 18,87% y una TIR del 19.29%, ambas superiores al costo de oportunidad, por lo que el proyecto es factible. Es importante anotar, que en la medida que se logren algunos beneficios adicionales con los proveedores, al estar el proyecto en su ejecución, se pueden mejorar estos resultados.
- El diseño de la planta tuvo en cuenta los volúmenes de producción planeados, además de las exigencias de temperatura.
- La microlocalización del proyecto permite tener fácil acceso a la materia prima de llantas que han sido desechadas en las operaciones mineras del departamento del Cesar, a su vez cuenta con rutas de comunicación a los destinos donde se ubica la demanda del negro de humo o negro de carbón.

Finalmente se definió la implementación en aspectos como el alcance, el tiempo y el costo de la planta, teniendo en cuenta las distintas etapas desde la compra de la planta en China hasta la puesta en marcha para producir en las instalaciones del proyecto, dando como resultado un periodo máximo de 90 días desde su compra.

Se recomienda continuar con la evaluación del proyecto teniendo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Realizar la matriz de riesgo del proyecto, analizando los factores externos e internos que lo puedan afectar.
- Evaluar el grado de exposición (Riesgo) a conflicto armado en la localización del proyecto y las rutas de transporte del producto.
- Incluir una valoración adicional de plan de emergencia ante futuras pandemias o trabajos restringidos en línea de producción por cuarentenas en el país.



- Priorizar los trabajos de I+D, dentro del proyecto considerando mejorar la línea de producción y canales de comercialización, teniendo en cuenta la crisis actual, lo cual pueda representar una ventaja competitiva para el proyecto.

Si bien es cierto que en la historia de la humanidad se ha evidenciado crisis económicas, como la gran depresión y epidemias como la de Europa en el siglo XIV; la realidad del 2020, obliga a replantear la forma en que se mueve el mundo y la economía, dado que el impacto generado por el Covid-19, pronostica cambios en los gobiernos para mantener la economía a flote, por lo anterior y ante los constantes decretos emitidos por el gobierno nacional para dinamizar las economías, el proyecto de aprovechamiento de llantas puede verse afectado positivamente o negativamente según el comportamiento de las leyes actuales y los mercados, industrias o startup, que puedan mantenerse o surgir a partir de este momento. Entendiendo que el proyecto entra a interactuar en un sistema, y que la forma en que este interactúe también dependerá de la dinámica como se comporte este sistema, toma relevancia el periodo de “transición o cambio” que se podría dar en el país, aumentando el grado de incertidumbre del proyecto.

Cabe mencionar que la planta es de origen chino y que la importación de la misma, dependerá de las autorizaciones de los gobiernos de China y Colombia en cuanto al comercio internacional.

Aunque en este documento se contempla el aprovechamiento del negro de humo, se propone realizar una línea de aprovechamiento para el oíl, generado a partir del proceso de pirolisis en llanta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Aguilera, P. (2012). Tratados ambientales internacionales y negocios. U. Externado de Colombia. Recuperado de: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=o55seYLZekgC&oi=fnd&pg=PA16&dq=acuerdos+internacionales+ante+el+cambio+climatico&ots=2IPj6wnPy1&sig=s5j7gRp0Au5xpo4SEUjVXec-Rk4#v=onepage&q=acuerdos%20internacionales%20ante%20el%20cambio%20climatico&f=false>
- Alcaldía Municipal de El Paso en Cesar. (11 de Abril, 2018). Nuestro Municipio. Recuperado de: <http://www.elpaso-cesar.gov.co/municipio/nuestro-municipio>
- Báez, P., & CASTILLO, B. (2006). Los roles de los gerentes operativos y profesionales de recursos humanos en la creación de organizaciones competitivas. *Valdivia, Chile: Universidad Austral de Chile*. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Horacio\\_Sanhueza2/publication/267545271\\_LOS\\_ROLES\\_DE\\_LOS\\_GERENTES\\_OPERATIVOS\\_Y\\_PROFESIONALES\\_DE\\_RECURSOS\\_HUMANOS\\_EN\\_LA\\_CREACION/links/565f63f808ae1ef929854a14.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Horacio_Sanhueza2/publication/267545271_LOS_ROLES_DE_LOS_GERENTES_OPERATIVOS_Y_PROFESIONALES_DE_RECURSOS_HUMANOS_EN_LA_CREACION/links/565f63f808ae1ef929854a14.pdf)
- Banco De La Republica, 2020. ¿Qué es la inflación? Recuperado de: <https://www.banrep.gov.co/es/contenidos/page/qu-inflaci-n>
- Birla Carbón, 2019. Tres mercados, infinitas posibilidades para el negro de humo. Recuperado de: <https://birlacarbon.com/es/mercados/>
- Blanco, J. (2016). Incremento de la vida útil de neumáticos para reducir costos de operación en camiones Caterpillar 797f en toromocho - chinalco Perú. Recuperado de: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3636/Blanco%20Hinostraza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bonet, J. (2007). Minería y desarrollo económico en el Cesar. Banco de la República. Recuperado de: [https://www.researchgate.net/profile/Jaime\\_Bonet/publication/4746839\\_Mineria\\_y\\_desarrollo\\_economico\\_en\\_el\\_Cesar/links/545842640cf26d5090ab5e37.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jaime_Bonet/publication/4746839_Mineria_y_desarrollo_economico_en_el_Cesar/links/545842640cf26d5090ab5e37.pdf)

- Brown, K., & Carrascal, E P. (2012). Factores socioculturales que inciden en los habitantes del barrio Flowers Hill para que no se dé o practique un adecuado hábito de reciclaje. Recuperado de: <https://repository.uniminuto.edu/handle/10656/1231>
- Carrillo, F. & Córdova, S. (2012). Propuesta de gestión de llantas usadas en el cantón Rumiñahui. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4432/1/CD-4046.pdf>
- Centro de Investigaciones Sociológicas. (2020). ¿Qué es una encuesta?. Recuperado de: [http://www.cis.es/cis/opencms/ES/1\\_encuestas/ComoSeHacen/quesunaencuesta.html](http://www.cis.es/cis/opencms/ES/1_encuestas/ComoSeHacen/quesunaencuesta.html)
- Chapple, P. (2019). Reciclaje de neumáticos: Gigantes mineros, recuperado de: <http://www.construccionminera.cl/reciclaje-de-neumaticos-gigantes-mineros/#.W4ImaM5KjIU>
- Chivatá, D., & Duarte, C. C. (2018). Diseño conceptual de una planta para el aprovechamiento de caucho molido de neumáticos usados a partir de pirolisis (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América). Recuperado de: <http://52.0.229.99/bitstream/20.500.11839/6705/1/6131974-2018-1-IQ.pdf>
- Comxport. (2019). Empresas importadoras de negro de humo en Colombia.
- Costo por Kilómetro, (19 de Abril de 2016). Conozcamos Algo De Los Neumáticos. Recuperado de: <https://costoporkilometro.blogspot.com/2016/04/conozcamos-algo-de-las-llantas-imagen.html>
- Concejo Municipal de El Paso. 30 de Noviembre de 2016. POR EL CUAL SE COMPILA ACTUALIZA Y DINAMIZA EL ESTATUTO TRIBUTARIO PARA EL MUNICIPIO DE EL PASO – CESAR. Recuperado de: [https://elpasocesar.micolombiadigital.gov.co/sites/elpasocesar/content/files/000022/1067\\_acuerdo-no-019.pdf](https://elpasocesar.micolombiadigital.gov.co/sites/elpasocesar/content/files/000022/1067_acuerdo-no-019.pdf)
- Consejo Técnico de la Contaduría Pública, (2019). Concepto 984 de 2018. Recuperado de: <https://crconsultorescolombia.com/consejo-tecnico-de-la-contaduria-publica-niif-propiedades-planta-y-equipo-costos-no-capitalizables.php>
- DANE. (2019). CIF. Recuperado de: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/comercio-internacional/importaciones>
- DANE, (2019). Meta de inflación e inflación total al consumidor. Recuperado de: [https://totoro.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go&Action=prompt&path=%2Fshared%2FSeries%20Estad%3%ADstic%20\\_T%2F1.%20Meta%20de%20inflaci%3%B3n%20base%20](https://totoro.banrep.gov.co/analytics/saw.dll?Go&Action=prompt&path=%2Fshared%2FSeries%20Estad%3%ADstic%20_T%2F1.%20Meta%20de%20inflaci%3%B3n%20base%20)

2018%2F1.1.INF\_Serie%20hist%C3%B3rica%20Meta%20de%20inflaci%C3%B3n&Options=rfd&lang=es

Departamento Nacional de Planeación –DNP (s.f). La Industria de llantas. Recuperado de: [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/RevistaPD/1978/pd\\_vX\\_n1\\_1978\\_art.3.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/RevistaPD/1978/pd_vX_n1_1978_art.3.pdf)

Dinero. (9 octubre de 2017). Para las llantas usadas sí hay una vida después de la muerte. Recuperado de <https://www.dinero.com/pais/articulo/reciclaje-de-llantas-usadas-en-colombia/249688>

Diccionario empresarial, (s.f) Recuperado de: [http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAA AAAAEAMtMSbF1jTAAASNDSzNLtbLUouLM\\_DxbIwMDS0MDIwuQQGZapUtckhlQaptWmJOcSoA5CRcPzUAAAA=WKE](http://diccionarioempresarial.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAA AAAAEAMtMSbF1jTAAASNDSzNLtbLUouLM_DxbIwMDS0MDIwuQQGZapUtckhlQaptWmJOcSoA5CRcPzUAAAA=WKE)

Doing Group. (2019). Planta de pirolisis. Recuperado de: [http://es.wastetireoil.com/Pyrolysis\\_plant/Pyrolysis\\_Plant/waste\\_tyre\\_pyrolysis\\_plant\\_113.html](http://es.wastetireoil.com/Pyrolysis_plant/Pyrolysis_Plant/waste_tyre_pyrolysis_plant_113.html)

Duvergel, Y. & Argota, L. (14 de diciembre de 2017). Estudio De Factibilidad Económica Del Producto Sistema Automatizado Cubano Para El Control De Equipos Médicos. Recuperado de: <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2017/12/Art4-1.pdf>

Economías Simples. (2019). Vida útil, definición. Recuperado de: <https://www.economiasimple.net/glosario/vida-util-de-un-activo>

El Espectador, (24 Ene 2019). Drummond sigue por 20 años más explotando la mina de carbón La Loma en el Cesar. Recuperado de: <https://www.elespectador.com/economia/drummond-sigue-por-20-anos-mas-explotando-la-mina-de-carbon-la-loma-en-el-cesar-articulo-835904>

EMIS, 2019. Compounding And Masterbatching Industry Limitada Sigla Comai Ltda. Recuperado de: [https://www.emis.com/php/company-profile/CO/Compounding\\_And\\_Masterbatching\\_Industry\\_Limitada\\_Sigla\\_Comai\\_Ltda\\_es\\_1188694.html](https://www.emis.com/php/company-profile/CO/Compounding_And_Masterbatching_Industry_Limitada_Sigla_Comai_Ltda_es_1188694.html)

Estudio De Factibilidad Y Proyectos, (2018) Recuperado de: <http://estudiodefactibilidadyproyectos.blogspot.com/2010/09/factibilidad-y-viabilidad.html>

Ferre, Z., & Rossi, I. (2000). Estructuras de mercado. Recuperado de: [https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20990/1/DE\\_Nota15.pdf](https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/20990/1/DE_Nota15.pdf)

Gercons, 2019. Trituradora de llantas. Recuperado de: <http://grupogerconscolombia.blogspot.com/>

González, J. (2002). La responsabilidad por el daño ambiental en México el paradigma de la reparación (No. 346.044 G6).

Greenpeace, (2020). Cambio climático. Recuperado de: <https://es.greenpeace.org/es/trabajamos-en/cambio-climatico/>

Grupo SRM. (2020). Tarifas 2020. Recuperado de: [https://www.gruposrm.com/GrupoSRM\\_Descargas/GrupoSRM-Tarifas.pdf](https://www.gruposrm.com/GrupoSRM_Descargas/GrupoSRM-Tarifas.pdf)

Hierro, W. 24 de Junio de 2011. El neumático más grande del mundo: Michelin XDR. Recuperado de: <http://www.excelenciasdelmotor.com/es/noticia/el-neumatico-mas-grande-del-mundo-michelin-xdr>

Imaneumagic. (18 Noviembre 2015). Conoce la historia de la llanta moderna. <http://www.imaneumagic.com/index.php/noticias/44-conoce-la-historia-de-la-llanta-moderna>

Hincapié, G., & Ramírez, M. (2009). Evaluación de la biodegradación aerobia de poliuretano residual generado en la industria de fabricación de refrigeradores. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 3(1), 15-25. Recuperado de: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/16182>

Hernández, M (s.f). Definición de Proyecto. Recuperado de: <https://es.calameo.com/books/005479696b66338d357f0>

Las Empresas, LA. (22 de Octubre de 2017). CABOT COLOMBIANA SA. Recuperado de: <https://www.lasempresas.com.co/cartagena/cabot-colombiana-sa/>

López Gómez, F. A., López-Delgado, A., Alguacil, F. J., & Manso, J. (2009). Situación actual del tratamiento de neumáticos fuera de uso y posibilidades de obtención de negro de humo de alta pureza. Recuperado de: <https://core.ac.uk/download/pdf/36029089.pdf>

Méndez, D. (2018). Diseño de un modelo de negocio para el aprovechamiento de las llantas usadas que llegan al parque tecnológico ambiental guayabal. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11693/DISE%c3%91O%20DE%20UN%20MODELO%20DE%20NEGOCIO%20PARA%20EL%20APROVECHAMIENTO%20DE%20LAS%20LLANTAS%20USADAS%20QUE%20LLEGAN%20AL%20PARQU>

E%20TECNOL%20c3%93GICO%20AMBIENTAL%20GUAYABAL..pdf?sequence=1&isAllowed=y

Metodología de Proyectos, (2019). Recuperado de:

<https://www.sinnaps.com/blog-gestion-proyectos/metodologia-de-un-proyecto>

Miller, T. (2015). Ficha De Datos De Seguridad (FDS) (ISO 11014-1 / ANSI Z 400.1-1998 / 2001/58/EC) negro de humo. Continental Carbón. Recuperado de: <http://www.continentalcarbon.com/pdfs/CarbonBlack-SDS-SPANISH.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Resolución 1326. (2017) Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/d9-res%201326%20de%202017.pdf>

Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Cambio climático (s.f). Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/cambio-climatico/que-es-cambio-climatico/que-es-el-cambio-climatico>

Ministerio de Minas Y Energía. (2019). Análisis de las exportaciones mineras del mes de julio de 2017. Recuperado de: [https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23897317/121017\\_exportaciones\\_mineras\\_julio\\_2017.pdf/d0e845de-92b5-476c-8b36-b8ee5394aac4](https://www.minminas.gov.co/documents/10192/23897317/121017_exportaciones_mineras_julio_2017.pdf/d0e845de-92b5-476c-8b36-b8ee5394aac4)

Ministerio de Minas y Energía, Decreto 2222 de 1993. (2019). Recuperado de: [http://servicios.minminas.gov.co/compilacionnormativa/docs/decreto\\_2222\\_1993.htm](http://servicios.minminas.gov.co/compilacionnormativa/docs/decreto_2222_1993.htm)

Ministerio de Minas y Energía. (2020). Glosario Minero. (2015) Recuperado de: <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/698204/GLOSARIO+MINERO+FINAL+29-05-2015.pdf/cb7c030a-5ddd-4fa9-9ec3-6de512822e96>

Ministerio de Minas y Energía. (3 de abril de 2019). Sector minero-energético lidera crecimiento de exportaciones en el país. Recuperado de: <https://www.minenergia.gov.co/web/guest/historico-de-noticias?idNoticia=24097906>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, MADS (2016). En cuenta regresiva para limpiar Colombia. Recuperado de: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/2512-en-cuenta-regresiva-para-limpiar-colombia>

- Mis trámites y Requisitos. (2020). Pasos y requisitos para abrir un negocio. Recuperado de: <https://mistramitesyrequisitos.com/colombia/pasos-y-requisitos-para-abrir-un-negocio-en-colombia/>
- Mokate, K. (Febrero, 2004). Evaluación Financiera de proyectos de inversión. 2ª. Ed. Bogotá, Colombia. Ediciones UNIANDES, Alfaomega.
- Noguera, K., & Olivero, J. (2010). Los rellenos sanitarios en Latinoamérica: caso colombiano. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 34(132), 347-356.
- ONU, (2019). Aumenta la generación de basuras en Latinoamérica y el Caribe, recuperado de: <https://www.aa.com.tr/es/mundo/onu-aumenta-la-generaci%C3%B3n-de-basuras-en-latinoam%C3%A9rica-y-el-caribe/974785>
- Paisminero, (Julio, 2019). Colombia pide a Glencore integrar mina y pagar más para extender explotación de carbón. Recuperado de: <https://www.paisminero.com/mineria/carbon-colombiano/13402-colombia-pide-a-glencore-integrar-mina-y-pagar-mas-para-extender-explotacion-de-carbon>
- Peiró, A. (2015). Demanda. 2019, de Economipedia Sitio web: <https://economipedia.com/definiciones/demanda.html>
- Quintana, A. 2019. Análisis Del Mercado. Recuperado de: [http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/analisis-de-mercado\\_1563825598.pdf](http://accioneduca.org/admin/archivos/clases/material/analisis-de-mercado_1563825598.pdf)
- Ramarad, S., Khalid, M., Ratnam, C., Chuah, A., y Rashmi, W. (2015). Residuos de neumáticos de caucho en mezclas de polímeros: una revisión sobre la evolución, las propiedades y el futuro. *Progreso en la Ciencia de los Materiales*, 72 , 100-140
- Ramírez, J., Gómez, C., & Donoso J. (2018). Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de Pirolisis.
- Ramírez, O. (2015). Identificación de problemáticas ambientales en Colombia a partir de la percepción social de estudiantes universitarios localizados en diferentes zonas del país. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 31(3), 293-310. Recuperado de: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992015000300009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-49992015000300009&script=sci_arttext)

- Residuos, (2010), recuperado de:  
[http://www.icesi.edu.co/blogs/manejousorsi201002/files/2010/08/GUIA-PARA-LA-DEFINICION-Y-CLASIFICACION-DE-RESIDUOS-PELIGROSOS\\_CEPIS.pdf](http://www.icesi.edu.co/blogs/manejousorsi201002/files/2010/08/GUIA-PARA-LA-DEFINICION-Y-CLASIFICACION-DE-RESIDUOS-PELIGROSOS_CEPIS.pdf)
- Rivera, R. Velasco, A. Vacca, C. (2016). Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de producción de negro de humo a partir de reciclaje de llantas.
- Rey-Campero, C. R. (2019). La Formulación y Evaluación de Proyectos en la Pymes: Información rutinas organizacionales y capacidades. Capítulo 5.
- Santos, T. (2008). Estudio de factibilidad de un proyecto de inversión: etapas en su estudio. Contribuciones a la Economía, 11.
- Sociedad Latinoamericana de Tecnología del Caucho, SLTC, (2019). El brillante futuro del negro de humo. Recuperado de: <https://www.sltecaucho.org/el-brillante-futuro-del-negro-de-humo/>
- Solostock. (2018). Precio de negro de humo en Colombia. Recuperado de: <https://www.solostocks.com.co/venta-productos/otros-productos-quimicos/negro-de-humo-1036098>
- Sostenibilidad. (2019). Sostenibilidad. Recuperado de:  
<https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/>
- Sotelo, S., & Benítez, S. (2013). Gestión sostenible de los residuos sólidos urbanos. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 29(3), 7-8.
- Schwartz, W. (2001). Propiedades eléctricas de compuestos de caucho cargados con negro de humo. Recuperado de:  
[https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3400\\_Schwartz.pdf](https://bibliotecadigital.exactas.uba.ar/download/tesis/tesis_n3400_Schwartz.pdf)
- Tirel, (2017). Ingeniería De Perfil De Modernas Plantas Para Reciclaje De Neumáticos Fuera De Uso (NFU).
- UNISDR. (2004). Riesgo, definición. Recuperado de:  
<https://www.unisdr.org/2004/campaign/booklet-spa/page9-spa.pdf>
- Universidad Externado de Colombia. (2018). Guía De Investigación De Mercados. Centro de Estudios de Mercados.
- Universidad Nacional de Colombia. (2009). Estratigrafía y procedencia de las unidades comprendidas entre el Campaniano y el Paleogeno en la subcuenca de Cesar: aportes a la



evolución tectónica del área. Recuperado de:  
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/geocol/article/view/32092/html>

Universidad para la Cooperación Internacional. (2020). Capítulo Estudio Técnico. Recuperado de:  
<http://www.ucipfg.com/Repositorio/MIA/MIA-01/BLOQUE-ACADEMICO/Unidad2/lecturas/Capitulo del Estudio Tecnico.pdf>

Universia, (28 de Febrero de 2019). Ingeniero Eléctrico. Recuperado de:  
<https://orientacion.universia.edu.pe/infodetail/orientacion/consejos/que-hace-un-ingeniero-electrico-conoce-un-poco-mas-sobre-esta-carrera-4416.html>

Universidad de Norte, (2020). Ingeniería Mecánica. Perfil. Recuperado de:  
<https://www.uninorte.edu.co/web/ingenieria-mecanica/perfiles>

Vergara, S., Mercado, T., Vergara, L., & Chaparro, E. (2018). Modelo de simulación continua para la recuperación de llantas en el sector minero. Recuperado de:  
<http://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/7903>

## ANEXOS

*Anexo A.* Documento en formato Excel, con el modelo financiero aplicado al proyecto.



Modelo  
Financiero\_Glenda\_Pir

**Anexo B.** Formato de entrevista.

## ESTUDIO DE MERCADO

Esta **encuesta** tiene como única finalidad, recolectar información necesaria, para modelar un comportamiento en el mercado del negro de humo ò negro de carbón y demás productos generados a partir del aprovechamiento de llantas fuera de uso que se han sometido a un proceso de pirolisis, en este caso su posible demanda.

Lo invitamos a participar de nuestra encuesta, la cual no le tomará más de cuatro minutos.

### INFORMACIÓN DE CONTACTO.

Empresa:

Fecha:

Ciudad:

Por favor resalte o subraye su respuesta.

1. ¿Está usted interesado en adquirir negro de humo, negro de carbón o algún otro producto generado a partir del proceso de pirolisis en llantas, para uso de su empresa?
  - a. Si
  - b. No.
  - c. Sí, pero no en la empresa.
  
2. ¿Con que frecuencia requiere el producto?
  - a. Semanal
  - b. Quincenal
  - c. Mensual
  - d. Semestral Anual

3. ¿Dentro del precio del producto, desea incluir el costo de transporte, hasta su unidad de Negocio?
  - a. Sí
  - b. No.
  
4. ¿Qué precio, (incluyendo transporte), está dispuesto a pagar, por Kg?, Precio en pesos Colombianos, considerando que el producto cuenta con las especificaciones exigidas por usted.
  - a. Menos de 3000.
  - b. 3000 a 3500
  - c. 3500 a 3700
  - d. 3800 a 4900
  - e. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
  
5. ¿Qué volumen promedio (kg), considera que puede adquirir de producto, para su Unidad de Negocio?, según el tiempo requerido expuesto por usted anteriormente.
  - a. Menos de 200.
  - b. 200 a 500
  - c. 500 a 700
  - d. 700 a 1000
  - e. Más de 1000
  - f. Otro. ¿Cuál? \_\_\_\_\_
  
6. Dentro de las proyecciones a cierre de su proyecto. ¿Por cuánto tiempo más considera que puede utilizar el producto en su unidad de Negocio?
  - a. Un mes.
  - b. Entre un mes y seis meses.
  - c. Entre seis meses y un año.
  - d. Entre uno y tres años.
  - e. Entre cuatro y seis años.

- f. Entre siete y nueve años.
  - g. Más de nueve años.
7. Por favor háganos saber alguna otra información que considere cumple con sus necesidades actuales, frente a este producto:

---

---

Gracias por responder esta encuesta.

La información suministrada será utilizada para fines académicos.