	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
		<b>PAGINA: 1 de 7</b>

16.

<b>FECHA</b>	lunes, 26 de noviembre de 2018
--------------	--------------------------------

Señores  
**UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA**  
 BIBLIOTECA  
 Ciudad

<b>UNIDAD REGIONAL</b>	Extensión Soacha
------------------------	------------------

<b>TIPO DE DOCUMENTO</b>	Trabajo De Grado
--------------------------	------------------

<b>FACULTAD</b>	Ingeniería
-----------------	------------

<b>NIVEL ACADÉMICO DE FORMACIÓN O PROCESO</b>	Pregrado
---	----------

<b>PROGRAMA ACADÉMICO</b>	Ingeniería Industrial
---------------------------	-----------------------

El Autor(Es):

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>	<b>No. DOCUMENTO DE IDENTIFICACIÓN</b>
Pineda Marengo	Eliany's Alejandra	1073169660
Rengifo Rojas	Wendy Carolina	1012428269



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 2 de 7</b>

Director(Es) y/o Asesor(Es) del documento:

<b>APELLIDOS COMPLETOS</b>	<b>NOMBRES COMPLETOS</b>
Bermudéz Figueroa	Carlos Augusto

<b>TÍTULO DEL DOCUMENTO</b>
Utilización del caucho triturado de los neumáticos fuera de uso para la obtención de subproductos en el municipio de Soacha, Cundinamarca

<b>SUBTÍTULO</b> (Aplica solo para Tesis, Artículos Científicos, Disertaciones, Objetos Virtuales de Aprendizaje)

<b>TRABAJO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:</b> Aplica para Tesis/Trabajo de Grado/Pasantía
Ingeniero Industrial

<b>AÑO DE EDICIÓN DEL DOCUMENTO</b>	<b>NÚMERO DE PÁGINAS</b>
26/11/2018	89

<b>DESCRIPTORES O PALABRAS CLAVES EN ESPAÑOL E INGLÉS</b> (Usar 6 descriptores o palabras claves)	
<b>ESPAÑOL</b>	<b>INGLÉS</b>
1.Proceso de fabricación	
2.contaminación	
3.Impacto ambiental	
4.producto industrial	
5.Desecho	
6.Energía	

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2

*Documento controlado por el Sistema de Gestión de la Calidad  
Asegúrese que corresponde a la última versión consultando el Portal Institucional*



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 3 de 7</b>

### RESUMEN DEL CONTENIDO EN ESPAÑOL E INGLÉS

(Máximo 250 palabras – 1530 caracteres, aplica para resumen en español):

Con el fin de mitigar el impacto ambiental generado por los procesos dados a los neumáticos fuera de uso (NFU) principalmente la incineración se busca dar un nuevo uso a los componentes de los neumáticos desechados, este trabajo de investigación consiste en la utilización del caucho triturado de los neumáticos fuera de uso para la obtención de subproductos y su comercialización generando la posibilidad de una nueva opción de negocio que beneficie a la comunidad el municipio de Soacha, Cundinamarca.

Se aplicará el método experimental de tipo cuantitativo, en el que se requieren sistemas de simulación, diseño de máquinas y una matriz para la evaluación de impacto ambiental con el fin de verificar y comprobar que el método a utilizar es beneficioso para el tratamiento a los neumáticos desechados.

Teniendo en cuenta que el método frecuentemente utilizado es la incineración, alternativa muy utilizada para disminuir volúmenes, se desperdicia la oportunidad de darle nuevo uso a los componentes de los neumáticos; ahora bien, cabe preguntar ¿podría existir otra solución en la que se pueda dar un nuevo tratamiento al neumático fuera de uso y aprovechar sus componentes como materia prima para otros productos? O ¿Cómo se va utilizar el caucho triturado de los neumáticos fuera de uso reduciendo la contaminación del aire en el municipio de Soacha, Cundinamarca?

Los materiales de construcción del prototipo deben cumplir con estrictas características para cumplir de forma adecuada al proceso y al mismo tiempo sea resistentes a las altas temperaturas, empleadas generalmente en estas industrias.



**AUTORIZACION DE PUBLICACIÓN**

Por medio del presente escrito autorizo (Autorizamos) a la Universidad de Cundinamarca para que, en desarrollo de la presente licencia de uso parcial, pueda ejercer sobre mí (nuestra) obra las atribuciones que se indican a continuación, teniendo en cuenta que, en cualquier caso, la finalidad perseguida será facilitar, difundir y promover el aprendizaje, la enseñanza y la investigación.

En consecuencia, las atribuciones de usos temporales y parciales que por virtud de la presente licencia se autoriza a la Universidad de Cundinamarca, a los usuarios de la Biblioteca de la Universidad; así como a los usuarios de las redes, bases de datos y demás sitios web con los que la Universidad tenga perfeccionado una alianza, son:  
 Marque con una "X":

<b>AUTORIZO (AUTORIZAMOS)</b>	<b>SI</b>	<b>NO</b>
1. La reproducción por cualquier formato conocido o por conocer.	X	
2. La comunicación pública por cualquier procedimiento o medio físico o electrónico, así como su puesta a disposición en Internet.	X	
3. La inclusión en bases de datos y en sitios web sean éstos onerosos o gratuitos, existiendo con ellos previa alianza perfeccionada con la Universidad de Cundinamarca para efectos de satisfacer los fines previstos. En este evento, tales sitios y sus usuarios tendrán las mismas facultades que las aquí concedidas con las mismas limitaciones y condiciones.	X	
4. La inclusión en el Repositorio Institucional.	X	

De acuerdo con la naturaleza del uso concedido, la presente licencia parcial se otorga a título gratuito por el máximo tiempo legal colombiano, con el propósito de que en dicho lapso mi (nuestra) obra sea explotada en las condiciones aquí estipuladas y para los fines indicados, respetando siempre la titularidad de los derechos patrimoniales y morales correspondientes, de acuerdo con los usos honrados, de manera proporcional y justificada a la finalidad perseguida, sin ánimo de lucro ni de comercialización.

Para el caso de las Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, de manera complementaria, garantizo(garantizamos) en mi(nuestra) calidad de estudiante(s) y por ende autor(es) exclusivo(s), que la Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi(nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos)



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 5 de 7</b>

el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro (aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos de la Tesis o Trabajo de Grado es de mí (nuestra) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.

Sin perjuicio de los usos y atribuciones otorgadas en virtud de este documento, continuaré (continuaremos) conservando los correspondientes derechos patrimoniales sin modificación o restricción alguna, puesto que, de acuerdo con la legislación colombiana aplicable, el presente es un acuerdo jurídico que en ningún caso conlleva la enajenación de los derechos patrimoniales derivados del régimen del Derecho de Autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, "*Los derechos morales sobre el trabajo son propiedad de los autores*", los cuales son irrenunciables, imprescriptibles, inembargables e inalienables. En consecuencia, la Universidad de Cundinamarca está en la obligación de RESPETARLOS Y HACERLOS RESPETAR, para lo cual tomará las medidas correspondientes para garantizar su observancia.

**NOTA:** (Para Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía):

**Información Confidencial:**

Esta Tesis, Trabajo de Grado o Pasantía, contiene información privilegiada, estratégica, secreta, confidencial y demás similar, o hace parte de la investigación que se adelanta y cuyos resultados finales no se han publicado.

**SI  NO .**

En caso afirmativo expresamente indicaré (indicaremos), en carta adjunta tal situación con el fin de que se mantenga la restricción de acceso.

**LICENCIA DE PUBLICACIÓN**


Como titular(es) del derecho de autor, confiero(erimos) a la Universidad de Cundinamarca una licencia no exclusiva, limitada y gratuita sobre la obra que se integrará en el Repositorio Institucional, que se ajusta a las siguientes características:

Diagonal 18 No. 20-29 Fusagasugá – Cundinamarca  
Teléfono (091) 8281483 Línea Gratuita 018000976000  
www.ucundinamarca.edu.co E-mail: info@ucundinamarca.edu.co  
NIT: 890.680.062-2



<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b>
	<b>PAGINA: 6 de 7</b>

- a) Estará vigente a partir de la fecha de inclusión en el repositorio, por un plazo de 5 años, que serán prorrogables indefinidamente por el tiempo que dure el derecho patrimonial del autor. El autor podrá dar por terminada la licencia solicitándolo a la Universidad por escrito. (Para el caso de los Recursos Educativos Digitales, la Licencia de Publicación será permanente).
- b) Autoriza a la Universidad de Cundinamarca a publicar la obra en formato y/o soporte digital, conociendo que, dado que se publica en Internet, por este hecho circula con un alcance mundial.
- c) Los titulares aceptan que la autorización se hace a título gratuito, por lo tanto, renuncian a recibir beneficio alguno por la publicación, distribución, comunicación pública y cualquier otro uso que se haga en los términos de la presente licencia y de la licencia de uso con que se publica.
- d) El(Los) Autor(es), garantizo(amos) que el documento en cuestión, es producto de mi(nuestra) plena autoría, de mi(nuestro) esfuerzo personal intelectual, como consecuencia de mi (nuestra) creación original particular y, por tanto, soy(somos) el(los) único(s) titular(es) de la misma. Además, aseguro(aseguramos) que no contiene citas, ni transcripciones de otras obras protegidas, por fuera de los límites autorizados por la ley, según los usos honrados, y en proporción a los fines previstos; ni tampoco contempla declaraciones difamatorias contra terceros; respetando el derecho a la imagen, intimidad, buen nombre y demás derechos constitucionales. Adicionalmente, manifiesto (manifestamos) que no se incluyeron expresiones contrarias al orden público ni a las buenas costumbres. En consecuencia, la responsabilidad directa en la elaboración, presentación, investigación y, en general, contenidos es de mí (nuestro) competencia exclusiva, eximiendo de toda responsabilidad a la Universidad de Cundinamarca por tales aspectos.
- e) En todo caso la Universidad de Cundinamarca se compromete a indicar siempre la autoría incluyendo el nombre del autor y la fecha de publicación.
- f) Los titulares autorizan a la Universidad para incluir la obra en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.
- g) Los titulares aceptan que la Universidad de Cundinamarca pueda convertir el documento a cualquier medio o formato para propósitos de preservación digital.
- h) Los titulares autorizan que la obra sea puesta a disposición del público en los términos autorizados en los literales anteriores bajo los límites definidos por la universidad en el “Manual del Repositorio Institucional AAAM003”
- i) Para el caso de los Recursos Educativos Digitales producidos por la Oficina de Educación Virtual, sus contenidos de publicación se rigen bajo la Licencia Creative Commons: Atribución- No comercial- Compartir Igual.

	<b>MACROPROCESO DE APOYO</b>	<b>CÓDIGO: AAAr113</b>
	<b>PROCESO GESTIÓN APOYO ACADÉMICO</b>	<b>VERSIÓN: 3</b>
	<b>DESCRIPCIÓN, AUTORIZACIÓN Y LICENCIA DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL</b>	<b>VIGENCIA: 2017-11-16</b> <b>PAGINA: 7 de 7</b>



j) Para el caso de los Artículos Científicos y Revistas, sus contenidos se rigen bajo la Licencia Creative Commons Atribución- No comercial- Sin derivar.





La obra que se integrará en el Repositorio Institucional, está en el(los) siguiente(s) archivo(s).

Nombre completo del Archivo Incluida su Extensión (Ej. PerezJuan2017.pdf)	Tipo de documento (ej. Texto, imagen, video, etc.)
1. Utilización del caucho Triturado	Texto.
2. de los Neumáticos Fuera de uso	
3. Para la obtención de Subproductos	
4. En el municipio de Soacha. PDF.	

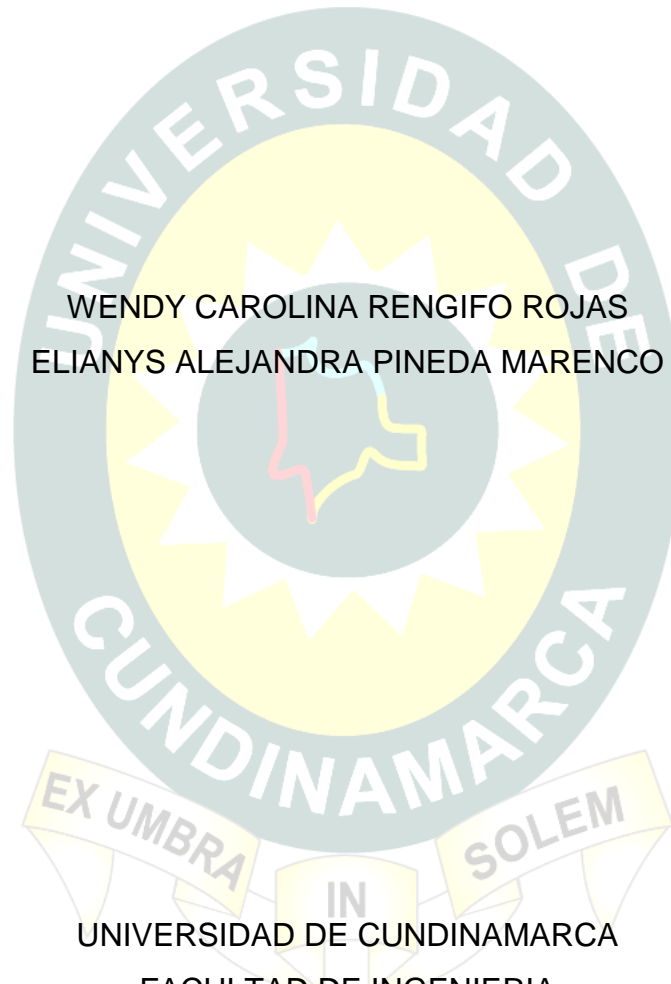
En constancia de lo anterior, Firmo (amos) el presente documento:

APELLIDOS Y NOMBRES COMPLETOS	FIRMA (autógrafa)
Kengito Rojas Wendy Carolina	WENDY KENGITO
Elianny Alejandra Aneda Moreno	Elianny Aneda

Código Serie Documental (Ver Tabla de Retención Documental).



UTILIZACIÓN DEL CAUCHO TRITURADO DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE  
USO PARA LA OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN EL MUNICIPIO DE  
SOACHA, CUNDINAMARCA



WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS  
ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE INGENIERIA

INGENIERIA INDUSTRIAL

SEDE SOACHA

2018

UTILIZACIÓN DEL CAUCHO TRITURADO DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE  
USO PARA LA OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN EL MUNICIPIO DE  
SOACHA, CUNDINAMARCA

WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS  
ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO

Trabajo De Grado Para Optar Por El Título De Ingeniero Industrial

Magister CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ FIGUEROA



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA  
FACULTAD DE INGENIERIA  
INGENIERIA INDUSTRIAL  
SEDE SOACHA

2018

## RESUMEN

Con el fin de mitigar el fuerte impacto ambiental generado por los diferentes procesos dados a los neumáticos fuera de uso (NFU) principalmente la incineración se busca darles un nuevo uso a los componentes de los neumáticos desechados, este trabajo de investigación consiste en la utilización del caucho triturado de los neumáticos fuera de uso para la obtención de subproductos y su comercialización generando la posibilidad de una nueva opción de negocio que beneficie a la comunidad el municipio de Soacha, Cundinamarca.

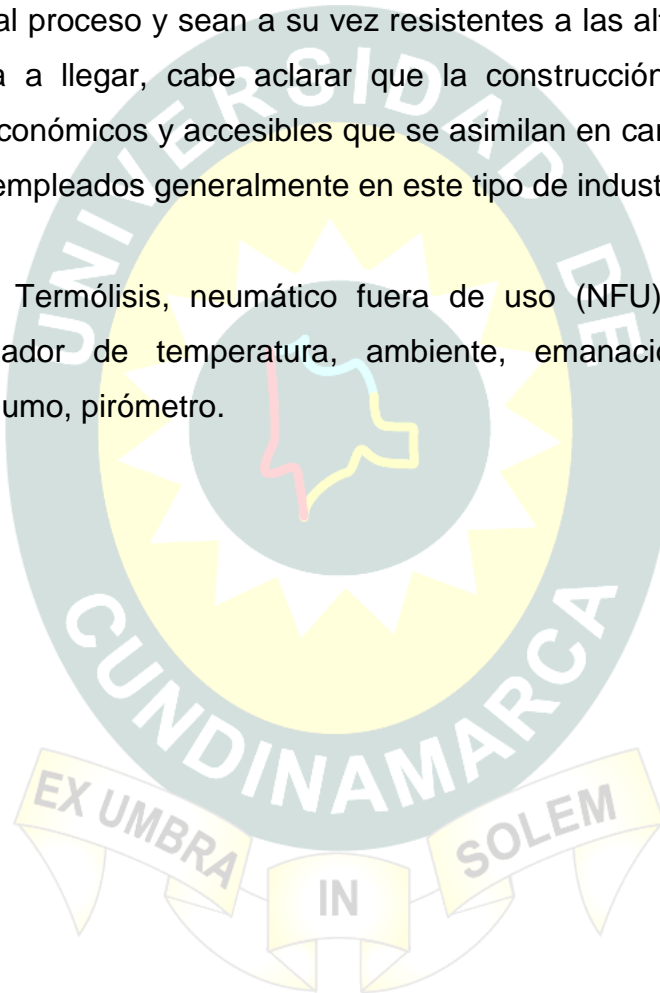
Se aplicará el método experimental de tipo cuantitativo, en el que se requieren sistemas de simulación, diseño de máquinas y una matriz para la evaluación de impacto ambiental con el fin de verificar y comprobar que el método a utilizar es beneficioso con respecto a otros métodos de tratamiento a los neumáticos desechados.

Teniendo en cuenta que el método frecuentemente utilizado por las personas es la incineración del neumático alternativa que en el afán de disminuir sus cantidades y volúmenes desperdicia la oportunidad de darle nuevo uso a los componentes de los neumáticos; ahora bien, cabe preguntar ¿podría existir otra solución en la que se pueda dar un nuevo tratamiento al neumático fuera de uso y aprovechar sus componentes como materia prima para otros productos? O ¿Cómo se va utilizar el caucho triturado de los neumáticos fuera de uso reduciendo la contaminación del aire en el municipio de Soacha, Cundinamarca?

Los resultados esperados durante la investigación son el funcionamiento del prototipo, el cual es fijo, maneja altas temperaturas y cuenta a su vez con un sistema de recuperación para la obtención del negro humo además de un sistema de filtros donde se obtienen los otros dos subproductos, cabe aclarar que el producto principal en esta investigación es el negro humo debido a su gran impacto productivo y comercial.

Existe la posibilidad de que los resultados obtenidos no sean los esperados inicialmente puesto que es un proceso donde se maneja de forma constante el ensayo y error, apoyado en la ingeniería concurrente razón por la cual la obtención de uno de los subproductos se encuentra en estado de incertidumbre, las pruebas son evidenciadas por medio de videos. a su vez Los materiales de construcción del prototipo deben cumplir con estrictas características para que se condicionen de forma adecuada al proceso y sean a su vez resistentes a las altas temperaturas a las cuales se va a llegar, cabe aclarar que la construcción se realizara con materiales más económicos y accesibles que se asimilan en características físicas y químicas a los empleados generalmente en este tipo de industrias.

Palabras claves: Termólisis, neumático fuera de uso (NFU), pirolisis, caucho triturado, controlador de temperatura, ambiente, emanación, subproductos, prototipo, negro humo, pirómetro.



## ABSTRACT

In order to mitigate the strong environmental impact generated by the different processes given to the tires out of use (NFU) mainly, the incineration is intended to give a new use to the components of the discarded tires, this research work consists in the use of the crushed rubber tires out of use to obtain by-products in the municipality of Soacha, Cundinamarca.

It will be applied a quantitative experimental method, in which simulation systems, machine design and a matrix for environmental impact assessment are required in order to verify that the method to be used is beneficial compared to other methods of treatment of discarded tires.

Keeping in mind that the problem to be solved is the incineration of the rejected tire, a method frequently used by people who, in their eagerness to reduce their quantities and volumes, discard the opportunity to give new use to the components of tires; now it is worth asking: could there be another solution in which a new treatment can be given to the tire out of use and take advantage of its components as raw material for other products? Or, how is it going to be used the crushed rubber from the tires that are not being used, reducing air pollution in the municipality of Soacha, Cundinamarca?

The results expected during the investigation are the operation of the prototype, which is fixed, handles high temperatures, has in turn a recovery system for obtaining black smoke in addition to a filter system where the other 2 byproducts are obtained, although it should be clarified that the main one in our research is black smoke due to its great productive and commercial impact. The main considerations are that the design to be used for the construction of the prototype is its own and for its achievement, it was necessary to take theoretical and conceptual basis projects that have not been materialized.

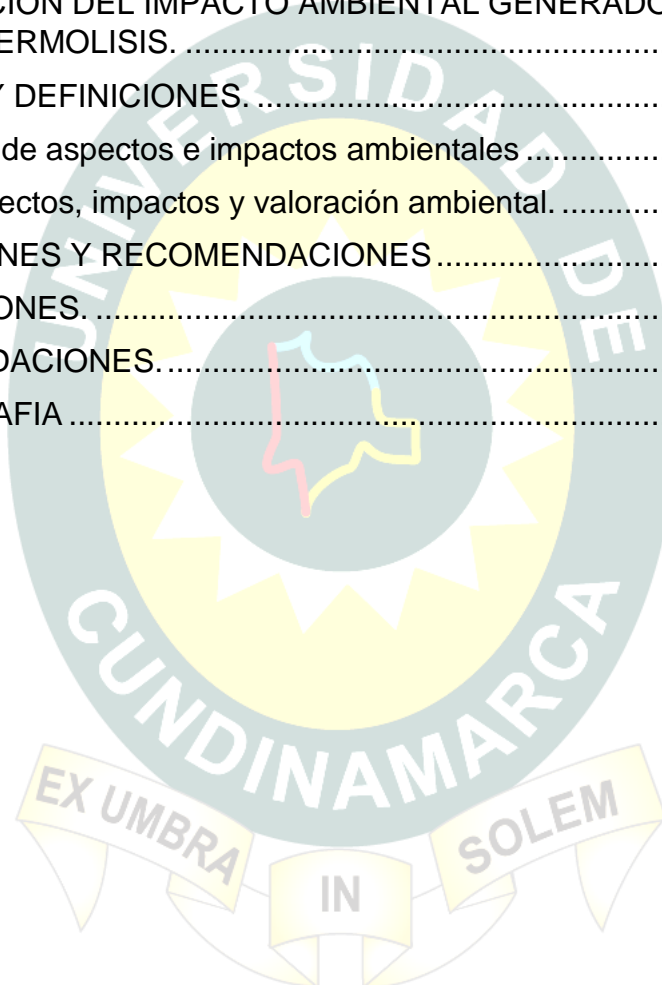
There is a possibility that the results obtained may not be the expected ones initially since it is a process where trial and error are constantly handled, supported by concurrent engineering, which is why obtaining one of the byproducts is in a state of uncertainty, the evidence is proven through videos. The construction materials of the prototype must satisfy strict characteristics so that they are adequately conditioned to the process and at the same time, resistant to high temperatures which they are going to achieve, it is worth mentioning that the construction will be carried out with materials more economical and accessible that are similar in physical and chemical characteristics to employees generally in this type of industries.



## CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	3
ABSTRACT.....	5
Pág. ....	7
1. INTRODUCCIÓN .....	11
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA.....	13
3. JUSTIFICACIÓN.....	15
4 OBJETIVOS.....	17
4.1 OBJETIVO GENERAL.....	17
4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
5. MARCO REFERENCIAL.....	18
5.1 ANTECEDENTES.....	18
5.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO.....	19
5.3 MARCO CONCEPTUAL.....	20
5.4 MARCO METODOLÓGICO.....	22
6. RESULTADOS Y ANALISIS.....	28
6.1. DISEÑO DEL PROTOTIPO.....	28
6.1.1 Diseño Y Elaboración Del Prototipo.....	28
6.1.2 Fichas Técnicas.....	31
6.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.....	36
6.2 DISEÑO DEL PROCESO Y DEL PRODUCTO.....	37
6.2.1 Diseño del proceso.....	37
6.2.2 Termólisis Vs pirolisis.....	39
6.3 DISEÑO DEL PRODUCTO.....	39
6.3.1 Caracterización de los subproductos.....	40
6.3.2 Diseño del empaque.....	42
6.3.3 Funciones del negro humo en la industria de pinturas.....	43
7.ESTUDIO DE MERCADO.....	44

7.1 CICLO DE VIDA DEL NEGRO HUMO.....	45
7.2 7.1.1 Comportamiento De Las Ventas. ....	45
7.1.2 Competencia Potencial. ....	46
7.2 PRESUPUESTOS .....	48
7.3 COSTOS.....	50
9. IMPACTO AMBIENTAL .....	53
9.1 IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO DURANTE EL PROCESO DE TERMOLISIS. ....	53
9.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES. ....	53
9.3 Identificación de aspectos e impactos ambientales .....	55
9.4 Matriz de aspectos, impactos y valoración ambiental. ....	55
10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	57
10.1 CONCLUSIONES.....	57
10.2 RECOMENDACIONES.....	59
11. BIBLIOGRAFIA.....	89





## INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Ficha técnica, fuente de obtención propia.....	31
Tabla 2 Ficha técnica, fuente de obtención propia.....	32
Tabla 3 Ficha técnica, fuente de obtención CEDEX .....	33
Tabla 4, Ficha técnica, Fuente de obtención Poliempac.....	34
Tabla 5 Ficha técnica, fuente proveedor José Barajas .....	35
Tabla 6 Diagrama de proceso fuente de obtención propia .....	38
Tabla 7 Termólisis vs pirolisis fuente propia .....	39
Tabla 8 Ficha técnica Negro humo, Fuente: Lic. Química Jenny Alejandra Botero .....	40
Tabla 9 Ficha técnica, fuente Lic. Química Jenny Alejandra Botero Buitrigo.....	41
Tabla 10 Ventas de negro humo fuente Dane; fuente de creación propia .....	46
Tabla 11 Clientes, fuente propia .....	47
Tabla 12 Proveedores de granulado, fuente creación propia .....	47
Tabla 13, presupuesto, fuente propia .....	49
Tabla 14 activos fuente propia .....	50
Tabla 15 inversión-insumos, fuente propia .....	50
Tabla 16 método wacc, fuente propia .....	51
Tabla 17, proyección, fuente propia.....	51

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Metodología1 fuente propia .....	24
Ilustración 2, prototipo inicial, fuente propia.....	29
Ilustración 3 Horno en ladrillo refractario, fuente de creación propia .....	30
Ilustración 4 Diagrama de procesos operativos, Fuente propia .....	36
Ilustración 5, Ciclo de vida negro humo, fuente Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta, Ing. Juan Robles.....	45
Ilustración 6 Matriz de evaluación ambiental, fuente de creación propia .....	55
Ilustración 7 Matriz de Evaluación en Java, fuente de creación, propia.....	56

## INDICE DE GRAFICAS

Gráfica 1 Etiqueta negro humo, fuente propia .....	42
Gráfica 2 Etiqueta granulado, fuente propia .....	42
Gráfica 3, presupuesto, fuente de creación propia .....	48
Gráfica 4 Proyección, fuente propia.....	52



## 1. INTRODUCCIÓN

Como antecedentes para este proyecto se realizó una búsqueda profunda de los trabajos realizados sobre reutilización y reciclaje de neumáticos fuera de uso a nivel global, nacional y regional.

Se promueve la disminución de emanación de gases contaminantes y el aprovechamiento del neumático fuera de uso cabe aclarar que se trabaja con el triturado de llanta que es la base para la obtención de subproductos los cuales serán materias primas en otras industrias, proponiendo una nueva alternativa para los innegables problemas que ocasionan los neumáticos fuera de uso, como lo son contaminación visual, reproducción de plagas, propagación de enfermedades y tratamientos inadecuados que se implementan para disminuir los volúmenes desechados.

En vista que en Colombia no existe una ley o política que regule el tratamiento de neumáticos que se debe proporcionar a los neumáticos fuera de uso, en medio de la desinformación de las personas, la poca capacidad de los centros de acopio, evidenciar la quema de neumáticos es mayor y más frecuente cada día, pese a que existen algunas empresas dedicadas al tratamiento de los neumáticos fuera de uso, estas centran su producción en el triturado, donde se disminuye de forma más que significativa sus volúmenes y se da un nuevo uso al material triturado de la llanta, no obstante quisimos centrar nuestra mira en generar un mayor aprovechamiento de este neumático, sometiéndolo a un nuevo tratamiento térmico donde se genera un mayor aprovechamiento de sus componentes.

Asimismo, es oportuno mencionar que el objetivo general de este proyecto consiste en la obtención de subproductos que servirán de materia prima para otras industrias,

y los objetivos específicos se encuentran relacionados con la consecución del objetivo general



## 2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Ante la problemática actual del tratamiento que se proporciona a los neumáticos fuera de uso en el mundo, se encuentra como líder la incineración o quema indiscriminada generadora de una alta emanación de contaminantes a la atmosfera, ya que es un proceso que se realiza sin control o precaución alguna donde se reduce de forma visual el volumen de estos desechos, sin embargo no genera beneficio alguno ocasionando el desperdicio o pérdida de los componentes que pueden ser reprocesados del neumático convirtiéndolos en subproductos que funcionan como materia prima en otros procesos.

Frente este panorama , se han propuesto soluciones que resultan ser benéficas desde el punto de vista de: ingresos para las personas , rentabilidad a las empresas y amigabilidad con el medio ambiente, por ejemplo la trituración, utilizada de forma más frecuente luego de la incineración donde se separan los componentes físicos del neumático y se les proporciona un uso diferente o un nuevo ciclo de vida en otro proceso; la pirolisis es otra alternativa a la problemática actual donde se hace uso de los componentes químicos del neumático, aunque es poca su aplicación en el mercado debido a un coste de inversión elevado comparado con la trituración, dentro de su proceso se hace una quema del caucho del neumático controlado con bajas concentraciones de oxígeno.

Ahora bien, el menos frecuente es la termólisis debido a que su costo de inversión es más elevado sin embargo tiene muchas ventajas que justificarían los costos de inversión para su implementación en cuanto a su proceso, además de generar subproductos que serán utilizados como materias primas dentro de la industria, a la vez de realizar su proceso principal para el reciclaje de neumáticos fuera de uso, es generadora de energía, para ser más específicos hace que sus máquinas sean autosustentables.

Esta investigación se desarrolla con base al proceso de la termólisis, el cual cabe aclarar que no es un proceso nuevo, pero se le dará un enfoque diferente en cuanto a la obtención de los subproductos, tomando como referencia estudios e investigaciones del mismo, realizados en diferentes partes del mundo principalmente en (España) líder mundial frente al reciclaje de los neumáticos fuera de uso en vista que en América latina no se emplea dicho proceso.

La contaminación ambiental, abarca un campo muy amplio que aplica a todos los entornos y comunidades, debido a su extensión, acelerado crecimiento y gravedad se divide en diferentes subgrupos, es decir, esta se conoce como contaminación del aire, del agua, del suelo, entre otras, y ante la necesidad de mitigar dicho crecimiento diferentes grupos de personas trabajan en busca de soluciones, centrándonos en un subgrupo de la contaminación del aire, decidimos partir de un punto sobre el cual en Colombia no se ha tomado mayor control y es el uso que se le da a los neumáticos fuera de uso (NFU) quienes en su mayoría con el fin de disminuir su volumen terminan siendo incinerados generando un choque ambiental muy perjudicial, razón por la cual se decide buscar nuevas alternativas que mitiguen el impacto, sin embargo ¿Cómo se van a utilizar los desechos de los neumáticos reduciendo la contaminación del aire en el municipio de Soacha-Cundinamarca?.

### 3. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tiene como finalidad dar solución a una de las problemáticas inmediatas como lo es la contaminación del aire generada por los neumáticos que afectan a la región, siendo a su vez amigable con el ambiente; a través de un proceso de termólisis que permita la reutilización de los neumáticos y la reducción de los gases contaminantes emitidos durante la quema de neumáticos, con la implementación de nuestro prototipo será posible dar un uso apropiado a la gran cantidad de neumáticos desechados en el municipio de Soacha, y como un valor agregado a la misma obtener tres subproductos que servirán como materia prima para otras industrias.

Generando de esta forma una solución amigable con el ambiente, con el entorno, con la sociedad y con la industria al proporcionarles materias primas a partir de un producto reciclado, el cual abunda en las calles y en diferentes lugares del municipio.

Al utilizar una forma de reciclaje o de "reducción" de este producto de consumo prácticamente primario diferente a la comúnmente utilizada pirolisis, quien emite mediante la quema de los neumáticos más contaminación a la atmosfera, podemos contribuir de forma significativa al desarrollo de una nueva iniciativa que se encargue de concientizar a las personas de la importancia de mitigar el impacto ambiental generado por la contaminación. Además de lograr que las personas comprendan lo importante que es el debido uso de los desechos, se demostrara como estos pueden ser más productivos en un lugar adecuado, en donde se aprovechen al máximo sus componentes obteniendo otros subproductos, que desechándolos en las calles o en lugares clandestinos donde solo generan amenazas en cuestiones de salud, ambiente y otros factores que generan riesgos en el municipio y sus materiales que aún son útiles se pierden de forma inmediata.

Al efectuar esta investigación se pretende obtener tanto beneficios ambientales como lucrativos dado que al fomentar la conciencia ambiental y la comercialización

de productos como: gas y caucho que sirven como materia prima de las empresas que producen combustibles, asfalto, y pinturas.





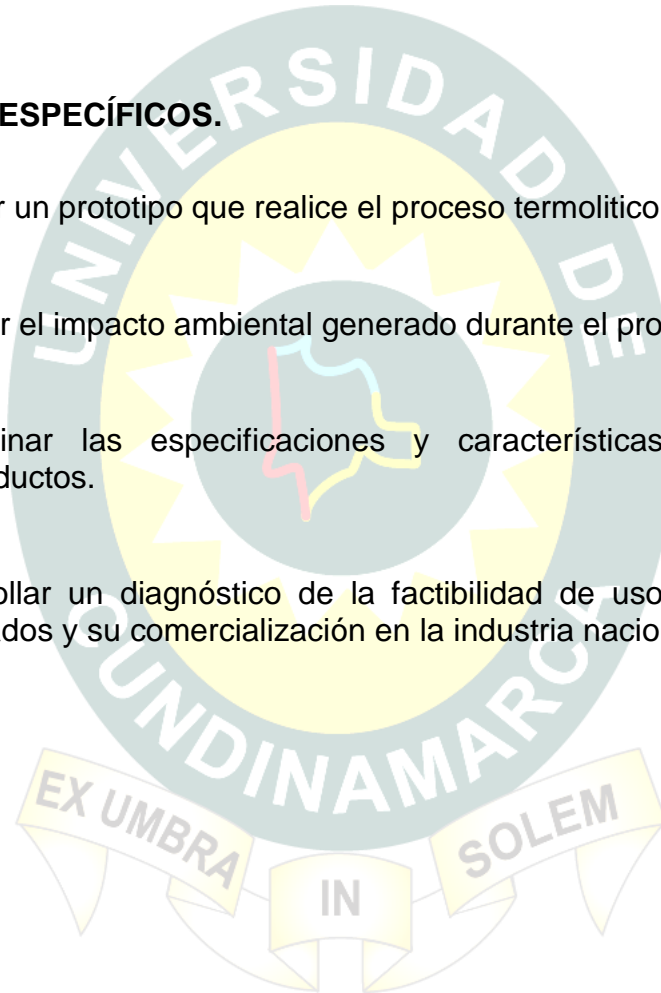
## 4 OBJETIVOS

### 4.1 OBJETIVO GENERAL.

Obtener subproductos del material granulado de neumáticos desechados a partir del proceso termolítico.

### 4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

1. Diseñar un prototipo que realice el proceso termolítico.
2. Analizar el impacto ambiental generado durante el proceso.
3. Determinar las especificaciones y características propias de los subproductos.
4. Desarrollar un diagnóstico de la factibilidad de uso de los productos terminados y su comercialización en la industria nacional.



## 5. MARCO REFERENCIAL

### 5.1 ANTECEDENTES.

En algunos lugares del mundo la situación es más crítica que en otras y en vista de la contaminación masiva se han tomado medidas de control frente al asunto. Según la revista portafolio:

En Estados Unidos y Europa ya existen medidas que regulan el abandono de los neumáticos en vertederos, al mismo tiempo se crean empresas que se encargan de su reciclado. En América Latina, México, Chile, Argentina y Uruguay son países que adoptan la misma política (Las imparables ruedas de la contaminación, 2010)

De acuerdo a los correctos procesos de reutilización de los neumáticos se encuentran precedentes como:

El diseño de un proceso de pirolisis rápido controlado desarrollado por el VI Programa Marco, el proyecto PyroIXTyre de la empresa noruega Norsk Dekkeretur mediante el uso de microondas para reciclar el negro de carbono y recuperar energía.

Los beneficios que se pueden obtener de las formas adecuadas de reproceso se ven reflejadas en el trabajo realizado dentro del programa "Growth" de la UE, el proyecto "Thermal treatment of scarp tyres to produce reusable carbón black (SCRAPTREAT), donde desarrolló un proceso pirolítico con alimentación continua para el tratamiento térmico de los neumáticos fuera de uso (NFUs)" (López Gómez, López Delgado, Alguacil, & Manso, 2009)

En Colombia ya se da debida importancia al uso de los NFU's, aunque según afirma el ministerio de ambiente "actualmente en Colombia las llantas no están consideradas como residuo peligroso, pero si como residuos especiales según la

resolución 1452 de 2010; sin embargo, tienen un impacto en la salud”. (Olaya Guarín, 2016)

Existen empresas dedicadas a la trituración de neumáticos dando uso provechoso a los distintos componentes de la llanta después de haber cumplido con su ciclo de vida, según estudios del DAMA (Departamento administrativo del medio ambiente), cerca del 80% de la contaminación atmosférica se genera en ciudades como Bogotá; como también las posibles soluciones para esta problemática en el concejo de Bogotá, se discute la incineración de los neumáticos por medio de los hornos que se usan para fabricar cemento.

El concejal Sáenz afirma que, “Si se hace realidad la iniciativa del Ministerio de Ambiente de incinerar las llantas en los altos hornos, estaríamos ante una muy grave amenaza ambiental”. (Nacional, 2015)

## **5.2 MARCO LEGAL Y NORMATIVO.**

La normatividad ambiental existente en Colombia, aunque no es muy amplia y estricta intenta responder a la preocupación de la nación por la preservación del medio ambiente garantizando a los habitantes del territorio nacional derecho colectivo a participar de un ambiente sano como está establecido en la Constitución Nacional de Colombia 1991. El Sector del tratamiento de neumáticos fuera de uso no está regulado como tal, pero existen los siguientes decretos que se acoplan a su tratamiento para garantizar la pureza del proceso:

Decreto 1713 De 2002. Por el cual se reglamenta la Ley 142 de 1994, la Ley 632 de 2000 y la Ley 689 de 2001, en relación con la prestación del servicio público de aseo, y el Decreto Ley 2811 de 1974 y la Ley 99 de 1993 en relación con la Gestión Integral de Residuos Sólidos.

Resolución 1326 Del 2017. Ppor la cual se establecen los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de las llantas usadas y se dictan otras disposiciones.

### 5.3 MARCO CONCEPTUAL.

El aprovechamiento de estos residuos sólidos, que representan una gran amenaza ambiental tanto por los tratamientos actuales que se les proporcionan y acumulación por falta de centros de acopio que no cumplen con una serie de características específicas están propensas a la propagación de plagas y enfermedades, existen diferentes alternativas para su tratamiento.

Entre los procesos que buscan ponerse a la vanguardia en cuanto al reciclado de neumáticos encontramos:

**Recauchar** Debido a que la banda de rodamientos del neumático es la parte que está en contacto con la carretera. Donde sustituye la banda vieja y gastada por una nueva. Según la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), recauchutar un neumático viejo utiliza un 70% menos de aceite que el que produce uno nuevo. También es entre un 30% y un 70% más barato en costo por neumático. (Mercado, 2013)

**Pirolisis** Es un proceso muy nuevo para reciclar el neumático, en el que los neumáticos se calientan en un entorno sin oxígeno. Esto descompone los neumáticos en aceite, acero y carbono negro. (Mercado, 2013)

Dentro de un entorno local encontramos que “Bogotá produce o genera el 28% de llantas en desuso a nivel nacional, sin embargo, cuenta con tan solo una planta de procesamiento de llantas usadas dentro de sus vecindades; la cual se ubica en el parque industrial de Casuca en el municipio de Soacha”, (Mejía Ballona, 2013).

**recuperación del caucho** lleva consigo procesos previos de trituración con cuchillas giratorias que giran entre 15 y 20 rpm. Posteriormente se lleva a cabo la trituración final que puede realizarse a temperatura ambiente mediante molinos clásicos, separándose la parte textil y la parte férrica mediante separación magnética. (F.A. López, s,f).

Otros procesos que se encuentran en desarrollo para el tratamiento de los neumáticos fuera de uso en especial del caucho, se encuentran trabajando España líder mundial del reciclaje de estos residuos sólidos, cabe aclarar que estos procesos se encuentran en proceso de estudios en laboratorio y aun no se ha determinado su viabilidad económica.

**Proceso TKIOS31** Si bien los procesos de termólisis permiten mejorar la composición y características físicas del negro de humo respecto de los obtenidos por procesos pirolíticos convencionales, es posible obtener un negro de humo de alta calidad mediante el tratamiento que se propone en este proyecto, denominado Proceso TK-IOS, para obtener un negro de humo purificado calidad tipo N-660. El proceso, permite además obtener aditivos para usos industriales (materiales asfálticos) y recuperar los contenidos de Zn y Fe existentes en el producto de partida. En la actualidad, este proceso ha sido desarrollo a escala de laboratorio y son necesarios estudios complementarios para establecer su viabilidad económica. (F.A. López, s,f)

**Gasificación** Una alternativa a la pirolisis, quizás menos agresiva desde un punto de vista medioambiental, sea el aprovechamiento energético de los NFUs mediante gasificación. La gasificación es un proceso termoquímico de descomposición de la materia orgánica en un ambiente caracterizado por un déficit de aire respecto al estequiométrico necesario para realizar la combustión completa de la misma. Es un proceso a 600°C donde el combustible sólido reacciona con un agente gasificante (aire, oxígeno o vapor de agua) (F.A. López, s,f)

#### **5.4 MARCO METODOLÓGICO.**

Es una temática en la cual se relaciona ingeniería, química, cultura, conciencia ambiental y sociedad, en donde se aplica el método experimental y de tipo cuantitativo, debido a que debemos buscar diferentes alternativas para poder desarrollar nuestro proyecto, a su vez es una investigación monográfica, que permite la fácil comprensión del desarrollo del prototipo facilitando la localización de los posibles fallos que se puedan presentar durante el transcurso de su desarrollo de igual forma mantener de forma clara los resultados obtenidos de la misma.

Con la reutilización de los neumáticos en el municipio de Soacha se aspira a mitigar un poco el impacto ambiental de estos residuos, que son evidentes en este municipio. Los más beneficiados con esta idea de investigación en cuanto a la reducción de estos contaminantes son los habitantes del municipio, ya que se verán menos afectados en cuanto a emisión de gases a la atmósfera, evitando a su vez algunos de los problemas en salud, medio ambiente, y hasta la reproducción de plagas, provocados por el mal desecho de los neumáticos, además de que esta idea de un proceso por medio de termólisis para la reutilización se hará con ausencia de oxígeno, lo que favorecerá aún más al municipio, debido a que al ser nuevamente procesado no emitirá dióxido de carbono a la atmósfera.

Los habitantes del municipio de Soacha se beneficiarán de forma directa puesto que estarán viviendo en ambiente visualmente más limpio, y en el cual se va a contribuir a la mitigación de las emanaciones de los gases contaminantes, causantes principales del deterioro ambiental, al tener una ubicación geográficamente privilegiada Soacha se convertirá a futuro en principal recolectora de neumáticos para su reciclado, establecería puntos de recolección y de almacenamiento cuya capacidad permita que sean desechados por determinadas cantidades de tiempo.

En cuanto a la solución de los posibles futuros inconvenientes, podemos hablar de las pruebas que se deben realizar a la maquinaria por medio de cálculos teóricos que podrían ser de gran ayuda a la hora de mostrar resultados y ver qué tan viable

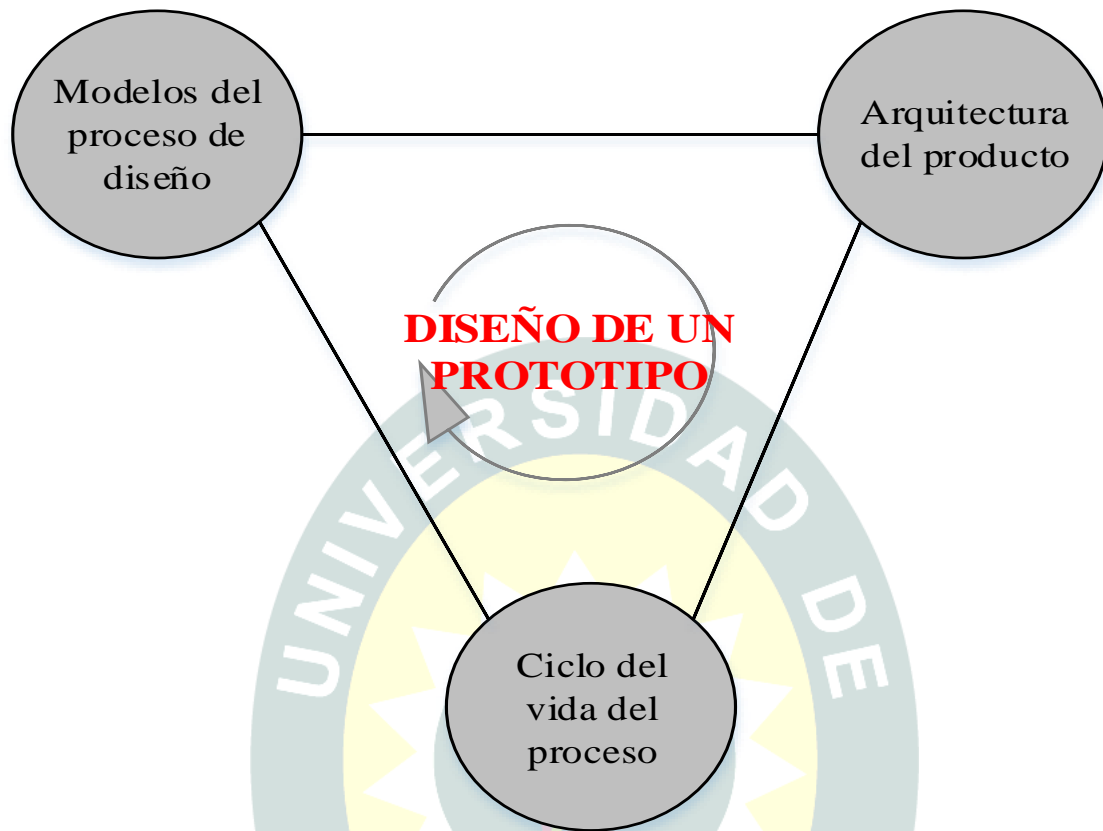
es el proyecto, antes de implementarlas para su uso futuro, en las cuales los análisis realizados deben ser muy exactos para de esta forma darle valores cuantitativos a los resultados, dado el caso que si en los ensayos prueba- error aparecen fallos que salen de los límites de tolerancia corregir de inmediato, en cuanto a los costos de fabricación debemos ser muy precisos y escoger los mejores materiales para evitar inconvenientes futuros, los cuales lo más probable es que recaigan en costos adicionales que estén por fuera de nuestro presupuesto.

Pese a la investigación realizada previamente, quedan algunas lagunas o espacios los cuales se les dará respuesta en el momento de poner en práctica lo planeado, y de buscar alternativas en tiempo real, que nos permitan cumplir con el cronograma y con todas y cada una de las actividades establecidas en el tiempo planeado inicialmente.

La idea con esta investigación es llegar a resultados teóricos propios alcanzando los objetivos, partiendo como base de resultados antes encontrados que nos servirán de gran ayuda al momento de poner en marcha nuestra metodología y nuestros análisis cuantitativos, y llegar así a una posible solución a la problemática que tiene el municipio en cuanto al desecho de los neumáticos.

Para lo consecución exitosa de los objetivos se aplicarán las siguientes metodologías:





*Ilustración 1 Metodología1 fuente propia*

Durante esta metodología se da cumplimiento al objetivo de la construcción del prototipo, el cual será base para la satisfactoria culminación de cada uno de los objetivos, como modelo del proceso de diseño se tomó como base teórica el reactor de lecho fluidizado cuyo proveedor es Ruian MJ Impex Co., Ltd. Se realiza también el respectivo análisis y simulación del prototipo a emplear.



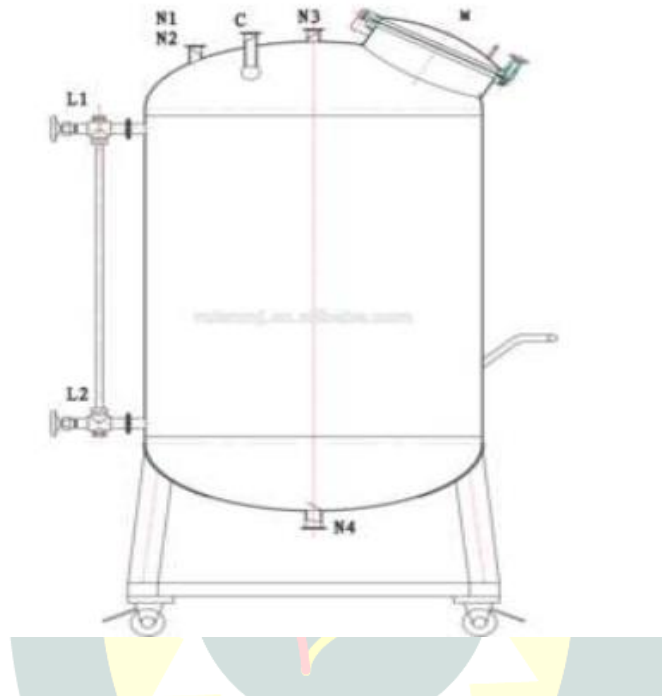


Ilustración 2, reactor de lecho fluidizado, fuente ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE PRODUCCIÓN DEL NEGRO HUMO Rivera, Velazco, Vaca.

Para la medición del ciclo del proceso se realizó un estudio de tiempos relacionado con las cantidades de granulado empleadas en las pruebas, y para la arquitectura del producto fue necesario acudir a una tercera fuente para el establecimiento de características físicas y químicas del granulado.



Ilustración 3 Metodología, fuente de obtención propia

Para la consecución del segundo y tercer objetivo se realiza una matriz de evaluación de impacto ambiental, con el fin de demostrar que con la termólisis las cantidades de emanaciones son prácticamente nulas al conseguir un ambiente ideal para el tratamiento del granulado, en cuanto a el control y procedimiento operacional se tienen en cuenta diagramas hombre-máquina, toma de tiempos, la construcción de un manual de mantenimiento y la mejora continua del prototipo

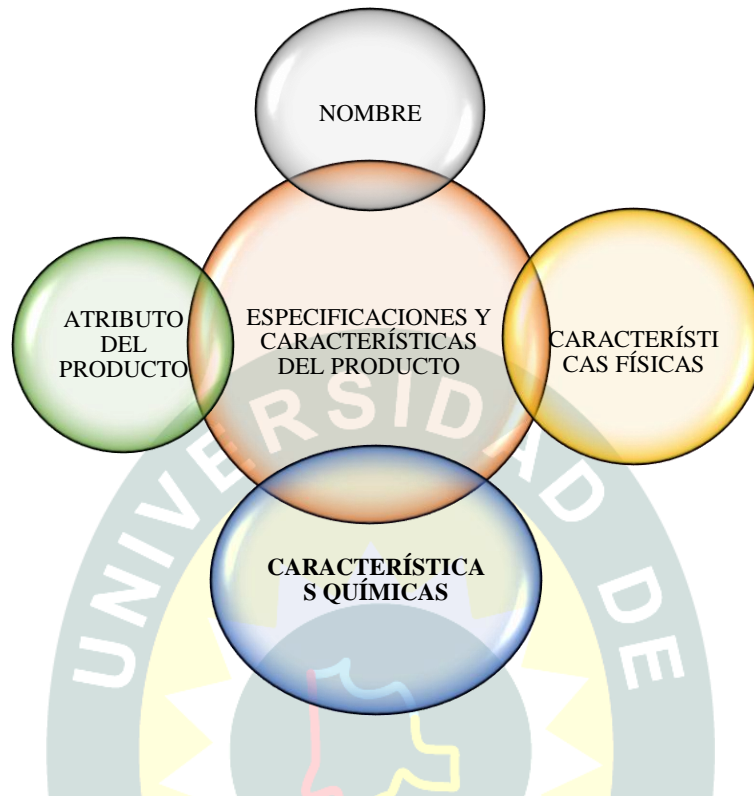


Ilustración 4 , Metodología 3, fuente propia

Para el cuarto y último objetivo específico es necesario determinar las especificaciones y características propias de los productos obtenidos durante el proceso, con el fin de realizar un breve diagnóstico de la factibilidad de su comercialización, claro está acompañado de un estudio de mercado a través del cual se partirá para establecer la viabilidad del proyecto para su puesta en marcha en el mercado. Además de agregar todas las características que adicione valor agregado al producto de forma que sea más atractivo para los clientes.

## 6. RESULTADOS Y ANALISIS

### 61. DISEÑO DEL PROTOTIPO.

"Los que nunca han cometido errores, es porque nunca han intentado hacer cosas nuevas y diferentes" Albert Einstein.

#### 6.1.1 Diseño Y Elaboración Del Prototipo.

Para el diseño y la elaboración del prototipo final (termomachine), fue necesario el uso de bosquejos, planos, simulación, pruebas piloto, aplicación de mejoras y un prototipo inicial, con el cual fue posible analizar el proceso como tal, realizar la primeras pruebas a cerca del control de temperatura y del comportamiento que la llanta triturada iba a sufrir dentro del proceso, con el objetivo de analizar y hacer más visual el comportamiento de la termólisis frente al granulado se implementó un prototipo inicial fabricado en vidrio templado, conforme afloraban las opciones de mejorar y optimizar el proceso, se efectuaron los cambios que se consideraron pertinentes, teniendo en cuenta que el prototipo inicial no se podía someter a muchas pruebas puesto que el vidrio aun siendo templado al someterlo a temperaturas tan altas (600°C) como las que son necesarias alcanzar pierde propiedades en su composición como lo es la elasticidad, las pruebas se basaron en el alcance y control de la temperatura, para en una segunda etapa con el uso de materiales más resistentes y asequibilidad.

Durante la primera etapa de construcción del prototipo inicial se usó como base teórica y funcional, el reactor de lecho fluidizado quien para evitar la combustión utiliza atmosferas de Nitrógeno (Ni), en vista que no eran de fácil manipulación y consecución se opta por buscar una nueva alternativa que permita alcanzar la temperatura sin utilizar el fuego como fuente principal del mismo, dicha alternativa fue utilizar la pistola de calor, esto en el prototipo de vidrio, para la medición de la

temperatura se usa la termocupla y para el sistema de recuperación tubos de cobre (Cu).



*Ilustración 2, prototipo inicial, fuente propia*

Tras realizar las primeras pruebas en el prototipo inicial, fue posible establecer las oportunidades de mejora y posibilidades de optimizar el proceso, razón por la cual se decide reemplazar el vidrio por ladrillo refractario cuya resistencia al calor es de  $1200^{\circ}\text{C}$  para su unión se debe utilizar cemento refractario el cual posee dentro de sus composición un 40% de arcilla refractaria, 20% cemento grueso, 20% cemento fino y 20% arena gruesa, con el fin de controlar la temperatura sin tener que apagar la fuente que provee el calor se decide utilizar una resistencia en espiral y un controlador de temperatura que cuente con un tablero que muestre la temperatura de forma digital, la cual transmite la señal física por medio de la termocupla, con el fin de mantener estable la temperatura se adecua una muletilla, con el fin de no usar el fuego como fuente promotora de calor, se utiliza la energía eléctrica de (220 V).



*Ilustración 3 Horno en ladrillo refractario, fuente de creación propia*

El ladrillo y el cemento refractario forman un complemento que permite que de su interior no escape nada (calor y gases contaminantes), al no generar una reacción que genere combustión, no existe emanación de Dióxido de Carbono ( $\text{CO}_2$ ) y de monóxido de Carbono ( $\text{CO}$ ) además permite que la reacción endotérmica sea completamente hermética, se realizan las fichas técnicas de Termomachine con la consecución exitosa del prototipo se crea de forma adicional un manual de mantenimiento el cual se encuentra dentro de los anexos junto a los planos .

### 6.1.2 Fichas Técnicas.

HORNO	
PARAMETROS	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Horno en ladrillo refractario resistente a 1200 °C, compactado con cemento refractario, funcionamiento con luz de 220 V, resistencia eléctrica	
<b>CAPACIDAD DE PRODUCCION</b>	Por cada 500 gr de granulado se obtiene 250 gr de caucho, 100 gr de granulado para reutilizar y 150 gr se convierten en negro humo.
<b>DIMENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• 36 cm de largo</li><li>• 24 cm de ancho</li><li>• 25 cm de ancho</li><li>• 6 cm de grosor</li><li>• 19 cm de alto interno</li></ul>
	

Tabla 1 Ficha técnica, fuente de obtención propia

RESISTENCIA	
PARAMETROS	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
4400 W 220 V Resistencia en espiral que estire de 4mm a 10mm alambre 1.80 campol	
<b>CAPACIDAD DE PRODUCCION</b>	Por cada 8 horas de trabajo un descanso gradual de 5 minutos por hora
<b>DIMENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3 metros de largo</li> <li>• 4 mm de diámetro</li> </ul>



Tabla 2 Ficha técnica, fuente de obtención propia



## TRITURADO DE NEUMATICO

### PARAMETROS

#### DESCRIPCIÓN

Apariencia granulada

#### DIMENSIONES

Gramos, presentación por bultos



Tabla 3 Ficha técnica, fuente de obtención CEDEX

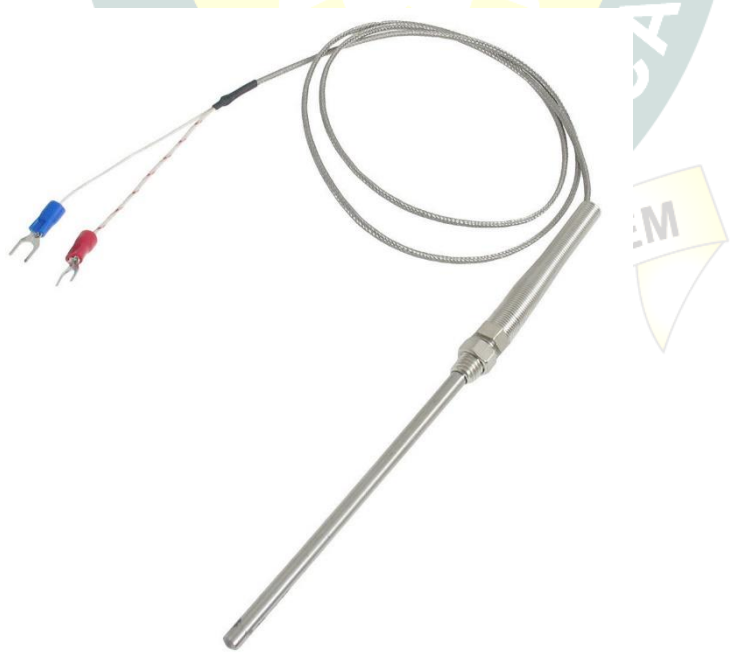
TERMOCUPLA	
PARAMETROS	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Diseñado con terminal de horquilla y sección de resorte flexible con amplio rango de medición	
<b>CAPACIDAD PRODUCCION</b>	<b>DE</b> Rango de temperatura 0°C- 1200° C
<b>DIMENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sonda 25 mm</li> <li>• Tornillo M6</li> <li>• Cable 2m</li> </ul>
	

Tabla 4, Ficha técnica, Fuente de obtención Poliempac


CONTROLADOR DE TEMPERATURA	
PARAMETROS	
<b>DESCRIPCIÓN</b>	
Control de temperatura relevo de 220 V con, muletilla, piloto de 220 V y cable	
<b>DIMENSIONES</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 cm de ancho</li> <li>• 10.5 cm de alto</li> <li>• 15.5 cm tapa</li> <li>• 3 cm muletilla</li> <li>• 5 cm controlador digital</li> </ul>
	

Tabla 5 Ficha técnica, fuente proveedor José Barajas

### 6.1.3 CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO.

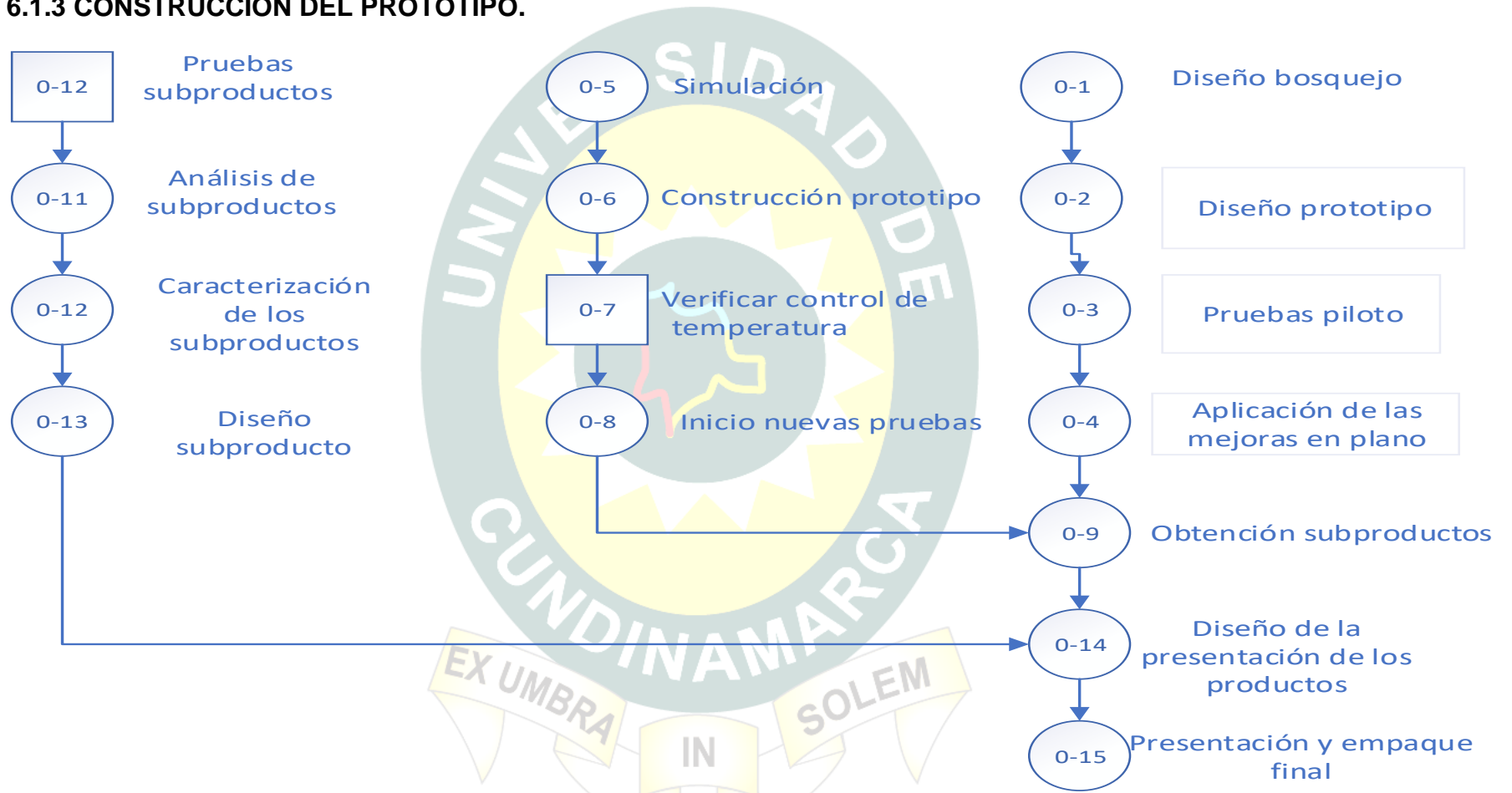


Ilustración 4 Diagrama de procesos operativos, Fuente propia

## 6.2 DISEÑO DEL PROCESO Y DEL PRODUCTO.

### 6.2.1 Diseño del proceso.

El proceso de obtención de subproductos del triturado de llanta a partir de la termólisis se describe a continuación:

1. Obtención del granulado: Compra directa con el proveedor.
2. Termólisis: El triturado de llanta se introduce en el horno y comienza un proceso de sometimiento a altas temperaturas un calentamiento del caucho en ausencia del fuego y de oxígeno como agente primordial en la combustión, donde la fuente que alimenta el horno es la energía eléctrica, el caucho es de 400°C a 600°C, depende del espacio en que se vaya a fundir y las cantidades a manejar, en los 400°C el CO<sub>2</sub> y el CO se convierte en negro humo, polvo y caucho que se puede reutilizar en otra fundición, pues pierde parte importante de sus propiedades hasta la tercera quema.
3. Enfriamiento: Tras para el funcionamiento del horno se deja enfriar y cuando se estabiliza a una temperatura ambiente se retiran los productos obtenidos de su interior.
4. Empaque: Al obtener 3 subproductos se realizan tres diferentes tipos de empaque para el negro humo el cual se presenta de forma líquida va a ser en cuanto al polvo y el caucho el empaque en bolsas desde un Kilogramo hasta 25 dependiendo de la cantidad que sea producida.











Diagrama de flujo del proceso		Del tipo trabajador material						
Cuadro N°1 Hoja N° 1		Resumen						
Sujeto registrado	Actividad	Actual	Propuesta	Ahorro				
TERMOMACHINE	Operación 	29 min	-----	-----				
Actividad	Transporte 	2 min	-----	-----				
Método: Actual (Termólisis Artesanal)	Demora 	91 min	-----	-----				
	Inspección 	10 min	-----	-----				
	Almacenamiento 	20 min	-----	-----				
Ubicación: BOSA	Distancia (m)	4m						
Operario: si	Reloj. Si	Costo	\$8000					
Registrado por: Carolina Rengifo	Elianys pineda	Mano de obra	\$7500					
Autorizado por: Carlos Bermúdez		Materiales	\$ 4166					
		Total	\$19660					
Descripción	can	Distan m	Tiempo Min	Símbolo			Observaciones	
								
Introducción del granulado de llanta	1 kg	1m	2 min					El material se debe manipular con guantes
Calentamiento del horno			4 min					Manipulación con guantes
Estabilización del horno			1 min					Controlador de temperatura
Termólisis			20 min					
Enfriamiento del horno			90 min					No abrir hasta que no quede en temperatura ambiente
Extracción de los subproductos		1m	5 min					Manipulación con guantes
Clasificación		1m	10 min					Clasificación según las características propias
Empaque		1m	20 min					De acuerdo al tipo de producto
Total	1 kg	4m	145 min					

Tabla 6 Diagrama de proceso fuente de obtención propia

### 6.2.2 Termólisis Vs pirolisis.

Se busca demostrar porque el proceso de la termólisis es superior a la pirolisis en el aspecto económico, social, ambiental e industrial, que pese a su mayor costo de inversión es mayor el beneficio que se obtiene al aplicar este, así como lo es disminución en el tiempo de las operaciones, seguridad y aprovechamiento del material.

PIROLISIS	TERMOLISIS
9 operaciones a realizar	7 operaciones a realizar
Reacción a la pirolisis critica	Segura reacción al proceso
Poca disponibilidad de insumos	Solo requiere de energía eléctrica
Menor costo de inversión	Mayor costo de inversión
Riesgo es su manipulación alto	Riesgo en su manipulación medio
Maquinas autosustentables	Máquina que requiere alimentarse
Generadora de energía	Generador de energía (si se desea)

Tabla 7 Termólisis vs pirolisis fuente propia

Una de las razones, por la cuales la termólisis resulta ser más optima es que cuenta con menos tarea para realizar, menor riesgo de accidentes en el proceso, fácil adquisición de los insumos y poco consumo de energía puesto que TERMOMACHINE funciona con luz trifásica.

### 6.3 DISEÑO DEL PRODUCTO

Para el diseño del producto, se realizan diferentes actividades, como caracterización de los subproductos, diseño del empaque, además del empleo del diagrama funcional del negro humo en la industria.

### 6.3.1 Caracterización de los subproductos.

FICHA TECNICA DEL PRODUCTO	
Nombre del producto	Negro Humo
Nombre comercial del producto	Negro Humo
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>	
Viscosidad @ 100 °C ML (1+4), (MU)	14,8
Dureza Shore A, (20 seg)	61,8
Propiedades Tensiles	
Fuerza Tensil (MPa)	22,4
Elongación (%)	407
Módulo 100% (Mpa)	4,05
Volátiles (125 °C)	0.5
<b>APARIENCIA</b>	Liquida
<b>ECOLOGÍA</b>	Impacto potencial similar al entorno
<b>CARACTERIZACIÓN DEL EMPAQUE</b>	Recipientes de polietileno
<b>PRESENTACION</b>	Litros
<b>CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO</b>	Almacenar en un lugar fresco y seco, para evitar material particulado el área donde se almacene debe encontrarse ventilada
<b>COMPOSICIÓN</b>	100% Carbono
<b>ELABORADA POR:</b>	Lic. Química Jenny Alejandra Botero Buitrago

Tabla 8 Ficha técnica Negro humo, Fuente: Lic. Química Jenny Alejandra Botero



<b>FICHA TECNICA DEL PRODUCTO</b>	
Nombre del producto	Granulado
Nombre comercial del producto	Caucho Granulado
<b>CARACTERISTICAS TECNICAS</b>	
Viscosidad @ 100 °C ML (1+4), (MU)	8.10
Densidad (g/ cm <sup>3</sup> )	0.95
Propiedades Tensiles	
Fuerza Tensil (MPa)	26,5
Elongación (%)	407
Módulo 100% (Mpa)	4,05
Volátiles (125 °C)	0.5
<b>APARIENCIA</b>	Polvo
<b>ECOLOGÍA</b>	Impacto potencial similar al entorno
<b>CARACTERIZACIÓN DEL EMPAQUE</b>	Recipientes de polietileno
<b>PRESENTACION</b>	Kilogramos
<b>CONSIDERACIONES DE ALMACENAMIENTO</b>	Almacenar en un lugar fresco y seco, para evitar material particulado el área donde se almacene debe encontrarse ventilada.
<b>COMPOSICIÓN</b>	100% Carbono
<b>ELABORADA POR:</b>	Lic. Química Jenny Alejandra Botero

Tabla 9 Ficha técnica, fuente Lic. Química Jenny Alejandra Botero Buitrago

### 6.3.2 Diseño del empaque.

Para el diseño del empaque se busca que sea atractivo al mercado, tanto por su costo de adquisición como su apariencia física, como plus se presenta el negro humo en forma líquida puesto que en el mercado existe en polvo y es un material que se importa, al ser un producto nacional es mucho más económico y atractivo para los clientes potenciales.

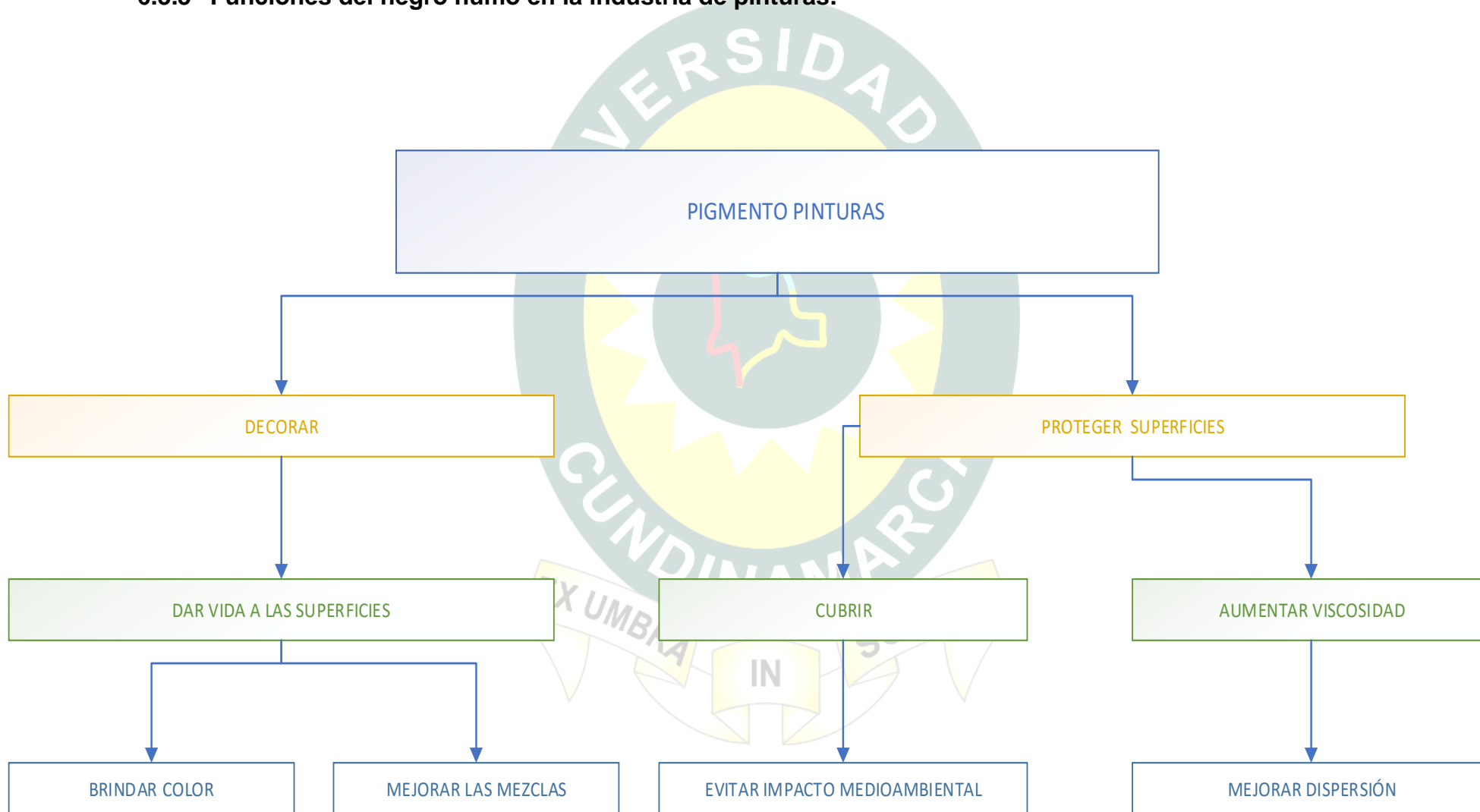


Gráfica 1 Etiqueta negro humo, fuente propia



Gráfica 2 Etiqueta granulada, fuente propia

### 6.3.3 Funciones del negro humo en la industria de pinturas.



## 7. ESTUDIO DE MERCADO

“De acuerdo con la Agencia de Protección Ambiental de EE.UU.A., aproximadamente 290 millones de neumáticos se generan en ese país. En la actualidad, muchos se reciclan por compañías como Edge Rubber, en varios grados de molido, también conocido como granulado de malla fina. (Flexicom, 2015).

Aunque es un producto que al reciclar genera posibilidades de brindarle un nuevo uso, en Colombia sigue siendo un mercado poco conocido y por la poca reglamentación legal no existe nada que regule su tratamiento, aunque “Desde el 2012, los residuos sólidos que necesitan un tratamiento especial, ya sea porque se consideran peligrosos o porque pueden ser aprovechados como nuevos insumos, son tratados en el país en programas de posconsumo” (Suarez, 2016).

En Colombia existe una serie de empresas dedicadas al reciclaje de los neumáticos fuera de uso, basan su proceso en el triturado, donde se encargan de separar los componentes del neumático como lo son las fibras y el caucho, uno de las empresas más sobresalientes en Colombia es rueda verde cuyo director es Élmer Cardozo Guamán, quien asegura que “ Los gestores, encargados de transformar los neumáticos en subproductos como caucho, acero y fibras, solo llegan a comercializar entre el 50 y el 60 por ciento de las nuevas materias primas” (Suarez, 2016)

Este estudio de mercado se realiza con el fin de conocer los posibles compradores, la competencia junto con las principales características de su comercialización. El negro humo que se obtiene durante el proceso de la termólisis se emplea generalmente para aumentar las propiedades de resistencia a la tensión y a la abrasión, también tiene su uso como pigmentador de pinturas y en el toner de las impresoras.

## 7.1 CICLO DE VIDA DEL NEGRO HUMO.

“El negro humo es un producto que está en el mercado desde hace ya un tiempo como aplicación industrial, y dada su amplia gama de usos, la evolución de ventas muestra que el negro de humo es un mercado internacional en crecimiento, dado que la demanda de llantas para vehículos, así como de productos de caucho y productos que requieren el negro humo como pigmento está en crecimiento” (Rosemberg Rivera, 2016)

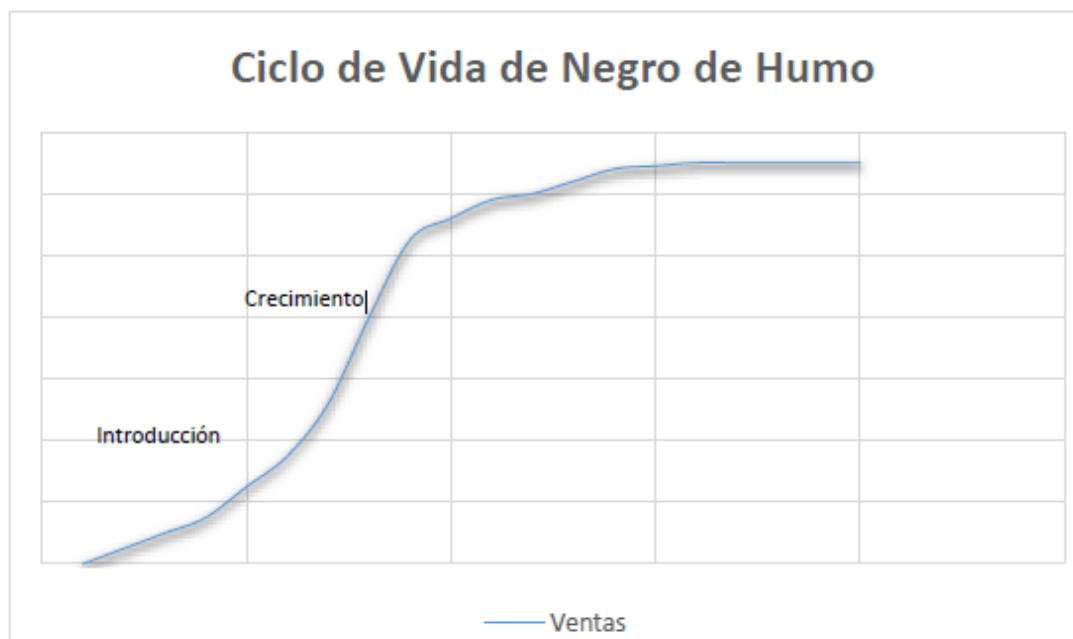


Ilustración 5, Ciclo de vida negro humo, fuente Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta, Ing. Juan Robles

### 7.1.1 Comportamiento De Las Ventas.

En la siguiente tabla se refleja el comportamiento de las ventas del granulado de acuerdo a la encuesta anual manufacturera del DANE, donde se observa que las ventas se han mantenido estables, y aunque las ventas realizadas en el mercado nacional disminuyen cada vez las ventas internacionales aumentan.

AÑO	MEDIDA	CANTIDAD	VALOR TOTAL	CANTIDAD	VALOR TOTAL	EXTERIOR	CONSUMO INTERNO
2007	Kg	60,645,000	118,902,374	61,292,000	119,498,479	81,258,966	32%
2008	Kg	55,193,000	101,760,476	55,750,000	102,789,291	66,813,039	35%
2009	Kg	41,015,000	102,865,620	42,222,000	105,895,122	63.932,710	40%
2010	Kg	47,316,090	95,513,147	43,957,920	88,734.282	64,562,628	27%
2011	Kg	50,687,000	105,001,275	52,645,825	109,207,757	95,187,390	22%
2012	Kg	50,171,000	132,249,100	44,653,000	117,703,821	87,762,768	26%
2013	Kg	39,340,161	89,150,039	33,537,039	98,269,188	73,159,000	26%
2014	Kg	41,112,660	113,875,218	42,312,295	117,177,235	98,419,086	16%

*Tabla 10 Ventas denegro humo fuente Dane; fuente de creación propia*

### 7.1.2 Competencia Potencial.

El negro humo producido en Colombia se comercializa de una forma informal razón por la cual no se encuentran datos de sus fabricantes, pero el material que se importa si se encuentra registrado en las bases de datos de COMXPORT (empresa que gestiona datos de comercio del exterior).

Cabot Colombiana S.A. Cartagena

Compounding And Masterbatching Industry Limitada Comai

Pinturas Tonner & Cia Ltda.

Baker Hughes De Colombia

Clariant (Colombia) S.A. Cod Uap 184

Claripack Ltda

Proquinal S.A.

Industria Colombiana De Llantas S.A. Icollantas S Uap

Brenntag Colombia S.A.

Goodyear De Colombia S.A. Cod. U.A.P. 055

Ajover S.A. - Usuario Uap 0236

Philaac Ltda

C.I Racketball S.A.

Filmtex S.A. U A P Cod 340

Surtiquimicos Ltda

Compañía Pintuco S.A. Medellin

Repuestos Colombianos S.A. Reco S.A.

Tintas S.A. Uap 1 191

Premex S.A.

Premac S. A.

Colpisa Motriz S.A.

Extrusiones S.A. Itagui

Inproquim Ltda

Impulso Inversiones Limitada

Empresas Reencauchadoras De Llantas

*Tabla 11 Clientes, fuente propia*

Distribuidora Tonner de la sabana y cia Ltda

Pinturas Tonner & Cia Ltda.

Pintucolorama Ltda.

Nova pinturas del atlántico

Continental de pinturas Ltda.

Tintas S.A. Uap 1 191

Compañía Pintuco S.A. Medellín

Pintumax

Ajover S.A. - Usuario Uap 0236

Tecno pinturas Ltda.

*Tabla 12 Proveedores de granulado, fuente creación propia*

## 7.2 PRESUPUESTOS.



Gráfica 3, presupuesto, fuente de creación propia





ESTADO	OPERACIÓN	PRESUPUESTO	REAL	DIFERENCIA (C)	DIFERENCIA (%)
■	Vidrio templado	\$ 150.000,00	\$ 150.000,00	\$ -	0%
▲	Termocupla	\$ 16.000,00	\$ 150,00	\$ 15.850,00	99%
▼	Pistola de calor	\$ 100.000,00	\$ 126.475,00	-\$ 26.475,00	-26%
▲	Granulado (30 Kg)	\$ 160.000,00	\$ 50.000,00	\$ 110.000,00	69%
▲	Ladrillo refractario(Unidad)	\$ 7.000,00	\$ 2.900,00	\$ 4.100,00	59%
▲	cemento refractario	\$ 20.000,00		\$ 20.000,00	100%
■	Resistencia en espiral 4400W 220V	\$ 267.750,00	\$ 267.750,00	\$ -	0%
■	Controlador de temperatura	\$ 400.000,00	\$ 400.000,00	\$ -	0%
▲	Disco para cortar ladrillo	\$ 23.990,00		\$ 23.990,00	100%
■	Analisis del granulado	\$ 76.000,00	\$ 76.000,00	\$ -	0%
▼	Analisis de los subproductos	\$ 145.000,00	\$ 156.000,00	-\$ 11.000,00	-8%
■	Programa para simular	\$ 30.000,00	\$ 30.000,00	\$ -	0%
▲	Funda para alta temperatura 10" 2 m	\$ 9.550,00	\$ 9.500,00	\$ 50,00	1%
▼	Lamina	\$ 30.000,00	\$ 50.000,00	-\$ 20.000,00	-67%
■	Terminal en porcelana bipolar	\$ 60.000,00	\$ 60.000,00	\$ -	0%
■	malla convencional	\$ 40.000,00	\$ 40.000,00	\$ -	0%
	<b>Gastos totales</b>	<b>\$ 1.535.290,00</b>	<b>\$ 1.418.775,00</b>	<b>\$ 116.515,00</b>	<b>8%</b>

Tabla 13, presupuesto, fuente propia

Durante la elaboración del prototipo, fue necesario realizar una serie de cotizaciones, para la conformación de un presupuesto acercado a la realidad, no obstante, se presentó una diferencia de \$116.515 entre el presupuesto cotizado y el real.

### 7.3 COSTOS.

#### ACTIVOS DEL PROYECTO

<b>ACTIVOS</b>	\$ 8.338.775
<b>PASIVOS</b>	\$ 350.000
<b>PATRIMONIO</b>	\$ 7.988.775

Tabla 14 activos fuente propia

Los activos que tiene el proyecto son todos los bienes que tiene valor el proyecto como se muestran a continuación en la siguiente tabla, los pasivos en el caso de proyecto solo se maneja los gastos de luz y de arriendo del local donde se tiene el horno; el patrimonio del proyecto es lo que se ha invertido por ambas partes en el proyecto.

#### INVERSIÓN UNITARIA DE INSUMOS

INSUMOS	PRECIO UNITARIO	UNIDADES	PRECIO TOTAL
<b>MAQUINA DE TERMÓLISIS</b>	\$4.000.000	1	\$4.000.000
<b>ENVASES</b>	\$35.000	12	\$420.000
<b>MUEBLES</b>	\$500.000	1	\$500.000
<b>COMPUTADOR</b>	\$2.000.000	1	\$2.000.000
<b>INVERSIÓN PROTOTIPO</b>	\$1.418.775	1	\$1.418.775
<b>TOTAL INVERSIÓN INSUMOS</b>	\$7.953.775		\$8.338.775

Tabla 15 inversión-insumos, fuente propia

En esta tabla se demuestran los insumos necesarios para cumplir con el proyecto, y la inversión total de cada uno de estos.

#### MÉTODO WACC

Este método es muy útil para la proyección de utilidades en los próximos años, y con el fin de verificar que tan viable es el proyecto, como también para validar el costo beneficio y la rentabilidad del proyecto en los próximos años.

CLASE	MONTO	ESTRUCTURA FINANCIERA	COSTO	PONDETRADO
PASIVOS	\$ 350.000	15%	0,1216	0,01824
PATRIMONIO	\$ 7.988.775	85%	0,34	0,10336
ACTIVOS	\$ 8.338.775	100%		0,1216
CK				12,16

Tabla 16 método wacc, fuente propia

Al proyecto le cuesta financiar los activos en un 12,16% por tal razón la rentabilidad mínima que debe generar el proyecto es de 12,16%.

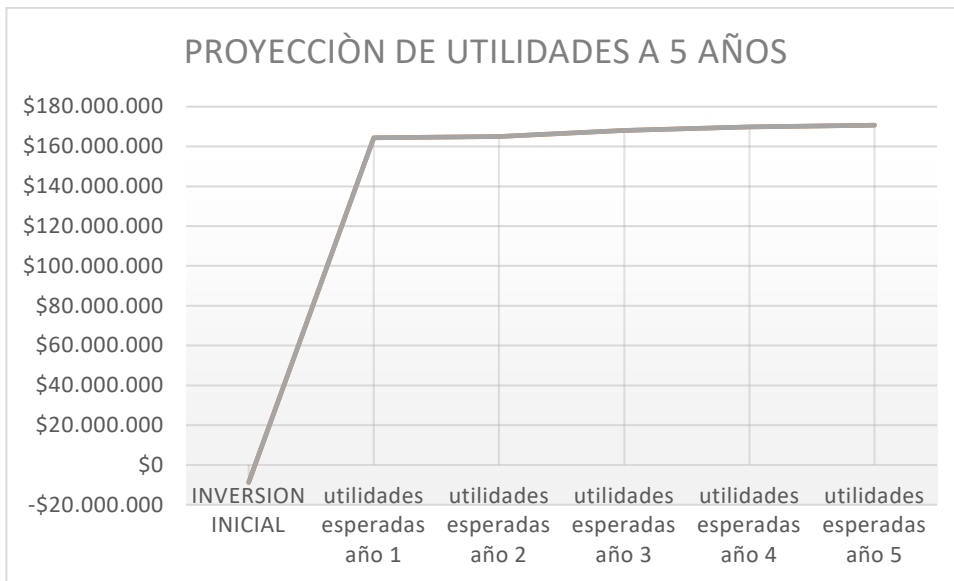
TERMOMACHINE	AÑO	UTILIDADES PRODUCTO 1	UTILIDADES PRODUCTO 2
INVERSIÓN INICIAL	0	-\$8.775.335	-\$8.775.335
utilidades esperadas año 1	1	\$164.400.000	\$150.439.239
utilidades esperadas año 2	2	\$165.000.000	\$138.166.441
utilidades esperadas año 3	3	\$168.000.000	\$128.732.209
utilidades esperadas año 4	4	\$169.800.000	\$119.062.484
utilidades esperadas año 5	5	\$170.700.000	\$109.529.244
valor presente de ingresos	\$ 645.929.617,458		
valor presente de egresos	-\$ 8.775.335,000		

Tabla 17, proyección, fuente propia

TIO 10%

VPN = \$637.154.282

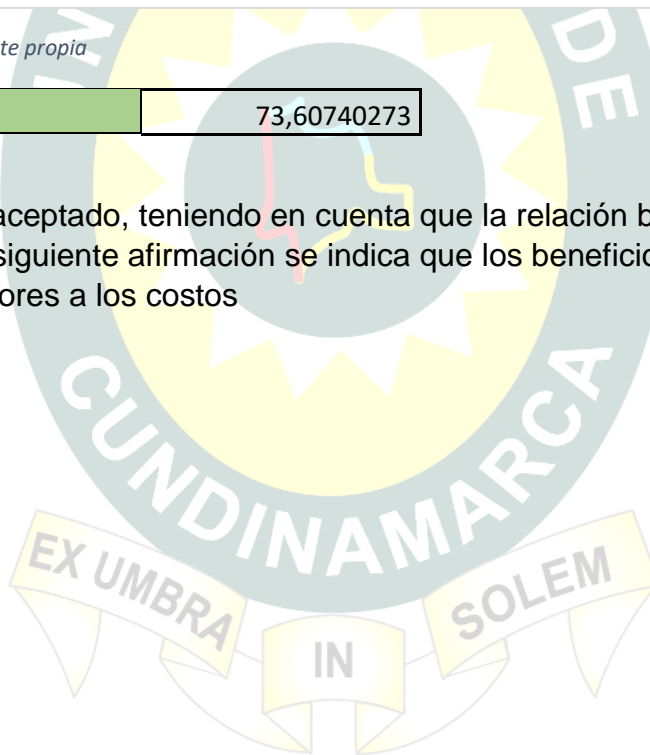
El proyecto es viable ya que es mayor a 0, esto significa que no solo se recupera la inversión a la tasa del 10% teniendo en cuenta que el proyecto tiene una proyección a cinco años para lo cual se obtiene una utilidad adicional \$637.154.282



Gráfica 4 Proyección, fuente propia

<b>BENEFICIO/COSTO</b>	<b>73,60740273</b>
------------------------	--------------------

El proyecto si es aceptado, teniendo en cuenta que la relación beneficio /costo es mayor a 1 con la siguiente afirmación se indica que los beneficios que genera el proyecto son mayores a los costos



## 9. IMPACTO AMBIENTAL

### 9.1 IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO DURANTE EL PROCESO DE TERMOLISIS.

Con el fin de contribuir a la reducción de la contaminación del aire; es necesario el uso de herramientas que evalúen las emanaciones que se generan en el aire, teniendo en cuenta que este es un instrumento muy útil para determinar las alteraciones que se generan durante un proceso.

Para la identificación de impactos ambientales y su correspondiente evaluación se tomó como referencia la metodología utilizada por la Secretaria Distrital de Ambiente; teniendo en cuenta el proceso y actividad que este prototipo desarrolla ya que podrá generar afectación positiva o negativa al ambiente.

### 9.2 TÉRMINOS Y DEFINICIONES.

**1. Impacto ambiental:** Cualquier cambio en el medio ambiente, ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales.

**2. Control operacional:** Practicas, actividades o procedimientos que aseguran mantener un nivel permitido, la disminución o que se eviten los impactos ambientales ocasionados por los aspectos ambientales significativos.

**3. Desempeño Ambiental:** Resultados medibles de la gestión que hace una entidad u organismo distrital de sus aspectos ambientales.

**4. Recurso:** Elemento o componente ambiental (suelo, agua, aire, flora y fauna) que interactúa con el aspecto ambiental generado por la entidad u organismo distrital y que puede presentar mejora o deterioro de acuerdo al impacto ambiental.

**5. Tipo de impacto:** Se refiere al carácter beneficioso: (positivo +) o perjudicial, (negativo -) que pueda tener el impacto ambiental sobre el recurso o el ambiente.

Positivo (+): Mejora la calidad ambiental del recurso, de la entidad u organismo distrital y/o el entorno.

Negativo (-): Deteriora la calidad ambiental del recurso, de la entidad u organismo distrital y/o el entorno.

**6. Matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales:**

Herramienta que permite identificar los elementos de una actividad o producto (bien y/o servicio) que realiza la entidad u organismo distrital en diferentes escenarios, relacionadas a la interacción con el ambiente, permitiendo valorar el daño que potencialmente se deriva de dicha actividad o producto y la identificación apropiada del control operacional.

**7. Valoración del impacto ambiental:** Procedimiento técnico que permite interpretar cualitativa o cuantitativamente a través de variables, como escalas de valor fijas que definen los atributos mismos del impacto ambiental, así como el cumplimiento normativo en relación con el aspecto ambiental.

**8. Importancia del impacto ambiental:** Interpretación cuantitativa de variables con escalas de valor fijas, que permiten identificar los atributos mismos del impacto ambiental, así como el cumplimiento normativo en relación con este y/o el aspecto ambiental. Permite clasificar el impacto ambiental en un rango de importancia alto, moderado o bajo.

**9. Significancia del impacto ambiental:** Clasificación establecida por la Secretaría Distrital de Ambiente para interpretar de forma unificada la relevancia del impacto ambiental, de acuerdo a su valoración y el cumplimiento de la normatividad ambiental aplicable. Dicha clasificación permite identificar los impactos ambientales en significativo y no significativo.

### 9.3 Identificación de aspectos e impactos ambientales .

El aspecto ambiental de la matriz de impacto ambiental tiene como fin hacer que el proyecto propuesto sea ambientalmente satisfactorio; por otro lado, que las consecuencias que se puedan presentar a lo largo del proceso sean manifestadas con anticipación.

Se hace uso de la matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales, la cual es proporcionada por la secretaria distrital de ambiente, en la cual permite la incorporación de la variable ambiental en los procesos de planeación, ejecución y funcionamiento del proyecto.

### 9.4 Matriz de aspectos, impactos y valoración ambiental.

The screenshot shows an Excel spreadsheet titled 'PIGA-PL-F02-NORMATIVA' and 'PIGA 200 MATRIZ DE ASPECTOS...'. The spreadsheet is a matrix used for environmental impact assessment. It features multiple columns representing different impact categories and rows representing specific impact types. The data is organized into sections for 'GENERACION DE RESIDUOS APROVECHABLES', 'GENERACION DE RESIDUOS NO APROVECHABLES', 'GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS (DIFERENTES A ACEITES USADOS Y HOSPITALARIOS)', 'GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS (ACEITES USADOS)', 'GENERACION DE RESIDUOS PELIGROSOS (HOSPITALARIOS)', 'GENERACION DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (RESIDUOS CONSTRUCCIONES Y DEMOLICIONES - RCD)', 'GENERACION DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (LLANTAS)', and 'GENERACION DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (COLCHONES)'. Each row contains numerical values for various criteria and a final column with a color-coded status (e.g., 'NO SIGNIFICATIVO', 'SIGNIFICATIVO').

Ilustración 6 Matriz de evaluación ambiental, fuente de creación propia

Al realizar la valoración en la matriz del impacto y valoración de los aspectos ambientales, se evidencia en el informe de Excel que el proyecto es válido para su ejecución, debido a que las emisiones que salen a las atmosferas son 90% recuperables, En otras palabras, se encuentra en un rango razonable.

En las valoraciones que mejor aplican al proyecto se encuentra:

- **La Generación De Residuos No Aprovechables:** nos arroja una importancia del impacto  $i=a*p*d*r*c*I$  de **-5000** para lo cual nos da una significancia de calificación de **NO SIGNIFICATIVO** lo que nos lleva a que el proyecto es válido para comenzar el proceso.
- **Generación De Residuos De Manejo Especial (Llantas):** nos arroja una importancia del impacto  $i=a*p*d*r*c*I$  de **0** para lo cual nos da una significancia de calificación de **NO SIGNIFICATIVO** donde el impacto se encuentra en una zona neutral, pero puede ser controlable, es decir que debe tenerse control sobre este proceso porque puede aumentar el impacto en cualquier momento.

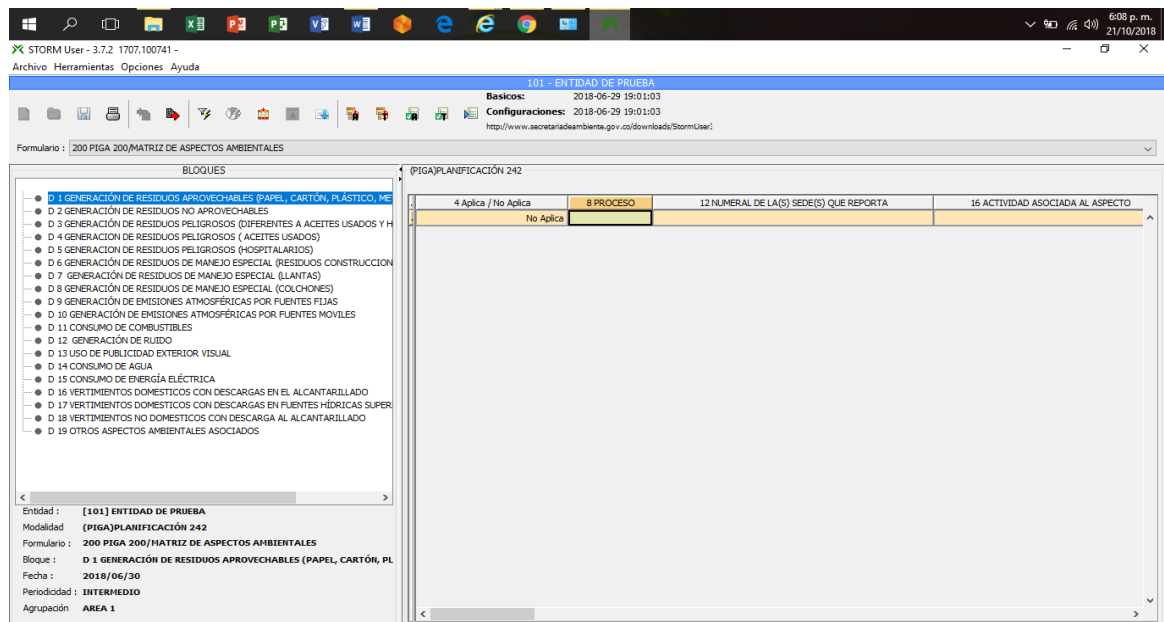


Ilustración 7 Matriz de Evaluación en Java, fuente de creación, propia



## 10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 10.1 CONCLUSIONES.

- Durante el diseño del prototipo fue necesario realizar una serie de ensayos, pruebas, mejoras y acondicionamientos, los ensayos se efectuaron principalmente para el alcance y control de la temperatura que oscilaba entre los 360°C a 400 °C, cabe anotar que se logró alcanzar una temperatura de 1200 °C para el prototipo final.
- La temperatura óptima para permitir que el proceso de termólisis fuese más eficaz fue de 600°C.
- Se diseñaron dos prototipos, el primero el cual no funciono como se esperaba hecho 100% de vidrio refractario con el fin de visualizar el proceso que se realizaba internamente, cabe aclarar que el vidrio pierde su elasticidad y representa un alto riesgo para quien lo manipule, razón por la cual se decidió fabricar el horno con ladrillo y materiales refractarios que proporcionan larga duración de vida y mayor seguridad.
- En los análisis realizados con la matriz de impactos y valoración de aspectos ambientales los resultados para la generación de residuos no aprovechables: es de -5000 o valor NO SIGNIFICATIVO determina que el proyecto es válido para comenzar el proceso.
- En cuanto a la Generación De Residuos De Manejo Especial (Llantas): la matriz genera un valor de (cero) entendido como zona neutral.
- Para la especificación y caracterización de los subproductos se realizaron pruebas físico-químicas que permitieron la creación de las fichas técnicas de los subproductos obtenidos durante el proceso
- Se determina que el triturado del neumático no genera desperdicios y puede ser utilizado en varias quemas, puesto que su grado de pureza disminuye en

forma mínima y las propiedades siguen siendo óptimas para la obtención de subproductos.

- Se presenta ante el mercado el negro humo de forma líquida, presentación que al ser nueva en el mercado genera un plus y una mejor alternativa para los clientes.
- La termólisis es óptima respecto a otros métodos de tratamiento de neumáticos pues requiere de menos operaciones, tiempo, espacio, mantenimiento y adecuaciones para su correcto funcionamiento.
- El mercado del reciclaje y tratamiento de neumáticos en Colombia es muy reducido, pues no cuenta con una reglamentación que lo regule y subproductos como el negro humo son importados en forma de polvo, para luego ser sometidos a más procesos en la industria de las pinturas, al generar una opción de mercado nacional resulta ser más rentable para los consumidores de este producto.

## 10.2 RECOMENDACIONES.

- Continuar con las posibles líneas de investigación que se pueden desarrollar con la creación del prototipo, como lo es generar energía a partir del mismo, diseñar una propuesta de regulación y tratamiento de los neumáticos fuera de uso para Colombia.
- Seguir las pautas establecidas en el manual de mantenimiento del prototipo.
- Utilizar materiales refractarios para la elaboración del prototipo.
- Tener especial cuidado al momento de hacer las quemas, utilizando siempre los elementos de protección personal como lo son los guantes para altas temperaturas y tapabocas con filtro.
- Tener cuidado con la energía eléctrica puesto que el horno funciona con luz trifásica (220 V).

## **Anexo A. Anteproyecto**

Soacha, 19 de febrero de 2018

Señores

### **COMITE DE TRABAJOS DE GRADO**

Facultad de Ingeniería

Programa Industrial

Universidad de Cundinamarca

Ciudad

Referencia Presentación de anteproyecto de trabajo de grado

Cordial saludo

Para su revisión y aprobación estamos remitiendo el anteproyecto de la referencia, para realizar el proyecto titulado "UTILIZACIÓN DEL CAUCHO TRITURADO DE LOS NEUMÁTICOS FUERA DE USO PARA LA OBTENCIÓN DE SUBPRODUCTOS EN EL MUNICIPIO DE SOACHA, CUNDINAMARCA", bajo la dirección del ingeniero "CARLOS AUGUSTO BERMÚDEZ FIGUEROA", en cumplimiento a los requerimientos vigentes de la Universidad de Cundinamarca al respecto.

### **REQUISITOS PARA PRESENTAR PROYECTOS DE GRADO**

Cordialmente,


Agradecimientos

Wendy Carolina Rengifo Rojas

COD: 764213293

Elianys Alejandra Pineda Marengo

COD: 764213288

 <p><b>UDEEC</b> UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA</p>	<p>UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA FACULTAD DE INGENIERIA PROGRAMA INDUSTRIAL SOACHA</p>
<p><b>PRESENTACION DEL ANTEPROYECTO</b></p>	

<b>TITULO</b>	Utilización del caucho triturado de los neumáticos fuera de uso para la obtención de subproductos en el municipio de Soacha-Cundinamarca.
<b>PRESENTADO POR</b>	Wendy Carolina Rengifo Rojas COD:764213293 Elianys Alejandra Pineda Marengo COD:764213288
<b>DIRECTOR</b>	Msc. Carlos Augusto Bermúdez Figueroa
<b>MODALIDAD</b>	Proyecto de investigación tipo monográfico

<p><b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b></p>
<p>Ante la problemática actual del tratamiento que se proporciona a los neumáticos fuera de uso en el mundo, se encuentra como líder el proceso de la incineración quien genera una alta emanación de contaminantes contribuyendo al calentamiento global, ya que se realiza sin control y aunque reduce de forma visual el impacto ocasionado por el volumen de estos desechos, no genera beneficio por los gases emanados. Ocasionando el desperdicio o pedida de los</p>

componentes que pueden ser reprocesados del neumático convirtiéndolos en subproductos que funcionarían como materia prima en otros procesos.

Ante este panorama, se han propuesto soluciones que resultan ser benéficas desde el punto de vista de: ingresos para las personas, rentabilidad a las empresas y amigables con el medio ambiente, por ejemplo la trituración utilizada de forma frecuente en la recuperación y usos , donde se separan los componentes físicos del neumático y se acondicionan para brindarles un nuevo uso o ciclo de vida en otro proceso. La pirolisis es otra alternativa a la problemática actual donde se hace uso de los componentes químicos del neumático, aunque es poca su aplicación en el mercado debido a un coste de inversión elevado, en su proceso se hace una quema del caucho de neumático controlando las concentraciones de oxígeno.

Ahora bien, la termolisis, menos frecuente gracias a un costo de inversión superior a los demás pero que cuenta con muchas ventajas que justificarían la inversión, además de generar subproductos que serían utilizados como materias primas en la industria, genera energía, para ser más específicos hace que sus máquinas sean autosustentables.

Esta investigación se desarrollará con base a este proceso, el cual cabe aclarar que no es un proceso nuevo, pero se le dará un enfoque diferente en cuanto a la obtención de los subproductos, teniendo en cuenta estudios e investigaciones, realizados en diferentes partes del mundo principalmente en (España) líder mundial frente al reciclaje de los neumáticos fuera de uso.

La contaminación ambiental, abarca un campo muy amplio que se aplica a todos los entornos causando un impacto negativo en la vida cotidiana, debido a su acelerado crecimiento y gravedad se divide en subgrupos, como: contaminación

del aire, agua, suelo, entre otras, y ante la necesidad de mitigar dicho crecimiento diferentes grupos de personas trabajan en busca de soluciones, centrando la atención en la contaminación del aire, se decide partir de un punto sobre el cual Colombia no ha tomado mayor control y es el dado a los neumáticos fuera de uso (NFU) quienes en su mayoría con el fin de disminuir su volumen terminan siendo incinerados generando un choque ambiental muy perjudicial, razón por la cual se buscan nuevas alternativas que mitiguen el impacto.

### **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo se va a utilizar el caucho triturado de los neumáticos fuera de uso reduciendo la contaminación del aire en el municipio de Soacha-Cundinamarca?

### **ANTECEDENTES**

En algunos lugares del mundo la situación es más crítica que en otras a causa de la contaminación masiva, por tal razón se han tomado medidas de control frente a esta problemática:

Según la revista portafolio; En Estados Unidos y Europa ya existen medidas que regulan el abandono de los neumáticos en vertederos, al mismo tiempo se crean empresas que se encargan de su reciclado. En América Latina, México, Chile, Argentina y Uruguay son países que adoptan la misma política (Las imparable ruedas de la contaminación, 2010).

De acuerdo a los correctos procesos de reciclar el negro de carbono y recuperar energía los beneficios que se pueden obtener de las formas adecuadas de

reproceso se ven reflejadas en el trabajo realizado dentro del programa "Growth" de la UE, el proyecto "Thermal treatment of scarp tyres to produce reusable carbon black (SCRAPTREAT), donde desarrolló un proceso pirolítico con alimentación continua para el tratamiento térmico de los neumáticos fuera de uso (NFUs) (Iopez Gomez, Lopez Delgado, Alguacil, & Manso, 2009).

En Colombia ya se da la debida importancia al uso de los NFU's, aunque según el (Ministerio de ambiente, 2010) "actualmente la normatividad Colombiana señala que las llantas no están consideradas como residuo peligroso".

Existen empresas dedicadas a la trituración de neumáticos dando uso provechoso a los distintos componentes de la llanta después de su ciclo de vida, según estudios del DAMA (Departamento administrativo del medio ambiente), cerca del 80% de la contaminación atmosférica se genera en ciudades como Bogotá; como también las posibles soluciones para esta problemática en el concejo de Bogotá, se discute la incineración de los neumáticos por medio de los hornos que se usan para fabricar cemento. El concejal Sáenz afirma que, "Si se hace realidad la iniciativa del Ministerio de Ambiente de incinerar las llantas en los altos hornos, estaríamos ante una muy grave amenaza ambiental".

Entre los procesos que buscan ponerse a la vanguardia en cuanto al reciclado de neumáticos encontramos que: "recauchutar un neumático viejo utiliza un 70% menos de aceite que el que produce uno nuevo. También es entre un 30% y un 70% más económico en costo por neumático". (Sharika Sanku)SF y que en la pirolisis, los neumáticos se calientan en un entorno con oxígeno controlado lo cual descompone los neumáticos en aceite, acero y carbono negro. (Sharika Sanku, SF).

Por su parte "Bogotá produce o genera el 28% de llantas en desuso a nivel nacional, sin embargo, cuenta con tan solo una planta de procesamiento de



llantas usadas dentro de sus vecindades; la cual se ubica en el parque industrial de Casuca en el municipio de Soacha”, (Mejia Ballona, 2013)

### **ALCANCE Y LIMITACIONES**

Con esta investigación se pretende llegar a la obtención de diferentes subproductos utilizando los neumáticos fuera de uso como materia prima, esto mediante la construcción de un prototipo de proceso termolítico en el cual se realizarán las pruebas respectivas a cada etapa del proceso, y los análisis correspondientes de las características de los productos finales obtenidos.

Es un proyecto que se realizará en Soacha Cundinamarca, aprovechando la cercanía al punto de recolección ubicado en Casuca y a la planta de trituración más cercana ubicada en el municipio de Madrid Cundinamarca, ya que se va a utilizar el caucho del neumático triturado (granulado) únicamente dentro del proceso de obtención de los subproductos.

Los materiales de construcción del prototipo deben cumplir con estrictas características para que se acondicionen de forma adecuada al proceso, resistentes a su vez a las altas temperaturas a las cuales se va a llegar, cabe aclarar que la construcción se realizará con materiales más económicos, que durante la simulación se asimilan a los reales.

El diseño del prototipo a emplear es propio basado en proyectos lo cuales no se han materializado que será un modelo fijo el cual no será posible de transportar, por ende, las pruebas serán evidenciadas por medio de videos.

Existe la posibilidad de que los resultados obtenidos no sean los esperados inicialmente puesto que es un proceso donde se maneja de forma constante el ensayo y error.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Obtener subproductos del material granulado de neumáticos desechados a partir del proceso termolítico

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar un prototipo que realice el proceso termolítico.
2. Analizar el impacto ambiental generado durante el proceso
3. Determinar las especificaciones y características propias de los subproductos.
4. Desarrollar un diagnóstico de la factibilidad de uso de los productos terminados

## JUSTIFICACIÓN

Esta investigación tiene como finalidad dar una propuesta de solución a la problemática planteada y la generación de subproductos a través de un proceso de termólisis el cual busca la reutilización de los neumáticos y la reducción de los gases contaminantes emitidos durante la quema.

Con la implementación del prototipo será posible dar un uso apropiado a la gran cantidad de neumáticos(caucho) desechados en el municipio de Soacha, y como un valor agregado la obtención de subproductos que servirán como materia prima para otras industrias.

Generando de esta forma una solución amigable con el ambiente, con el entorno, la sociedad y la industria al proporcionarles materias primas a partir de un producto reciclado, el cual abunda en las calles y en diferentes lugares del municipio.

Al emplear una forma de reciclaje o de "reducción" por así llamarlo de este producto de consumo prácticamente primario diferente a la comúnmente utilizada incineración, quien emite mediante la quema de los neumáticos más contaminación a la atmosfera, podemos contribuir de forma significativa al desarrollo de una nueva iniciativa que se encargue de concientizar a las personas de la importancia de mitigar el impacto ambiental generado por la emanación. Además de lograr que la comunidad comprenda la importancia del debido uso de los desechos, se demostrara como estos pueden ser útiles en los lugares adecuados, en donde se aprovechen al máximo sus componentes obteniendo nuevos productos, en comparación a ser desechados en las calles o en lugares clandestinos donde solo generan amenazas en cuestiones de salud, ambiente y otros factores que causan riesgos en el sector y a su vez la perdida de significativas cantidades de materias primas y productos semiterminados en algunos casos.

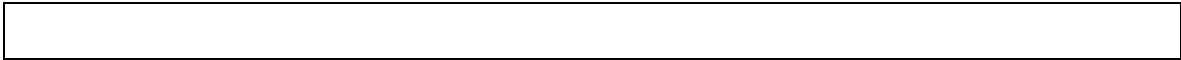
Al desarrollar esta investigación se pretende obtener tanto beneficios ambientales como lucrativos puesto que al fomentar la conciencia ambiental y la comercialización de productos como: negro humo y caucho que son materia prima de las empresas que producen combustibles, asfalto, y pinturas.

Cabe aclarar que el enfoque principal se destinara al diseño del producto con base en la ingeniería concurrente.

### **METODOLOGÍA PARA EL DESARROLLO DEL PROYECTO**

Es una temática en la cual se relaciona ingeniería, química, cultura, conciencia ambiental y sociedad, en donde se aplica el método experimental y de tipo cuantitativo, debido a que se deben buscar diferentes alternativas para poder desarrollar el proyecto, a su vez es una investigación monográfica ,que permite la fácil comprensión del desarrollo del prototipo facilitando la localización de los posibles fallos que se puedan presentar durante el transcurso de su desarrollo, de igual forma mantener la claridad de los resultados obtenidos de la misma.

Durante la primera etapa se utilizara la ingeniería concurrente para el diseño del prototipo, que a su vez cuenta con subetapas las cuales son: analizar, sintetizar, simular y evaluar; como segunda etapa se encuentra la evaluación del impacto ambiental mediante la utilización de una matriz de identificación de aspectos y valoración de impactos ambientales, que parte de un ejercicio de análisis interpretativo de la situación ambiental y la revisión a los procedimientos asociados, en la tercera etapa se realizara la caracterización de los subproductos obtenidos mediante el uso de pruebas químicas que permitan el diseño del producto, como última etapa se efectuara un estudio de los diferentes usos de los productos obtenidos con I de realizar sugerencias a posibles compradores.



## CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	febrero feb	marzo mar	abril abr	mayo may	junio jun
1	➤	Recolección de información	59 días	lun 06/02/17	jue 27/04/17						
2	➤	Clasificación de la información	40 días	lun 27/02/17	vie 21/04/17						
3	➤	Elección del tema central	4 días	jue 09/02/17	mar 14/02/17						
4	➤	Identificación del problema principal	1 día	mar 14/02/17	mar 14/02/17						
5	➤	Formulación problema	3 días	mar 14/02/17	jue 16/02/17						
6	➤	Revisión de la formulación	1 día	lun 20/02/17	lun 20/02/17						
7	➤	Replanteamiento el problema	1 día	lun 20/02/17	lun 20/02/17						
8	➤	Diseño del título	261 días	mar 14/02/17	mar 13/02/18						
9	➤	Diseño de los objetivos	261 días	mar 14/02/17	mar 13/02/18						
10	➤	Revisión del título y lo objetivos	1 día	mié 14/02/18	mié 14/02/18	8;9					
11	➤	Elección de metodologías	4 días	mié 15/03/17	lun 20/03/17						
12	➤	Diseño sintético de las metodologías	20 días	lun 20/03/17	vie 14/04/17						

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	febrero feb	marzo mar	abril abr	mayo may	junio jun
13	➤	Revisión de las metodologías y el diseño	2 días	vie 14/04/17	lun 17/04/17						
14	➤	Elaboración del marco teórico	250 días	mié 19/04/17	mar 03/04/18						
15	➤	Elaboración de la justificación	1 día	mar 02/05/17	mar 02/05/17						
16	➤	Diseño inicial del prototipo (bosquejo)	2 días	lun 10/04/17	mar 11/04/17						
17	➤	Simulación del prototipo	223 días	lun 01/05/17	mié 07/03/18						
18	➤	Cotizaciones de los materiales	1 día	lun 10/04/17	lun 10/04/17						
19	➤	cotizaciones de los insumos	1 día	lun 10/04/17	lun 10/04/17						
20	➤	Inicio fabricación del prototipo	20 días	lun 03/07/17	vie 28/07/17						
21	➤	Inicio pruebas	10 días	jue 08/03/18	mié 21/03/18						
22	➤	Análisis de las pruebas	11 días	jue 22/03/18	jue 05/04/18						
23	➤	Análisis de los resultados	6 días	vie 06/04/18	vie 13/04/18						
24	➤	Análisis de los	11 días	lun 16/04/18	lun 30/04/18						

Id	Modo de tarea	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin	Predecesoras	febrero feb	marzo mar	abril abr	mayo may	junio jun
25	➤	Obtención productos finales	20 días	mar 01/05/18	lun 28/05/18	23;24					
26	➤	Conclusiones	1 día	lun 28/05/18	lun 28/05/18	25					
27	➤	Modificaciones, en el documento a presentar	5 días	mar 29/05/18	lun 04/06/18	26					
28	➤	sustentación	1 día	mar 05/06/18	mar 05/06/18	27					

PRESUPUESTO DEL TRABAJO DE GRADO				
Material	Valor unitario	Cantidad	Valor total	observación
vidrio templado	<b>\$150.000</b>	0,52	\$ 78.000	Fuente de financiación propia
Pistola de calor		1	\$106.000	
Termocupla		1	-	
granulado		1 Kilo	\$50.000	
<b>TOTAL</b>				

BIBLIOGRAFÍA
<p>fdff. (dd). dddd. ddd, d.</p> <p>Flexicom. (2015). <i>Flexicom</i>. Obtenido de Equipos y sistemas de manejo de materiales a granel: <a href="http://www.flexicon.es/Articulos/Historias-de-Casos/Articulo.aspx?ID=AA-0898">http://www.flexicon.es/Articulos/Historias-de-Casos/Articulo.aspx?ID=AA-0898</a></p> <p>López Gómez, F. A., López Delgado, A., Alguacil, F. J., &amp; Manso, J. (2009). Situación actual del tratamiento de los neumáticos fuera de uso y posibilidades de obtención de negro humo de alta pureza. <i>CENIM (articulos)</i>.</p> <p>Mejía Ballona, J. C. (2013). <i>Análisis de sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas</i>. Bogotá.</p> <p>Mercado, D. (2013). <i>Neumáticos ruedas imparables de la contaminación</i>. Obtenido de Procesos de mantenimiento de Neumaticos para ayudar a su conservacion: <a href="http://unmundoconmenoscontaminacion.blogspot.com.co/2014/05/procesos-de-mantenimiento-de-neumaticos.html">http://unmundoconmenoscontaminacion.blogspot.com.co/2014/05/procesos-de-mantenimiento-de-neumaticos.html</a></p> <p>Nacional. (2015). Aprueban la reutilización de llantas. <i>Noticarga</i>, 17.</p> <p>Olaya Guarín, L. M. (2016). Problemática y reciclaje de llantas experiencia exitosa en la problemática y reciclaje de llantas en el municipio de Apulo. <i>Universidad militar nueva granada</i>, 9.</p> <p>Portafolio. (2010). Las imparables ruedas de la contaminación. <i>Portafolio</i>.</p>

Rosemberg Rivera, G. V. (2016). *Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de producción de negro humo a partir del reciclaje de llantas usadas*.

Bogota D.C: Universidad distrital Fransisco Jose de Caldas.

Suarez, R. (24 de Octubre de 2016). El reciclaje de llantas, un mercado que todavía falta por explorar. *El Tiempo*.

## Anexo B. Actas

ACTA 1	21/FEBRERO/2016	12:00 A.M	SALON C-105
--------	-----------------	-----------	-------------

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR TIPO DE REUNIÓN</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

### Discusión de la propuesta para el trabajo de grado

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando una breve introducción sobre el tema que se va a tratar las principales problemáticas, el punto o el enfoque que desea darse al proyecto, eso teniendo en cuenta que todo lo planteado está sujeto a cambios, la información que se presenta al ingeniero es básicamente una compilación de trabajos y artículos los cuales abarcan el tema de forma clara, al acabar de exponer dicha información. El ingeniero nos aconseja investigar un poco más sobre el tema, sobre los diferentes procesos utilizados para el reciclado de los neumáticos, los productos obtenidos y sus posibles usos, nos orienta a encontrar un sentido innovador en nuestro proyecto limitando de mejor forma nuestra propuesta. Se da referencia de algunos tipos de máquinas que realizan procesos similares en las cuales podemos basar nuestros diseños, se habla como posible material para el horno el cual debe resistir altas temperaturas la fibra de vidrio pero es reconsiderada por su alto costo, seguidamente el ingeniero aconseja buscar materiales refractarios más asequibles y más comunes en el mercado Del mismo modo quedan asignadas diferentes tareas que deben ser presentadas en la próxima reunión, se pacta que los encuentros se realizaran los días martes en el horario de 12 a.m a 1 p.m,		
<b>CONCLUSIONES</b>	La idea necesita consolidar con mayor firmeza lo que se va a hacer, que se va a lograr, a quien va a beneficiar, de qué forma incide, de igual forma es necesario limitar mejor el problema, replantear algunos puntos los cuales darán un mejor rumbo a la investigación y al desarrollo de la misma como tal.		
<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>	
Consultar acerca de materiales refractarios	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias	
Consultar los costes y posibles proveedores de dichos materiales	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias	
Investigar los procesos de licuefacción y decantado	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias	





ACTA 18	29/10/2018	11:00 A.M	SALON B-210
---------	------------	-----------	-------------

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría de proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

### **Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión haciendo referencia al documento final del proyecto de grado presentado ante el comité el cual fue aprobado, se hace fuerte referencia a los costos, a los valores beneficio, al estudio de mercado y a la aplicación de la norma ICONTEC 1486 dentro del documento		
<b>CONCLUSIONES</b>	Mejorar algunos detalles de sintaxis y redacción, que son necesarios para una mejor comprensión del texto junto con la reestructuración de algunas partes del documento que deben estar localizadas en diferentes capítulos. Mejorar el manual de mantenimiento acorde a la norma agregándole a su vez el cronograma		
<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>	
Correcciones de sintaxis y gramática en el documento	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	2 días	
Mejora de los planos y la simulación	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	2 días	
Adición de los anexos al documento final	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	2 días	

<b>ASISTENTES</b>	Firma
<b>ING. CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ</b>	
<b>WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS</b>	
<b>ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO</b>	

<b>acta 5</b>	<i>08/05/2017</i>	<i>09:00 a.m</i>	<b>salon c-105</b>
---------------	-------------------	------------------	--------------------

q

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

### **Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando una lectura de las actas anteriores, se continua realizando un análisis de los materiales que se van a emplear en la construcción del prototipo, se continua en el problema de mantener la temperatura, para lo cual se hace necesaria la implementación de termo resistores, y que los materiales que empleemos superen los 800°, nos encontramos ante un nuevo inconveniente al momento de tener los diseños iniciales de nuestro prototipo al cual es conveniente asignarle un nombre uno de ellos, es la forma en que vamos a añadir los pirómetros, en cuanto a los filtros se tienen en cuenta los filtros termo resistentes de materiales como el bronce, y se realiza la corrección de uno de los objetivos específicos.
<b>CONCLUSIONES</b>	Para controlar las temperaturas se llega a la conclusión de que es una buena opción utilizar los sistemas empleados en las muflas y los hornos de hacer pan, donde se nos facilita y elimina muchas

	dificultades en cuanto al control de la temperatura, de igual forma se pone a consideración comparar nuestro sistema con el de una estufa eléctrica	
<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>
Consultar los lugares donde se fabrican hornos	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias
Corregir el objetivo especifico	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias
Dar un nombre al prototipo	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias
Consultar referentes de los prototipos	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias

<b>acta 7</b>	<b>8/SEPTIEMBRE/2017</b>	<b>12:00 a.m</b>	<b>salon c-105</b>
---------------	--------------------------	------------------	--------------------

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría de proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

**Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando un adelanto a lo que se ha trabajado con el prototipo, se plantean las complicaciones que se han venido tenido con la adquisición de materiales, debido a que por las características específicas que se requieren son escasos en el mercado, el profesor plantea la propuesta de mirar que tan necesario es emplear la silicona de alta temperatura, de igual forma se enfatizó en que los vidrios del prototipo están pendientes por perforar para ser pegados, nuevamente se aclara que los vidrios son templados con el fin de que soporte el proceso de combustión, además de esto el profesor plantea la idea de que manejemos SolidWorks para el diseño de los planos del prototipo como también se hace énfasis en el replanteamiento de la propuesta
<b>CONCLUSIONES</b>	Pese a que los materiales son diferentes a los inicialmente propuestos para la construcción del prototipo, pero gracias a que

sus propiedades físicas son similares las pruebas pueden ser realizadas en este con mayor comodidad en cuanto al montaje del prototipo y la elaboración de los planos como tal, se decide implementar el programa SolidWorks puesto que en él es posible simular el comportamiento de los materiales

<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>
Conseguir la silicona que aguante los 400°	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 días
Realizar la perforación de los vidrios templados	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 días
Crear un nombre para el prototipo	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 días

<b>ASISTENTES</b>	<b>Firma</b>
<b>ING. CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ</b>	
<b>WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS</b>	
<b>ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO</b>	

<b>acta 13</b>	<i>15/02/2018</i>	<i>07:00 a.m</i>	<b>salon c-203</b>
----------------	-------------------	------------------	--------------------

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

**Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando una lectura de las actas anteriores, señalando los adelantos realizados en la redacción del documento, comenzando con ajustes finales para el título seguido los objetivos general y específicos, finalizando con un hincapié en la redacción del planteamiento del problema, con el fin de diligenciar el formato para la presentación al comité de trabajos de grado.		
<b>CONCLUSIONES</b>	Se realizan los ajustes pertinentes en el título, objetivos y planteamiento del problema con el fin de evitar confusión entre la relación del diseño metodológico y el resto del documento.		
<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>	
Enviar el diseño metodológico para la revisión de su avance por etapas	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	2 dias	
Realizar la simulación del proceso utilizando el software chemcad	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias	

Diligenciar el formato de la presentación de proyectos de grado para una revision	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias

ASISTENTES	Firma
ING. CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ	
WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS	
ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO	

<b>acta 13</b>	<i>15/02/2018</i>	<i>07:00 a.m</i>	<b>salon c-203</b>
----------------	-------------------	------------------	--------------------

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

**Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando una lectura de las actas anteriores, señalando los adelantos realizados en la redacción del documento, comenzando con ajustes finales para el título seguido los objetivos general y específicos, finalizando con un hincapié en la redacción del planteamiento del problema, con el fin de diligenciar el formato para la presentación al comité de trabajos de grado.		
<b>CONCLUSIONES</b>	Se realizan los ajustes pertinentes en el título, objetivos y planteamiento del problema con el fin de evitar confusión entre la relación del diseño metodológico y el resto del documento.		
<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>	
Enviar el diseño metodológico para la revisión de su avance por etapas	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	2 dias	
Realizar la simulación del proceso utilizando el software chemcad	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias	



Diligenciar el formato de la presentación de proyectos de grado para una revision	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias

ASISTENTES	Firma
ING. CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ	
WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS	
ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO	

<b>acta 14</b>	<i>19/ 02/ 2018</i>	<i>07:00 a.m</i>	
----------------	---------------------	------------------	--

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría de proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

**Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando lectura al formato para la radicación del anteproyecto que será presentado ante el comité el día 20 de Febrero de 2018, realizando pequeños ajustes sobre el mismo, para facilitar la caridad del mismo
<b>CONCLUSIONES</b>	Se realizan pequeñas correcciones al documento que será presentado ante el comité y se hace hincapié en el diseño metodológico del proyecto

<b>ASISTENTES</b>	<b>Firma</b>
<b>ING. CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ</b>	
<b>WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS</b>	
<b>ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO</b>	

<b>acta 13</b>	<i>15/02/2018</i>	<i>07:00 a.m</i>	<b>salon c-203</b>
----------------	-------------------	------------------	--------------------

<b>REUNIÓN CONVOCADA POR</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez
<b>TIPO DE REUNIÓN</b>	Asesoría proyecto de grado
<b>ORGANIZADOR</b>	Wendy Carolina Rojas Rengifo, Elianys Alejandra Pineda Marengo
<b>ASISTENTES</b>	Ing. Carlos Augusto Bermúdez, Wendy Carolina Rengifo Rojas, Elianys Alejandra Pineda Marengo

**Discusión de la propuesta para el trabajo de grado**

<b>DISCUSIÓN</b>	Se comienza la reunión dando una lectura de las actas anteriores, señalando los adelantos realizados en la redacción del documento, comenzando con ajustes finales para el título seguido los objetivos general y específicos, finalizando con un hincapié en la redacción del planteamiento del problema, con el fin de diligenciar el formato para la presentación al comité de trabajos de grado.		
<b>CONCLUSIONES</b>	Se realizan los ajustes pertinentes en el título, objetivos y planteamiento del problema con el fin de evitar confusión entre la relación del diseño metodológico y el resto del documento.		
<b>PLANES DE ACCIÓN</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>PLAZO</b>	
Enviar el diseño metodológico para la revisión de su avance por etapas	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	2 dias	
Realizar la simulación del proceso utilizando el software chemcad	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias	

Diligenciar el formato de la presentación de proyectos de grado para una revision	Elianys Pineda y Wendy Rengifo	8 dias

ASISTENTES	Firma
ING. CARLOS AUGUSTO BERMUDEZ	
WENDY CAROLINA RENGIFO ROJAS	
ELIANYS ALEJANDRA PINEDA MARENCO	

**TERMOMACHINE**

OCTUBRE 2018

# Manual de operación y mantenimiento

---

**Horno eléctrico**

---

**INFORMACION IMPORTANTE DE SEGURIDAD**

## Anexo D. matriz de impacto ambiental

MATRIZ VALIDADA - Excel

Jonathan Arley Forero Barajas

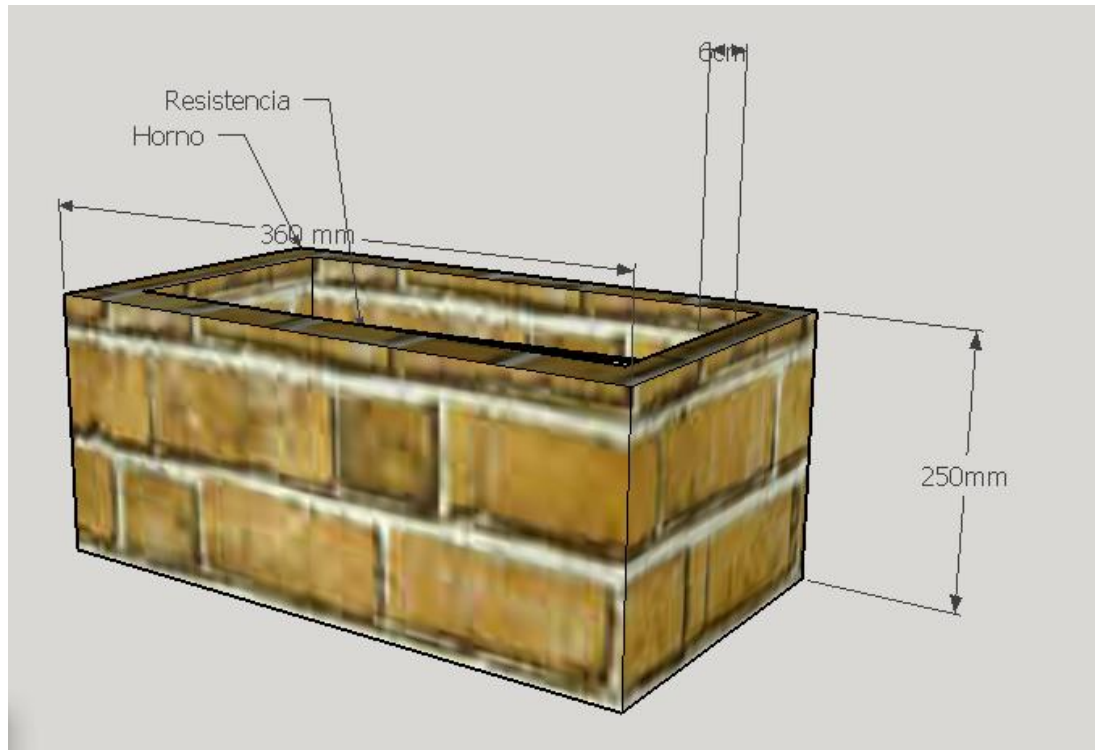
4	H	O	P	A	S	T	U	V	W	X	Y	
5	GENERACIÓN DE RESIDUOS APROVECHABLES (PAPEL, CARTÓN, PLÁSTICO, METAL, VIDRIO, ORGANICOS)											
6	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
7	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
8	(POSITIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
9	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
10	# GENERACIÓN DE RESIDUOS NO APROVECHABLES											
11	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
12	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
13	(NEGATIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
14	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
15	GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (DIFERENTES A ACEITES USADOS Y HOSPITALARIOS)											
16	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
17	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
18	(POSITIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
19	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
20	# GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (ACEITES USADOS)											
21	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
22	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
23	(POSITIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
24	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
25	# GENERACIÓN DE RESIDUOS PELIGROSOS (HOSPITALARIOS)											
26	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
27	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
28	(NEGATIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
29	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
30	GENERACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (RESIDUOS CONSTRUCCIONES Y DEMOLICIONES - RCD)											
31	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
32	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
33	(POSITIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
34	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
35	# GENERACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (LANTANAS)											
36	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
37	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
38	(POSITIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
39	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
40	# GENERACIÓN DE RESIDUOS DE MANEJO ESPECIAL (COLCHONES)											
41	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
42	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
43	(NEGATIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)
44	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
45	# GENERACIÓN DE EMISIONES ATMOSFERICAS POR FUENTES FIJAS											
46	48	52	54	64	68	72	76	80	84	88	92	
47	DE IMPACTO ESPECIAL	ALCANCE (Categoría)	DURABILIDAD (Categoría)	URACIÓN (Categoría)	OPERABILIDAD (Categoría)	ACRITUD (Categoría)	ORNATRIA (Categoría)	INTENSIDAD DEL IMPACTO 1-A*P*DN	ACTIVIDAD AMBIENTAL RELACIONADA	NPLF CON LA NORMATIVA	SIGNIFICANCIA CALIFICADA	UMENTO DE PLANEACIÓN
48	(NEGATIVO)	1 (Favorable)	2 (Moderado)	3 (Moderado)	4 (Moderado)	5 (Moderado)	6 (Moderado)	7 (Moderado)	8 (Moderado)	9 (Moderado)	10 (Moderado)	11 (Moderado)

PIGA-PL-F02-NORMATIVA PIGA 200 MATRIZ DE ASPECTOS ...

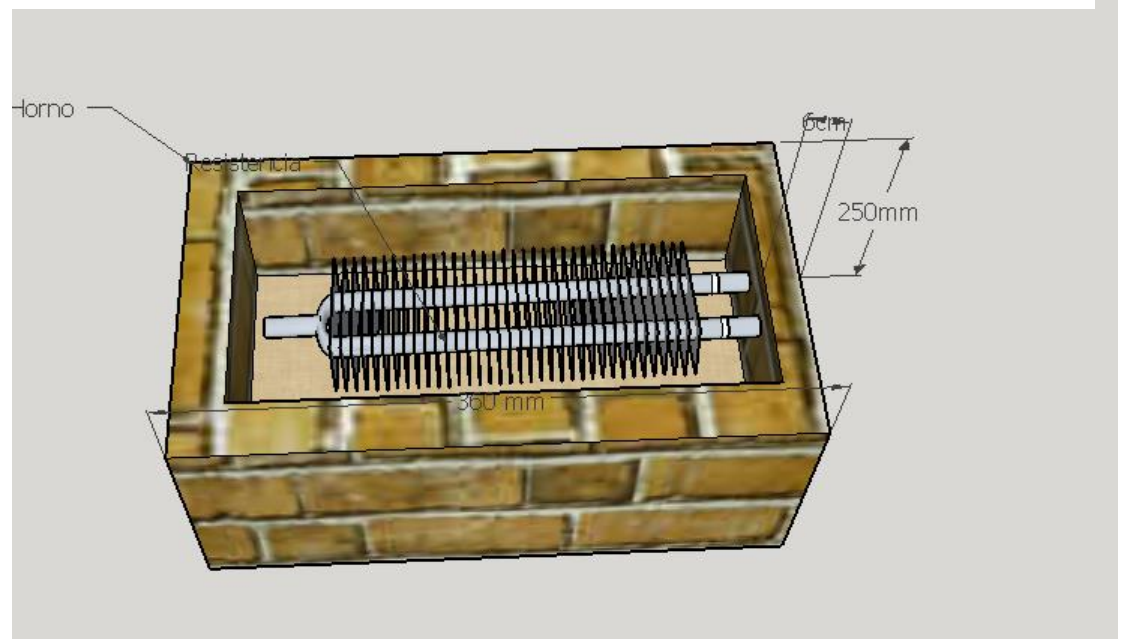
Listo 48%

MATRIZ VALIDADA.xlsx

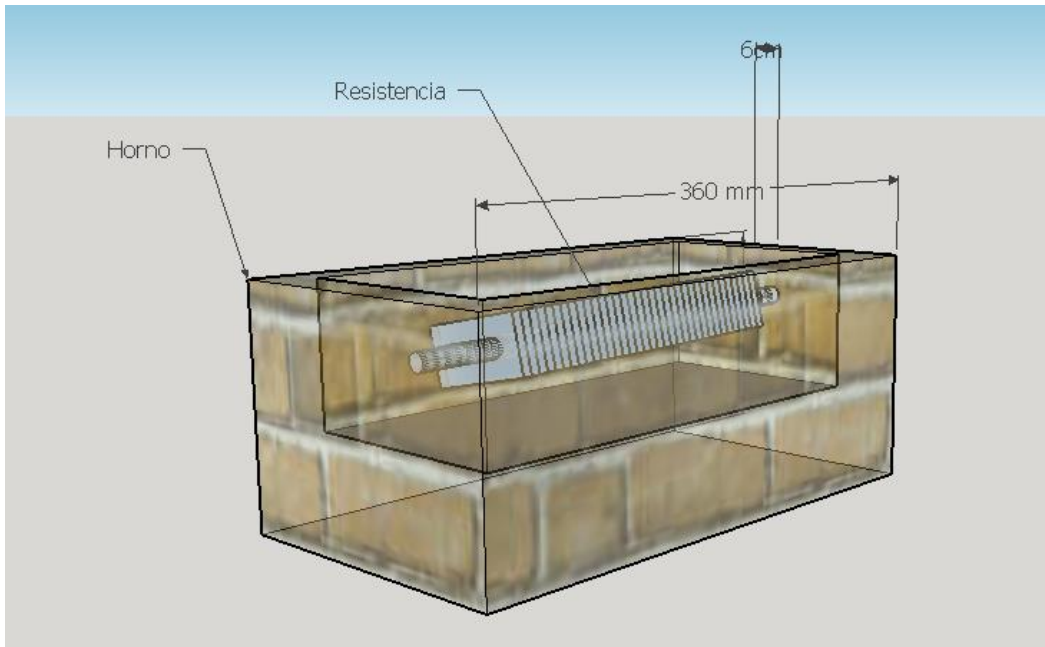
## Anexo E. PLANOS



*PLANO 2 sólido termomachine, fuente propia*



*PLANO 1 termomachine resistencia, fuente propia*



*PLANO 3 Rayos x, fuente propia*



## 11. BIBLIOGRAFIA

- F.A. López, A.-D. F. (s,f). *SITUACIÓN ACTUAL DEL TRATAMIENTO DE NEUMÁTICOS FUERA DE USO*. Madrid, España: Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (CENIM).
- Flexicom. (2015). *Flexicom*. Obtenido de Equipos y sistemas de manejo de materiales a granel: <http://www.flexicon.es/Articulos/Historias-de-Casos/Articulo.aspx?ID=AA-0898>
- López Gómez, F. A., López Delgado, A., Alguacil, F. J., & Manso, J. (2009). Situación actual del tratamiento de los neumáticos fuera de uso y posibilidades de obtención de negro humo de alta pureza. *CENIM (artículos)*.
- Mejía Ballona, J. C. (2013). *Análisis de sensibilidad de un proyecto de reciclaje de llantas*. Bogotá.
- Mercado, D. (2013). *Neumáticos ruedas imparables de la contaminación*. Obtenido de Procesos de mantenimiento de Neumaticos para ayudar a su conservacion: <http://unmundoconmenoscontaminacion.blogspot.com.co/2014/05/procesos-de-mantenimiento-de-neumaticos.html>
- Nacional. (2015). Aprueban la reutilizacion de llantas. *Noticarga*, 17.
- Olaya Guarín, L. M. (2016). Problemática y reciclaje de llantas experiencia exitosa en la problemática y reciclaje de llantas en el municipio de Apulo. *Universidad militar nueva granada*, 9.
- Portafolio. (2010). Las imparables ruedas de la contaminación. *Portafolio*.
- Rosemberg Rivera, G. V. (2016). *Estudio de prefactibilidad para el montaje de una planta de producción de negro humo a partir del reciclaje de llantas usadas*. Bogotá D.C: Universidad distrital Francisco José de Caldas.
- Suarez, R. (24 de Octubre de 2016). El reciclaje de llantas, un mercado que todavía falta por explorar. *El Tiempo*.
- Molina, E. (2014). Metodología diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. Limusa.
- Fernández C. (2014). Metodología de la investigación. Mac Graw Hill.