



UNIVERSIDAD EAN  
PROYECTO DE INTEGRACIÓN

SOFTWARE PARA CONTROL DE PROCESO EN PLANTA RECICLADORA DE NEUMÁTICOS

Integrantes Equipo 10

Lina Gabriela Villalba López

Jennifer Alejandra Yate García

Mariana Présiga Lucero

Docente

Luz Myriam Satizabal Solano

15 de diciembre de 2023

## Tabla de Contenido

Resumen Ejecutivo .....	4
Introducción.....	5
Objetivos .....	7
Objetivo General.....	7
Objetivos Específicos .....	7
Definición del Problema .....	8
Justificación .....	10
Análisis de Requerimientos .....	12
Requisitos funcionales.....	13
Requisitos no funcionales.....	14
Marco de Referencia .....	17
Reciclaje de llantas .....	17
Ventajas del reciclaje.....	17
Economía circular en el proceso de reencauche de llantas.....	18
Normas legales .....	20
Localización Planta de Producción de Llantas Recicladas.....	20
Aspectos Geográficos.....	21
Ventajas de Utilizar un Software de Gestiona de llantas.....	21
Análisis de Restricciones .....	24
Restricciones Ambientales .....	24
Restricciones Económicas .....	24
Restricciones Legales .....	24
Normas por tener en consideración.....	25
Restricciones en Salud y Seguridad .....	25
Restricciones Socioculturales .....	26
Alternativa de Solución para la implementación de un Sistema de Reciclaje de Neumáticos con monitoreo en tiempo real.....	26
Ventajas de esta alternativa.....	27
Etapas o fases cuantitativas del proyecto.....	28

	3
Análisis de costos.....	12
Ubicación geográfica del mercado objetivo.....	31
Contrataciones.....	32
Perfil del vendedor.....	32
Tecnologías para emplear en el desarrollo del programa.....	33
Presupuestos y costos.....	33
Ganancias.....	34
Tabla de presupuesto.....	34
Conclusiones.....	36
Anexos.....	39
Referencias.....	39

#### **Contenido de ilustraciones**

<b>Figura 1.</b> <i>Fases del proyecto</i> .....	28
<b>Figura 2.</b> <i>Análisis de gestión</i> .....	30
<b>Figura 3.</b> <i>Etapas de venta de producto reciclable</i> .....	30
<b>Figura 4.</b> <i>Disciplina de gestión</i> .....	31
<b>Figura 5.</b> <i>Ubicación en planta</i> .....	31

#### **Contenido de tablas**

<b>Tabla 1.</b> <i>Requisitos funcionales</i> .....	12
<b>Tabla 2.</b> <i>Requisitos no funcionales</i> .....	14
<b>Tabla 3.</b> <i>Presupuesto</i> .....	35

## **Resumen Ejecutivo.**

Este proyecto se enfoca en la reducción del impacto ambiental y la promoción de prácticas sostenibles mediante el reciclaje y reutilización de neumáticos usados, dado que la disposición inadecuada de estos materiales presenta desafíos técnicos, ambientales, económicos y de salud. La revista Auto Crash menciona que, si bien las llantas usadas no son consideradas residuos peligrosos, es fundamental establecer un proceso para su reciclaje y retorno al productor.

El proyecto tiene como objetivo crear una planta de reciclaje y una aplicación web para controlar la calidad, detectando las desviaciones en tiempo real. Esto permitirá llevar a cabo procesos internos, planificación y asignación de recursos para fomentar la economía circular en Mosquera, Bogotá.

Se utilizarán indicadores como unidades de análisis, métodos de investigación cuantitativos y cualitativos, y muestras de la población de Mosquera, centrándose en los consumidores y recicladores. Se aplicarán entrevistas, encuestas, estudios de campo y análisis de datos.

El proceso de reciclaje y reutilización implica etapas de trituración y clasificación del material reciclado. La incorporación de tecnologías como el Machine Learning y el cumplimiento de la Resolución 1326 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible son esenciales para garantizar la calidad y el desarrollo sostenible de este proyecto.

**Palabras Clave:** Reciclaje de llantas, Machine Learning, Neumáticos, Medio Ambiente, Desarrollo Sostenible, Reutilización, Aplicación Web, Planta de Reciclaje.

## Introducción.

En primer lugar, esta investigación a través de diferentes fuentes de información, portales, artículos, documentos especializados, incluyendo la normativa y las leyes expedidas por los diferentes organismos estatales de Colombia y expertos en la materia; se pretende recopilar, documentar, argumentar y sustentar este proyecto con diferentes datos e información de diferentes autores para reconocer la problemática de no reciclaje de llantas y el impacto que genera esta industria en particular; convirtiéndose en un problema que afecta drásticamente el medio ambiente. Según la revista Motor Pasión en un artículo llamado: ¿Cómo afectan los neumáticos de nuestro coche al medio ambiente? (2017) “sustenta que el consumo de energía de un vehículo depende en gran medida por el contacto con el asfalto debido al rozamiento. Cuando más contacto o rozadura hay, mayor es la emisión de CO<sub>2</sub> y gases contaminantes se estima que esta entre un 20% y 33%”. Por esto se llega a la conclusión de que la propuesta está en el reciclaje y reutilización de este material, siendo también un problema de alcance internacional que se incluye en la Agenda de las Naciones Unidas con los Objetivo de Desarrollo Sostenible. El propósito de esta investigación partiendo del contexto mencionado anteriormente es diseñar una propuesta de planta recicladora de neumático empleando un software, esto incluye la simulación de los procesos y la distribución en la planta. Todo esto con la finalidad de recuperar este material y comercializar los elementos derivados del reciclaje; ya que estas no pueden ser reutilizadas por las mismas industrias automotrices, debido a que “han sido diseñados para resistir condiciones mecánicas y meteorológicas duras (resistencia al ozono, luz y bacterias)” (Rocío, 2012).

Posteriormente, se va a estructurar un programa de software, realizando la recolección de datos e información correspondiente de la producción en tiempo real, para llevar a cabo un seguimiento y auditoria de la calidad, costos y proyección de los recursos, y planificar el abastecimiento de estos materiales necesarios a los demás subprocesos de la industria.

Finalmente, se realizará el prototipo de este proyecto, para comprender la utilidad de la ingeniería del reciclaje. Debido a que, con la implantación de sistemas o aplicativos informáticos a los procesos de las cadenas productivas, se pueden tomar decisiones y planes de acción buscando la optimización y mejorar la eficiencia en todo aspecto. La industria del reciclaje puede aplicar nuevos sistemas de información que ayuden a entender el estado de las operaciones, rentabilidad, productividad de los recursos y cómo se está realizando el plan de distribución y comercialización.

## **Objetivos.**

### **Objetivo General.**

Diseñar un prototipo de software que permita identificar las variables que ayuden en la gestión de procesos y de calidad aplicando las buenas prácticas de negocio en conjunto con el desarrollo de la actividad realizada por la planta recicladora de neumáticos.

### **Objetivos Específicos.**

Analizar la importancia de los aspectos técnicos, características y las propiedades de los neumáticos dentro del proceso de reutilización y de esta manera simular los datos en el software para la cadena de producción, donde se adhieren a las buenas prácticas de manejo ambiental y de economía circular.

Reconocer los aspectos claves de la industria 4.0 (Machine Learning), sistematización y qué elementos informáticos o digitales se pueden aplicar al proceso de reciclaje, para darle un mejor seguimiento a la planta recicladora y de esta manera se cumplan con los estándares de calidad propios del mercado.

Establecer los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para el desarrollo y construcción del software para seguimiento de procesos de la planta recicladora de neumático.

Determinar el impacto en materia de salud, de medio ambiente y de desarrollo cultural a través de la información consultada y convertir el proceso en un sistema integral a través de un software y modelación, que se acoge a las normas y a las prácticas de alcance local y nacional.

Definir los elementos clave para construir un modelo de negocio que sea económica y ambientalmente responsable y óptimo al lograr un software que tenga la capacidad para responder a la operación y actividad del día a día.

### **Definición del Problema.**

Para analizar esta problemática, es importante desarrollar un sistema de reciclaje y reutilización de neumáticos para reducir la contaminación ambiental e impulsar la economía circular en Mosquera, Departamento de Cundinamarca. Partiendo del punto que los desechos de neumáticos en Colombia son un problema de gran importancia. Según con el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026, nos da a conocer por medio de un dato o cifra que aproximadamente se necesitan 22 galones (80 litros) de petróleo para fabricar una nueva llanta de camión y por ello se considera un elemento inflamable.

Al igual que, el artículo del Periódico el Tiempo titulado “Cerrejón inaugura la primera planta de reciclaje de neumáticos” (2016) sostiene que la industria de hidrocarburos está haciendo esfuerzos por construir una planta que pueda dar respuesta a la capacidad industrial de los equipos y tecnologías que utilizan este material.

Sin embargo, es importante resaltar que, al incendiarse un neumático, este libera productos como: el óxido de carbono, hidrocarburos, óxidos de nitrógeno, ácidos halogenados, que según la DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental del Perú) resume los efectos de la inhalación de estos gases y sus afecciones a la piel, ojos, insuficiencias cardiacas, enfermedades bronco-respiratorias, asma y en algunos casos cáncer.

Ejemplos como el de la empresa Ecogreen, una comercializadora de productos 100% Biodegradables, donde en un artículo llamado Impactos ambientales de la eliminación de llantas de desecho (2021) reconoce la problemática cuando: los neumáticos se amontonan en vertederos o depósitos de chatarra, pueden liberar sustancias químicas en el aire, al suelo y al agua, que alteran el ecosistema. Simplemente cuando el neumático en desecho entra en contacto con el sol libera gas metano en el aire; por lo cual este gas es en gran parte el causante de las emisiones derivadas por el efecto invernadero, que aumenta la huella de carbono y afecta el cambio climático.

Por lo tanto, este artículo reconoce también la importancia de realizar una correcta disposición del caucho o en sí de los neumáticos; ya que estos pueden generar plagas o insectos que se cultivan en los charcos y el agua que se asienta al interior del neumático.

Otro punto importante es que múltiples fuentes de noticias y en especial un artículo realizado por la Revista Semana, informa que cada año aproximadamente 950.000 llantas usadas se desechan en Colombia (Semana, 2021), lo que refleja la necesidad actual en estas décadas.

También, la inadecuada disposición de neumáticos en Colombia es reconocida en su mayoría por los vertederos ilegales, estos carecen de medidas de seguridad y control a pesar de que el gobierno ha implementado medidas como el decreto 442 de 2015, por medio del cual se crea y se define el Programa de aprovechamiento y/o valorización de llantas usadas en el Distrito Capital, allí contempla específicamente el artículo 13, 14 al igual que los capítulos 1, 2 y 3 toda su aplicación, definición y objeto de este. Alcaldía Mayor de Bogotá (2015) Decreto 442 publicado en Registro Distrital 5712 del 11 noviembre 2015.

Se puede decir que, los neumáticos se componen principalmente de: Caucho, alambre de acero, fibras textiles, productos químicos, aceites y gas de pirólisis. Estos componentes tienen la posibilidad de separarse y reutilizarse. El proceso de separación para cada componente requiere de una tecnología y espacio determinado que consta de una complejidad individual, sin embargo, el resultado permitirá reducir la acumulación de desechos y minimizar los impactos ambientales.

Finalmente, esto implica un análisis profundo en todos los aspectos de la cadena de producción desde su disposición, clasificación y reutilización que debe ser implementado con estrategias enfocadas en la creación de una propuesta sostenible y rentable en el tiempo, adicionalmente, el análisis detallado de la cadena de producción incluirá la evaluación de posibles impactos ambientales y sociales, asegurando que las estrategias que se ejecuten sean sostenibles y también brinden beneficio a la comunidad local.

### **Justificación.**

El presente proyecto, busca mediante la aplicación e integración de un software diseñado para una planta recicladora de neumáticos mejorar significativamente la eficiencia operativa, permitiendo una gestión más eficaz de los procesos de recolección, clasificación, triturado y reciclaje de este material. Al igual, que la automatización de tareas y la optimización de procesos a través de un programa que logre la reducción de costos operativos, contribuyendo así a la sostenibilidad financiera de la planta.

Para cumplir con las metas de este proyecto, al mismo tiempo que generar un impacto ambiental positivo, a través del diseño y creación de un software, se ayudará en la gestión del proceso de reciclaje de neumáticos de la planta recicladora, como herramienta clave para los procesos de reutilización, de esta manera prevenir y mitigar la contaminación ambiental producida por la disposición incorrecta de estos materiales. Además, el software que se diseña para este proyecto posibilita y facilita el seguimiento o la trazabilidad de los neumáticos reciclados, optimizando en tiempo real la producción y a la vez fomentando y generando empleo a nivel local y de terceros.

El software logra proporcionar un informe detallado del estado técnico del neumático antes de recibir el respectivo tratamiento para reutilización, al igual que el indicador de calidad en relación del proceso de recolección del material hasta su reciclaje final, permitiendo un mejor control y una trazabilidad completa de la producción, de la misma manera obtener una planificación y programación eficiente que se aplica de igual forma a los recursos que se cuentan para la planta.

La aplicación de software en la gestión de una planta recicladora de neumáticos abre la puerta a la innovación en los procesos, permitiendo la adopción de prácticas más avanzadas y sostenibles, que a su vez permiten impulsar avances teóricos y prácticos mediante la investigación y desarrollo.

Finalmente, la implementación del software puede ofrecer herramientas analíticas que permiten la optimización continua de los procedimientos de reciclaje, identificando áreas de mejora y facilitando la toma de decisiones informada ya que, toma en cuenta la

aplicación de metodologías que incluyen la investigación de mercado y la implementación de procesos eficientes de recolección y procesamiento.

## Análisis de Requerimientos.

### Requisitos funcionales.

Los requisitos funcionales están compuestos por un profundo estudio acerca del proyecto a desarrollar para permitir su correcto uso y plantear las funciones propuestas para el software. Además, con la definición de esta clase de requisitos se podrá verificar cómo se espera la interacción de los usuarios con el programa y cómo se espera que funcione en el contexto. De los cuales encontramos los siguientes:

**Tabla 1.**  
*Requisitos funcionales.*

Numero de requerimiento	RF001
Nombre del requerimiento	Inicio se sesión de persona
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Como persona se debe contar con un botón para poder iniciar sesión y registrarme. Se debe solicitar los campos de: nombre, cedula, correo, contraseña.  El campo de contraseña debe ocultar los caracteres y debe ser un campo obligatorio.
Prioridad	Esencial
Numero de requerimiento	RF002
Nombre del requerimiento	Crear un proceso de producción
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Se debe contar con un botón para crear un proceso.  El formulario debe solicitar el nombre del proceso, descripción, tiempo de ejecución, inconvenientes presentados.
Prioridad	Esencial

Numero de requerimiento	RF003
Nombre del requerimiento	Búsqueda de procesos
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Búsqueda de los procesos ya creados con su tabla estadística de como se ha llevado a cabo el proceso y sus observaciones.
Prioridad	Esencial

Numero de requerimiento	RF004
Nombre del requerimiento	Consultar errores de la ejecución de los procesos
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Se debe tener un reporte con los errores o imprevistos que se hayan presentado en la producción, para poder tener seguimiento de estos y su plan de acción.
Prioridad	Esencial

Numero de requerimiento	RF005
Nombre del requerimiento	Registro de errores en la ejecución de los procesos.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Espacio para añadir los errores o novedades que se presentaron en la ejecución del proceso de reciclaje.
Prioridad	Esencial

Numero de requerimiento	RF006
-------------------------	-------

Nombre del requerimiento	Listar empleados y o usuarios asociados a un proceso.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Listar los usuarios que están asignados para cada proceso de reciclaje y poder ver información acerca de ellos, seleccionarlos o asignarlos.
Prioridad	Esencial
Numero de requerimiento	RF007
Nombre del requerimiento	Eliminar un usuario.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Como usuario quiero eliminar un usuario que ya no está en operación.
Prioridad	Esencial
Numero de requerimiento	RF008
Nombre del requerimiento	Selección de un usuario a un proceso.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Poder seleccionar un usuario para que se encargue como coordinador, operario, etc del proceso asignado.
Prioridad	Esencial

### Requisitos no funcionales.

Los requisitos no funcionales se definen para especificar las características, parámetros, lineamientos que se esperan incluir en el programa tecnológico o software, con el fin de proyectar el rendimiento que se espera obtener de este al implementarlo en la simulación o modelación en el contexto del proyecto.

**Tabla 2.** *Requisitos no funcionales.*

Numero de requerimiento	RNF001
Nombre del requerimiento	Validación de permisos sobre cambios de información.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Asignar a cada perfil de usuarios permisos para ver la diferente información y poderla editar, para prevenir el acceso inapropiado.
Prioridad	Esencial
Numero de requerimiento	RNF002
Nombre del requerimiento	Diseño de la aplicación responsive, usable y accesible.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Brindar con la aplicación una interfaz intuitiva y responsive para el usuario.
Prioridad	Esencial
Numero de requerimiento	RNF003
Nombre del Requerimiento	Repositorio de información.
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario
Proceso	Toda información de los usuarios y los procesos será registrada en la base de datos.
Prioridad	Esencial
Numero de requerimiento	RNF004
Nombre del requerimiento	Creación / actualización de algoritmos de analítica y modelos de Machine Learning para ejecución de procesos
Tipo	Requisito
Fuente del requerimiento	Usuario

---

Proceso	Cuando se requiera actualizar un modelo de analítica realizar los despliegues en el menor tiempo para poder dar respuesta a los cambios de los requerimientos.
---------	--

---

Prioridad	Esencial
-----------	----------

---

### **Marco de Referencia.**

El marco de referencia agrupa todas las posibilidades, consideraciones y variables importantes para desarrollar la idea o el proyecto planteado en este documento. A continuación, se enumera estas consideraciones para tener en cuenta en la hoja de ruta de este, y complementar la investigación de este proyecto.

#### **Reciclaje de llantas.**

Los neumáticos almacenados en vertederos o depósitos de chatarra pueden liberar sustancias químicas al aire, al suelo y al agua, que alteran el ecosistema. Simplemente cuando se expone un neumático al sol, libera gas metano que aumenta la huella de carbono y por lo tanto impacta negativamente al cambio climático. Las llantas usadas no son un residuo peligroso, a pesar de esto en la ciudad se encuentra llena de estas debido a que no es sencillo para el consumidor conocer cuáles son las empresas que realizan este reciclaje de llantas usadas y que realicen este proceso a través de un sistema de recolección selectiva, porque aproximadamente a través de un artículo publicado por Compromiso RSE (2014) en un artículo titulado “Del Neumático se aprovecha todo” afirma que las llantas se pueden demorar más de 100 años en descomponerse porque es un proceso muy lento, debido a la elasticidad elevada que impide su compactación.

De acuerdo con el punto anterior, los neumáticos y sus compuestos se les puede dar un segundo ciclo, realizando el proceso de reciclaje correcto, con el fin de que el acero que contienen estas llantas se pueda fundir para obtener el metal, y emplearlo en otros procesos, así mismo, vender la materia prima del caucho para diversos productos que se pueden elaborar con él, como cemento, pisos, canchas sintéticas, techos, entre otros productos.

#### **Las ventajas del Reciclaje.**

De acuerdo con un artículo publicado por la Empresa GTA Ambiental, que se titula Ventajas del Reciclaje de llantas (2021), la actividad representa todo un reto, porque las llantas resultan ser voluminosas y huecas, por lo que el transportar esto resulta difícil. Sin embargo, esto se soluciona con una trituradora primaria, ya sea fija o móvil para reducir el

volumen a la mitad. Después de eso, es necesario que pase por una trituradora secundaria que permite cortar neumáticos aún más precisos logrando aprovechar el material. Si se requiere, se pueden separar los residuos metálicos que queden en la mezcla, como el acero, por medio de imanes para tener un producto más puro. También cuando se les da un tratamiento adecuado a las llantas, el uso de petróleo disminuye de 23.5 litros a 13.05 litros por neumático, se emite menos de la mitad de dióxido de carbono y se ahorran más de 1000 litros de agua por llanta (GTA ambiental, 2021).

Por lo tanto, es indispensable contar con maquinaria para reciclaje de llantas que tenga la resistencia necesaria para triturar y los neumáticos pues, además de que es parte fundamental para su reciclaje, debe tener la capacidad para procesar un volumen importante de llantas para que sea realmente rentable. Reciclar llantas va mucho más allá de controlar el problema de residuos que estas generan, sino que también se traduce en un ahorro energético, reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y disminución de uso de agua.

### **Economía circular en el proceso de reencauche de llantas.**

Es importante empezar por definir que es La Economía Circular. Este es un sistema de producción y gestión de recursos, bienes y servicios que tiene como finalidad la reutilización al máximo posible y también en reducir los residuos.

Sus principios están orientados hacia: primero, la correcta utilización de los residuos de unos productos, como la materia prima de otros. Segundo, la optimización del uso de los recursos que disponemos. Tercero se fomenta el reciclaje. Cuarto, consiste también en una apuesta por la organización industrial en un mismo territorio, buscando optimizar los flujos de materiales, energía y servicios. Quinto, los productos se pueden volver a ser reintroducidos al sistema productivo, y finalmente los impactos medio ambientales son tenidos en cuenta a lo largo del ciclo de vida de un producto.

En el caso específico de las llantas aplica los siguientes tres principios o 3R

- Reducir: por medio del reencauche se reduce el impacto ambiental que tiene una llanta nueva, y se reduce el impacto económico operacional de los transportadores.
- Reutilizar: al reencauchar una banda de rodamiento se prolonga la vida útil.

- Reciclar: con los residuos de nuestra materia prima (el caucho) generamos caucho granulado, el cual puede ser usado en otros tipos de bienes ej: construcción de carreteras, aplicación en superficies de zonas recreativas, relleno de césped artificial, entre otras.

Según el Ministerio de Ambiente de Colombia, el sector transportador puede efectuar buenas prácticas y acciones para mejorar la problemática que genera en el ambiente la no correcta disposición del material. Una de estas el reencauche de llantas, que hace parte del proceso de renovación de llantas usadas mediante la implantación de una nueva banda de rodamiento. En el caso específico de Bogotá está prohibido por botarlas o abandonarlas en el espacio público, enterrarlas o quemarlas a cielo abierto. De acuerdo con el decreto 442 del 2015 del Ministerio de Ambiente que crea el aprovechamiento y valoración de estos elementos.

Al igual que este reporte menciona que la “Asociación Colombiana de Reencauchadores de Llantas y Afines - ANRE estima que, en comparación con una nueva, una llanta reencauchada disminuye en un 83 % el consumo de agua y ahorra cerca de 15 galones de petróleo. Además, el reencauche es considerado como una práctica segura y económica que contribuye a la reducción de costos en las flotas de transporte, gracias a que una llanta renovada, cuyo valor es más asequible, puede tener una duración similar a la original, si se hace en concordancia con las normas técnicas establecidas” (Ministerio de Ambiente) y las personas u organizaciones interesadas en realizar la renovación de llantas de sus vehículos deben acudir a sitios autorizados que cuenten con la respectiva credencial por parte del Organismo Nacional de Acreditación de Colombia (ONAC). Un dato importante es que “noviembre del año 2020 este se produjeron 39.669 llantas reencauchadas en el territorio nacional. De esta cifra, el 32,6 % (12.955) corresponde a las que fueron generadas en Bogotá por cuenta de 14 compañías dedicadas a esta actividad, según el más reciente reporte estadístico de la ANRE” (Pagina del Ministerio de Ambiente).

**Normas legales.**

Artículo 79 de la constitución política de Colombia: todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo

Artículo 80: el estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución.

El reciclaje de llantas usadas en la cual la Resolución 1326 del ministerio de ambiente y desarrollo sostenible indica “Por la cual se establecen los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas y se dictan otras disposiciones” (Sostenible, 2017), en el capítulo I donde nos indica el objeto, jerarquía, ámbito de aplicación y definiciones, el capítulo II más enfocada en los sistemas de recolección selectiva y de gestión ambiental de llantas usadas y en el capítulo III indica a los productores y distribuidores las obligaciones que tienen frente a los sistemas de recolección selectiva y gestión ambiental de llantas usadas.

**Localización Planta de Producción de Llantas Recicladas.**

Para poder determinar la ubicación de la instalación, como primera medida debemos tener en cuenta que de acuerdo con la norma y la actividad económica, se encuentra regulada por el decreto 4066 de 2008, en la cual se establece por la ley que para el desarrollo de la actividad industrial en este caso la planta de reciclaje de neumáticos debe utilizarse un suelo óptimo para las actividades dedicadas a la producción, elaboración, fabricación, preparación, recuperación y producción industrial. En este caso, el lugar donde quedara ubicado el proyecto es en el parque industrial localizado en el municipio de Mosquera, en el que contara con una bodega industrial de aproximadamente 1800 mts que se utilizará para el almacenaje de la materia prima; esta vereda colinda con la localidad de Fontibón en Bogotá. Esta es una ubicación ideal porque se encuentra cerca a Bogotá y ubicados dentro del perímetro rural del municipio de Mosquera. Por último, los depósitos de reciclaje de llantas están ubicados en la Sabana de Bogotá.

### **Aspectos Geográficos.**

Mosquera se localiza en la Provincia de la Sabana Occidente, en el Departamento de Cundinamarca, tiene aproximadamente 45.000 habitantes. Está a una altitud de 2516 Mts, con un clima entre 12 y 14°C. Fundado el 27 de septiembre de 1861. Las principales localidades y municipios cercanos son: Fontibón, Bosa, el Municipio de Soacha, Municipio de Bojacá, el Municipio de Madrid y el Municipio de Funza.

- a. Extensión total: 107 Km<sup>2</sup>
- b. Extensión área urbana: 7.67 Km<sup>2</sup> Km<sup>2</sup>
- c. Extensión área rural: 99.33 Km<sup>2</sup> Km<sup>2</sup>
- d. Altitud (metros sobre el nivel del mar): 2516 Mts
- e. Temperatura media: entre 12 y 14°C° C
- f. Distancia de referencia: a 10 Km de Bogotá D.

En cuanto al aspecto socioeconómico de Mosquera, es un municipio el cual se desempeña en el sector agrícola, en lo cual ha presentado un crecimiento en cultivos como espinacas, coliflor, lechuga, zanahoria, apio, ajos, papa, arveja, entre otras. Simultáneamente, la ganadería tiene presencia la explotación de razas como Holstein y Normando a esto también hay que sumarle que, gracias a su ubicación, su clima y obviamente la cercanía con Bogotá. En el municipio de Mosquera se han instalado varias industrias, razón por la cual nuestras bodegas serán instaladas en este municipio. Adicionalmente es importante resaltar que, según información encontrada del Municipio el sector educativo es fuente generadora de empleo, actualmente cuenta con 42 establecimientos de educación (oficial y privados), con ocupación de 530 educadores en educación preescolar, primaria, básica secundaria y media. Otro sector que ha venido en crecimiento es el de la construcción, ya que se han estructurado varias urbanizaciones a un precio asequible, lo cual ha incentivado a muchas personas de la capital a comprar vivienda en el lugar.

### **Ventajas de Utilizar un Software de Gestiona de llantas.**

En Colombia la empresa Ruedadata, es una compañía que se especializa en llevar la trazabilidad y control de este tema, permitiendo que la tecnología se convierta en un aliado para el uso de buenas prácticas en la gestión.

Ellos en su página web enumeran las siguientes 7 ventajas para la correcta administración y gestión de estas y que aplican el Machine Learning:

1. Contar con información actualizada en cualquier lugar: permite llevar control minuto a minuto de todos los neumáticos de la flota con información organizada, segura y valiosa en la nube. No hay necesidad de usar extensas hojas de cálculo con alto riesgo de pérdida de información.
2. Obtener un plan de Mantenimiento en tiempo real: genera planes de mantenimiento completos y personalizados al instante que se registra la información por la APP o módulo de trabajos, lo que permite ejecutar actividades del mes y estar monitoreando y planeando las del mes siguiente. No habrá que esperar semanas enteras para capturar, registrar y generar un plan de mantenimiento.
3. Reducción del gasto de llanta y de combustible: gracias a nuestros aplicativos, se puede controlar el gasto de llanta hasta un 60% y optimizar los procesos de mantenimiento. Se inspecciona por medio de la aplicación, analizamos reportes y posteriormente se toma la decisión.
4. Rapidez y facilidad en la toma de información a través de una App: optimiza el tiempo de recolección de la información en un 50% y minimiza la posibilidad de error en el proceso, al estar configurada con parámetros que evitan poner datos inválidos o ilógicos. La gran diferencia es en el tiempo, ya que si antes una persona se demoraba revisando los neumáticos de un vehículo (2 ejes, 6 llantas) en promedio 10 minutos, con una App este proceso tardaría máximo 5 minutos.
5. Flota disponible y segura: con la información que fue almacenada desde la App, se puede conocer en tiempo real los vehículos que están disponibles para su funcionamiento y aseguramos que la información suministrada por Ruedata es 100% segura para su movilidad. Vehículos operativos y reducción de costos de siniestros en vías por llanta.
6. Trazabilidad y control minuto a minuto de todos los neumáticos de la flota: con un software es posible evidenciar fallas mecánicas, desgastes acelerados,

operaciones diferentes y el movimiento de todos los neumáticos en tiempo real, para tomar decisiones estratégicas que generen rentabilidad y ahorro.

## **Análisis de Restricciones.**

Al abordar el desarrollo del sistema para la reutilización de neumáticos, es fundamental reconocer y comprender las restricciones que pueden influir en la implementación de esta solución. Estas restricciones se presentan en múltiples aspectos, incluyendo consideraciones ambientales, económicas, legales, de salud y seguridad, y socioculturales.

### **Restricciones Ambientales.**

La gestión ambiental juega un papel esencial en este proyecto, ya que el objetivo principal es reducir la contaminación causada por la inadecuada disposición de neumáticos. Sin embargo, existen restricciones ambientales importantes a considerar, como las interacciones del proyecto con el entorno natural. Las restricciones legales relacionadas con sustancias peligrosas, como el asbesto o el mercurio, pueden limitar la elección de alternativas de solución. Es necesario cumplir con las regulaciones ambientales y revisar los planes de ordenamiento territorial vigentes, así como obtener las licencias ambientales necesarias.

### **Restricciones Económicas.**

Las restricciones económicas son un factor crítico en la ejecución de este proyecto. El presupuesto disponible debe ser acorde con la inversión requerida para llevar a cabo el sistema de reutilización de neumáticos. Además, se debe analizar el contexto macroeconómico, considerando posibles expropiaciones gubernamentales y cambios políticos que puedan afectar la viabilidad económica del proyecto. Las barreras arancelarias y los subsidios también pueden influir en la viabilidad económica del proyecto.

### **Restricciones Legales.**

Las restricciones legales son fundamentales en el análisis de restricciones. Cumplir con las leyes y regulaciones vigentes es esencial, y es necesario considerar restricciones legales que puedan impedir o limitar la implementación del proyecto. Las leyes relacionadas con vertimientos, usos del suelo y registros deben observarse y cumplirse rigurosamente.

**Normas por tener en consideración.**

- **Resolución 909 de 2008:** En esta se establecen las normas y estándares de emisión admisibles de contaminantes a la atmósfera por fuentes fijas.
- **Resolución 481 de 2009:** Expide el Reglamento Técnico para llantas neumáticas que se fabriquen, importen o se reencauchen y se comercialicen para uso en vehículos automotores y sus remolques.
- **Resolución 1457 de 2010:** Esta reconoce los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas incluyendo otras medidas.
- **Resolución 1326 de 2017:** En esta se tienen en cuenta los Sistemas de Recolección Selectiva y Gestión Ambiental de Llantas Usadas al igual que otras medidas.

**Restricciones en Salud y Seguridad.**

La seguridad y la salud son aspectos de suma relevancia a considerar. Cualquier solución que implique riesgos para la salud de los trabajadores, la comunidad o el medio ambiente debe ser descartada. La implementación del proyecto debe garantizar prácticas seguras y cumplir con estándares de salud ocupacional y seguridad.

Gestión Integral del Sistema de Gestión De Seguridad y Salud en el Trabajo (SGSST), que consiste en el desarrollo de un plan en donde se analizan todos los posibles riesgos y eventualidades en los cuales el trabajador está expuesto dentro de sus actividades diarias en el proceso productivo dentro de la planta. Estos se definen a través de unos criterios de evaluación, mejora y cumplimiento de estándares; incluyendo los factores de riesgo y las listas de chequeo correspondientes en el que se valora las condiciones de seguridad de la planta.

Esto también incluye la señalización, la demarcación de las áreas, los riesgos potenciales por manipulación de elementos químicos o sustancias tóxicas, también si la infraestructura de la planta está en óptimas condiciones para su operación. El uso de la maquinaria y la disposición de las herramientas y los materiales necesarios para el desarrollo de la actividad. Así como también los Elementos de Protección Personal (EPP) y los riesgos

asociados a la luz, los cables, golpes y heridas, inhalación de humos, la fatiga auditiva y el material particulado.

Se requiere de exámenes ocupacionales, por medio de encuestas a los trabajadores o empleados para determinar los planes y mejoras en cuanto prevención, control y detección de enfermedades, así como la promoción de un estilo de vida saludable dentro y fuera de las instalaciones de la planta de reciclaje.

Exámenes Médicos Ocupacionales (**Resolución 2346 de 11 de Julio 2007**), por la cual se regula el uso de evaluaciones medicas ocupacionales, manejo de historia clínica y todo lo relacionado con los sistemas de seguridad y salud en el trabajo.

### **Restricciones Socioculturales.**

Los cambios en los hábitos y preferencias de los consumidores pueden influir en la demanda de productos y servicios relacionados con el proyecto. Estos cambios socioculturales pueden generar demanda de nuevos productos y servicios o, en algunos casos, el abandono de prácticas previamente comunes.

### **Alternativa de Solución para la implementación de un Sistema de Reciclaje de Neumáticos con monitoreo en tiempo real.**

Esta alternativa se centra en abordar el reciclaje de neumáticos mediante la creación de un sistema que permite el monitoreo en tiempo real de todos los procesos. Se desarrolla siguiendo los lineamientos de la ingeniería y toma en cuenta las restricciones ambientales, económicas, legales, de salud y seguridad, así como las socioculturales.

Pasos clave en la implementación de esta alternativa:

#### 1. Diseño del proceso de reciclaje:

Se establece un proceso de reciclaje que consta de varias etapas: corte y trituración, separación de acero, granulación de caucho y pirólisis. Cada etapa se diseña para maximizar la recuperación de componentes valiosos de los neumáticos usados.

#### 2. Inversión en tecnología:

Se adquieren equipos y maquinaria especializados, como trituradoras, separadores magnéticos y granuladoras, para llevar a cabo cada etapa del proceso de reciclaje.

3. Monitoreo en tiempo real:

Se instala un sistema de monitoreo en tiempo real que rastrea y registra datos clave en todas las etapas del proceso de reciclaje. Esto incluye el flujo de materiales, la temperatura en el pirólisis y otros parámetros críticos.

4. Análisis de datos y Machine Learning:

Los datos recopilados se utilizan para analizar el rendimiento del proceso y detectar cualquier anomalía. Se implementa un sistema de Machine Learning que permite identificar patrones y tendencias, y generar alertas automáticas en caso de desviaciones en los estándares de calidad.

5. Recauchutado y reciclaje de componentes:

Se considera la posibilidad de recauchutar los neumáticos en buen estado. Además, se implementa el reciclaje químico para descomponer los neumáticos en componentes básicos, como aceite pirolítico, negro de humo y gas. Las fibras textiles y el caucho triturado se separan y reciclan para diversas aplicaciones

6. Cumplimiento legal y regulatorio:

Se asegura el cumplimiento de todas las regulaciones ambientales y legales relacionadas con el reciclaje de neumáticos. Se obtienen las licencias ambientales necesarias y se sigue de cerca el marco legal vigente.

7. Educación y concientización pública:

Se lleva a cabo una campaña de concientización ciudadana para fomentar la recolección adecuada de neumáticos usados. Se promueve una nueva cultura que busca proteger el medio ambiente y cuidar la ciudad.

**Ventajas de esta alternativa.**

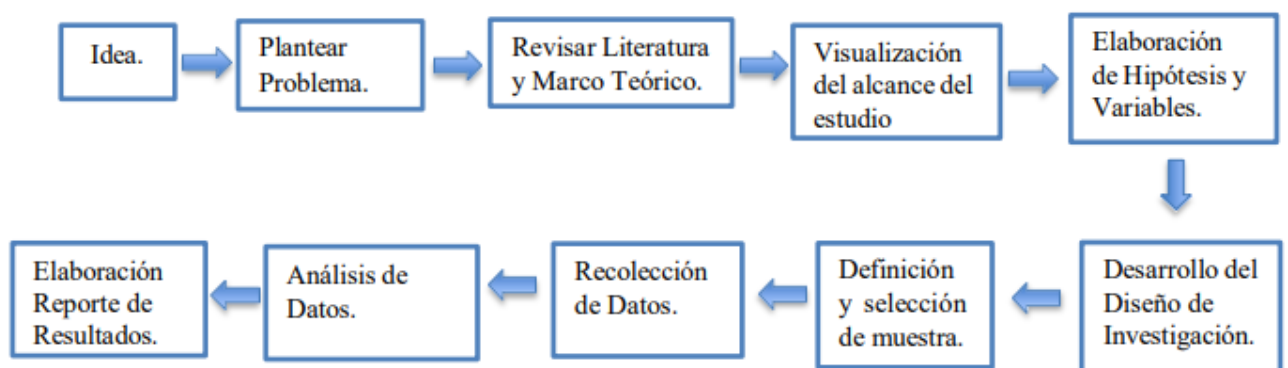
- Reducción significativa de la contaminación ambiental causada por la disposición inadecuada de neumáticos.

- Aumento de la eficiencia en la recuperación de componentes valiosos.
- Mayor control de calidad y cumplimiento de estándares ambientales y de seguridad.
- Contribución a la economía circular y generación de ingresos a través de la reutilización de materiales.
- Monitoreo en tiempo real que permite detectar y corregir problemas de manera proactiva.
- Reducción de la huella de carbono al evitar la liberación de sustancias nociva.

### Etapas o Fases Cuantitativas del Proyecto.

**Figura 1.**

*Fases del proyecto.*



El proyecto se compone de 10 diferentes etapas en las cuales se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- La idea es donde se origina una investigación como el caso del desarrollo de software y el proceso de planta de llantas recicladas tomadas por este grupo para su análisis.
- El planteamiento del problema de una investigación es estructurar la investigación y desarrollando: objetivos, preguntas, justificación, viabilidad de ésta y evaluación del tema planteado.
- Marco Teórico: Esta respalda por la fuente de información como: artículos, libros y otros documentos que el pasado estado pasado y actual del proceso de llantas y de todo el conocimiento sobre el problema que se está estudiando. Incluyendo la literatura.

- Alcance: Esta etapa es importante, ya que del alcance del estudio depende la estrategia de investigación. Incluye, los procedimientos y otros componentes técnicos de desarrollo de software y la solución.
- Las hipótesis son las guías de una investigación o estudio. Las hipótesis indican lo que tratamos de probar y se definen como explicaciones del fenómeno investigado.
- Desarrollo y Diseño de la Investigación: Con el propósito de responder a las preguntas de investigación planteadas y cumplir con los objetivos del estudio, se debe desarrollar un diseño de investigación específico, donde estos también son utilizados para someterlos a prueba.
- Definición y selección de la muestra: Para seleccionar una muestra lo primero que hay que definir es la unidad de análisis (personas, organizaciones, periódicos, situaciones, eventos). El sobre qué o quiénes se van a recolectar datos depende de los planteamientos del problema a investigar y de los alcances del estudio. Estas acciones nos llevarán al siguiente paso, que consiste en delimitar una población.
- Recolectar datos: Estos incluyen requisitos que debe cubrir un instrumento de medición, procedimiento para construir un instrumento de medición, cuestiones básicas a considerar al momento de construir un instrumento, cuestionarios, escalas para medir actitudes, otros métodos cuantitativos de recolección de datos.
- Análisis de Resultados: La mayoría de las instituciones de educación media y superior, centros de investigación, empresas y sindicatos se dispone de sistemas de cómputo para archivar y analizar datos; de esta suposición parte el presente capítulo. Por ello, se centra en la interpretación de los resultados de los métodos de análisis cuantitativo y no en los procedimientos de cálculo. Por eso, a partir de la aplicación del software se verificará el rendimiento de las operaciones de la planta recicladora de neumáticos.

## Análisis de costos.

**Figura 2.** *Análisis de gestión.*



**Figura 3.** *Etapas de venta de producto reciclable.*



La etapa del proceso (figura 1) va relacionado con la disciplina de la gestión (figura 2) en el proyecto de reciclaje. Al planear, se debe identificar los objetivos del proyecto con una captación y una segmentación del mercado. Posteriormente “hacer” significa poder tener una prospección de lo que se planeó inicialmente para ejecutar las acciones y lograr que los procesos sean acordes con

todos los procedimientos. En “verificar”, se debe estudiar los procesos y los resultados, para compararlos con los objetivos que se habían propuesto al inicio del proyecto. Por último, “actuar” es donde se evalúan los procesos y los productos para hacer un análisis de lo que se debe mejorar en el proceso de reciclaje, haciéndole un seguimiento exhaustivo y detallado de los mismos.

Teniendo como resultado final, un buen resultado en ventas.

**Figura 4.** *Disciplina de la gestión.*

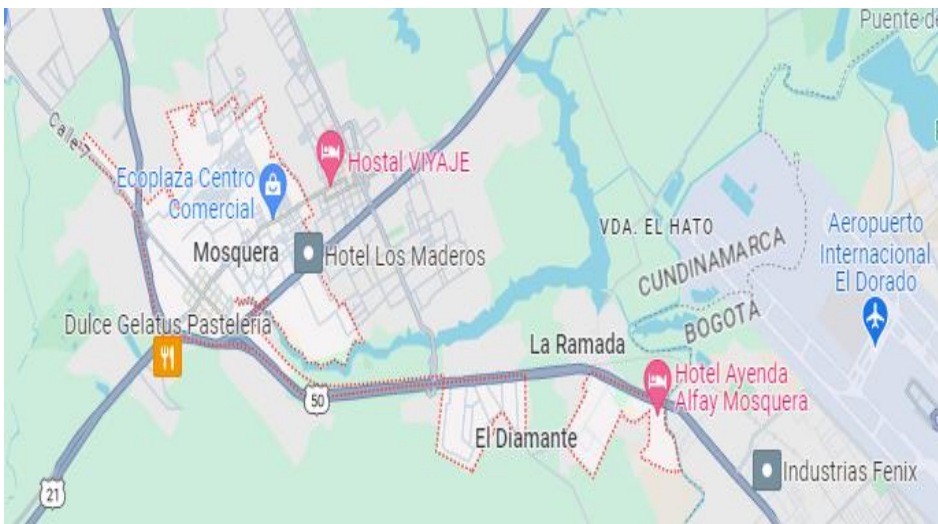


Se debe tener en cuenta, que se debe realizar un acercamiento comercial sobre los productos que se van a utilizar, realizar las debidas cotizaciones, teniendo en cuenta una buena calidad en los productos y la maquinaria. A esto se le debe hacer un seguimiento, para ir comparando inversiones y gastos mes a mes y de esta manera tener mejoras para obtener como producto final, un gran cierre de ventas.

#### **Ubicación geográfica del mercado objetivo.**

Como objetivo geográfico, es llegar a las zonas de bajo medio y alto nivel de compras en Bogotá y sus alrededores como Mosquera, además concretar aliados estratégicos desde el norte, oriente, occidente y sur de la ciudad, de esta manera veremos como potencial nuestros futuros clientes en un gran mercado de industria y construcción.

**Figura 5.** *Ubicación planta.*



*Nota.* Se presenta ubicación o locación donde se propone realizar los procesos de reciclaje de los neumáticos. Tomado de [https://www.google.com/maps/place/Mosquera,+Cundinamarca/data=!4m2!3m1!1s0x8e3f77f0a00867:0x43a976bf25ba6640?sa=X&ved=2ahUKEwiFl\\_Sc-](https://www.google.com/maps/place/Mosquera,+Cundinamarca/data=!4m2!3m1!1s0x8e3f77f0a00867:0x43a976bf25ba6640?sa=X&ved=2ahUKEwiFl_Sc-PmCAXWBSTABHQmgBxQQ8gF6BAgWEAA)

PmCAXWBSTABHQmgBxQQ8gF6BAgWEAA. VIA MICHELIN (s.f).

CC BY 2.0.

### **Contrataciones.**

Para el crecimiento de la fábrica en la cobertura a nivel local, se hace necesario contratar como mínimo 10 trabajadores que conozcan el proceso adecuado del reciclaje y así mismo dar inicio al plan de crecimiento para los años posteriores, con un salario mínimo de \$ 1.160.000 más prestaciones. Por otra parte, se contratará 1 (una) persona para el área de ventas, quien estará encargada de la atención al cliente, teniendo conocimiento 100% del producto.

### **Perfil del vendedor.**

- Técnico, tecnólogo y/o profesional en carreras afines al mercado.
- Experiencia en la venta de forma masiva de acero y polvo de caucho, con conocimiento en ventas consultivas en el sector de la construcción y la industria.
- Capacidad de empatía, excelente imagen y relaciones humanas.
- Constancia superación constante, con conocimientos en marketing y ventas en general.

Con un salario mínimo de \$ 1.160.000 más prestaciones y una variable compuesta por cumplimiento de objetivos en volumen de ventas, recuperación de cartera, crecimiento por líneas y en la numérica de clientes, la cual está alrededor de un 2 a 4 % (gasto que será cubierto por la planta de reciclaje).

### **Tecnologías para emplear en el desarrollo del programa.**

Como herramientas del sistema o software, al igual que los recursos técnicos y digitales que empleará el trabajador encargado para conseguir el cumplimiento de los objetivos, se tendrá tabletas con la intranet de la compañía instalada, donde se podrán conectar para poder cotizar y realizar las presentaciones comerciales de la compañía y como uso para el seguimiento a la ejecución o cumplimiento de las metas se tendrá a disposición un software especializado para que los clientes tengan información detallada acerca del proceso de reciclaje, y los derivados del producto como lo son el acero y el polvo de caucho.

### **Presupuestos y costos.**

A continuación, se presenta una lista enumerando los costos que se proyectan tener para la planta recicladora de neumático, junto a los gastos que el proyecto incurrirá para el desarrollo y elaboración del software, en otras palabras, se adjunta presupuesto para el cumplimiento de los objetivos:

- 11 trabajadores en planta con un salario mínimo legal vigente.
- Para el desarrollo completo de los objetivos y basado en las estrategias, se requiere una instalación de software dónde se incluirá la licencia Mongo BT con su base de datos con costo variable de 0.10. y la mano de obra para el manejo de este, tendrá un costo estipulado de 120 dólares por hora.
- 1 trituradoras con valor unitario de \$ 180.000.000 para iniciar el proceso de reciclaje y dependiendo de los resultados, se irá incrementando la maquinaria.
- 1 refinadora 12.000.000 de pesos
- 1 separadora 19.000.000 de pesos.

- Costo del arriendo de bodega 3.600.000 por mes
- Costos servicios públicos 500.000 pesos.
- Con el fin de verificar la inversión inicial que requerirá el proyecto para comenzar operaciones, se realizó la investigación con el artículo de la revista La República, correspondiente a las tasas de interés que están siendo ofertados para el año 2023 para las pymes, el cual, elaborando la comparación entre los diferentes bancos y los préstamos, el equipo determino que será factible solicitar una inversión de \$230.000.000 a la entidad crédito banco del estado, según también el incremento paulatino de estas tasas e indicadores.

### **Ganancias.**

- Se obtendrá por cada kilo de acero un valor aproximado de 4.000 a 5.500 pesos (se debe tener en cuenta que, por cada proceso de reciclaje, sale kilo y medio aproximadamente).
- Costo polvo de caucho. 1.300 pesos por kilo.

### **Tabla de presupuestos.**

En el siguiente apartado, se realiza el análisis de costo al implementar una planta de reciclaje en zonas apartadas de Bogotá. Se define los costos o gastos variables, fijos y mixtos que se incurrirán al ejecutar este proyecto, anexando también los gastos que se generarán al desarrollar el software.

Se definen como costos variables todos aquellos gastos que no tienen afectación o varían según el volumen de producción de la empresa. Lo contrario con los costos fijos, el cual son gastos que se incurren y son invariables al volumen de producción. A continuación, se enlistan los costos de implementación del proyecto.

Tabla 3. Presupuesto.

PROYECTO DE RECICLAJE DE NEUMATICOS	PESOS	USD	
<b>INVERSION INICIAL (CREDITO BANCO DEL ESTADO)</b>	\$ 230.000.000		
2024	\$ 278.400.000	\$ 70.481	
PROYECCION VENTAS 2024		\$ -	
CRECIMIENTO PROYECTADO	<b>53%</b>		
<b>INVERSIONES POR AÑO</b>			
TRITURADORA	\$ 180.000.000	\$ 45.570	
REFINADORA	\$ 12.000.000	\$ 3.038	
SEPARADORA	\$ 19.000.000	\$ 4.810	
COSTO FIJO ARRIENDO BODEGA	\$ 43.200.000	\$ 10.937	
COSTO FIJO SERVICIOS	\$ 6.000.000	\$ 1.519	
COSTO FIJO SALARIOS	\$ 165.369.000	\$ 41.866	
COSTO FIJO PAGO CREDITOS Y OBLIGACIONES	\$ 99.432.000	\$ 25.173	
TOTAL	\$ 525.001.000	\$ 132.912	
<b>OBSERVACIONES GENERALES</b>			
SE CONTARÁ CON 11 FUNCIONARIOS			
SE PROYECTA TENER EL RETORNO DE INVERSION EN 2 AÑOS			
<b>MARGEN DE CONTRIBUCION EN PRECIO UNITARIO</b>			
PRECIO VENTA	COSTO UNITARIO	MARGEN CONTRIBUCION \$	MARGEN CONTRIBUCION %
\$ 4.000	\$ 1.800	\$ 2.200	55%

## Conclusiones

En conclusión, en el desarrollo del proyecto y demás investigaciones se evidencia la importancia de incorporar procesos de reutilización y reciclaje a los diferentes materiales; en este caso del neumático, que es un producto desechado con bastante frecuencia en los vertederos y basureros, donde no se realiza posteriormente un tratamiento adecuado, inciden en las tasas de contaminación y gases de efecto invernadero. Por lo que, llevar a cabo prácticas de buen manejo de los residuos, contribuye a contrarrestar los efectos de la producción lineal de las industrias y fábricas, además concientiza a la población al igual que las organizaciones a disponer de manera adecuada los desechos de los productos y recursos (realizar un nuevo enfoque en los modelos de economía circular). Adicionalmente, se comprendió las diferentes propiedades técnicas que compone el neumático y los beneficios que se obtienen al realizar procesos de reciclaje y recuperación de los derivados de esta pieza. Entre las implementaciones del reciclaje del neumático en los subprocesos de la industria se encuentra: el asfalto, pavimentos, combustible y más aplicaciones.

Con este proyecto, se ilustra la capacidad de optimización y automatización cuando en el flujo de procedimientos; en este caso para actividades de reciclaje, se aplican modelos, sistemas y algoritmos tecnológicos e informáticos pertenecientes de la industria 4.0. Además, los participantes en el proceso establecen de forma más eficiente e inmediato planes de acción para realizar las correcciones en caso de presentar fallas en las diferentes secciones o secuencias de actividades, gracias a que el instrumento genera reportes gráficos y visuales que indican en tiempo real anomalías en el flujo y las estadísticas para auditoría de calidad.

El proceso de establecimiento de requerimientos funcionales y no funcionales para el desarrollo de software para el monitoreo de procesos en plantas procesadoras de neumáticos fue la base para crear una herramienta efectiva y eficiente. A través de funciones específicas del sistema, como registro de datos, investigación de procesos, gestión de inventario e informes, hemos proporcionado una estructura que satisface las necesidades

operativas y estratégicas de la empresa. Los requisitos funcionales, incluido el registro de datos, permiten que la planta recopile información crítica sobre las líneas entrantes, incluido el origen, el tipo y el tamaño. Esta evidencia es una fuente poderosa no sólo para la investigación sino también para el análisis y la toma de decisiones.

La gestión de inventario, otro aspecto importante de la función permite un control preciso de los resultados en cada etapa del proceso. Alertar cuando se producen desviaciones o escasez de inventario puede ayudarle a planificar de forma más eficaz y evitar posibles interrupciones en su flujo de trabajo.

La seguridad de la información era una prioridad para los requisitos fuera de servicio. La implementación de medidas de cifrado y control de acceso preserva la confidencialidad e integridad de los datos. Este enfoque es esencial no sólo para proteger la propiedad intelectual de la planta, sino también para cumplir con las normas de privacidad y protección de datos. La escalabilidad del sistema garantiza que el equipo pueda ampliarse para satisfacer el volumen de neumáticos reciclados a medida que la planta crece y se expande. Esta flexibilidad es esencial para la relevancia y eficacia del programa a largo plazo. Finalmente, se consideró cuidadosamente el uso de la interfaz de usuario para facilitar la aceptación del sistema por parte de los empleados. Una interfaz intuitiva y fácil de usar minimiza la curva de aprendizaje y aumenta la eficiencia operativa.

En resumen, esta cuidadosa definición de requisitos funcionales y no funcionales proporciona una forma clara y transparente de desarrollar software. La implementación exitosa de estos requisitos no solo mejorará los procesos internos de la refinería, sino que también conducirá a equipos más duraderos y flexibles que ayudarán a aumentar su estabilidad y eficiencia. Este programa no sólo agiliza las operaciones diarias, sino que también sienta las bases para la innovación y mejora continua en el futuro.

Determinar el impacto en materia de salud, de medio ambiente y de desarrollo cultural a través de la información consultada y convertir el proceso en todo un sistema integral que se acoge a las normas y a las prácticas de alcance local y nacional.

Con los datos recolectados en el desarrollo del proyecto, se logra identificar la gran problemática que genera una situación que no se controla desde sus inicios. El pleno desinterés presentado por entes gubernamentales y entidades que participan en la producción de neumáticos afectan directamente un territorio que no avanza en cultura y conciencia.

Adicional a lo anterior y teniendo en cuenta estudios donde se estima que la emisión de partículas en el aire generadas por el desgaste de los neumáticos y las pastillas de freno supera más de 1.000 veces las generadas por un tubo de escape. (Gutiérrez, 2020). Alarma significativamente la salud de los habitantes y el futuro de una ciudad.

Entre el año 2019 y el año 2021 se alcanzó en promedio una recolección de 49.961 neumáticos a través de programas de reciclaje (Castillo,2022). Teniendo en cuenta que la población en la ciudad de Bogotá para el año 2021 se contemplaba en un aproximado de 2.810.350 hogares según el Boletín EM2021. Por lo cual se deduce que el 1,7% de hogares en Bogotá, participa en la mala disposición de neumáticos desechados, esto permite deducir la necesidad de una estrategia para el correcto tratamiento de neumáticos desechados, es por esto que la viabilidad del proyecto realizado contempla grandes expectativas, dado que amplifica la posibilidad de generar una cultura con conciencia que actúe a su beneficio, resultando en una mejora para la calidad de la salud y una alternativa para el crecimiento económico en la ciudad.

A modo de cierre, al implementar un programa o software para verificar y controlar los procesos de una planta de reciclaje, en primera instancia fue una tarea indispensable medir y analizar las variables de ubicación geográfica, necesidad y problemática, flujo de actividades para el reciclaje del material, costos, actores presentes en el proceso, mapa de ruteo y construir el modelo de negocio sostenible e integrando tecnologías para optimizar la gestión de comercialización de los derivados del neumático. Seguidamente de realizar el bosquejo completo, el equipo de este proyecto programa un software que integra un sistema de análisis para detectar y evidenciar fallas en la calidad del producto, debido a que bajo las circunstancias se puede presentar problemas en la cadena de producción (reciclaje), el cual

evidencio el impacto que tiene la tecnología en las actividades de la industria que son poco constituidas por la inteligencia artificial y virtualidad.

### **Anexos.**

[https://universidadeaneducomy.sharepoint.com/:f/g/personal/presig02389\\_universidadean\\_edu\\_co/EiYYvqnD9g1LvZC5IKhba8ABDoPOLEvc5BWCzitNj8JdNg?e=ksIv86](https://universidadeaneducomy.sharepoint.com/:f/g/personal/presig02389_universidadean_edu_co/EiYYvqnD9g1LvZC5IKhba8ABDoPOLEvc5BWCzitNj8JdNg?e=ksIv86)

### **Referencias Bibliográficas.**

BESTON (s.f.). Trituradoras de llantas. BESTON ECO GRUPO.

<https://www.bestoneco.com/trituradoras-de-llantas/>

Borrero, N. (14 de enero de 2020). AUTOLLA. Obtenido de Reciclaje de llantas ¿Mil años de contaminación, o mil productos nuevos?

<https://acortar.link/KrydD1>

Castillo, A. (28 de febrero de 2022). *Así se libra Bogotá de la pesadilla de las llantas*. El tiempo.

Recuperado de <https://www.eltiempo.com/bogota/bogota-que-hacen-con-las-llantas-que-se-botan-a-la-basura-654741>

Colombia Potencia de la Vida. Guía Metodológica para la correcta Gestión y Aprovechamiento de Llantas (14 de noviembre 2023). Biblioteca Digital Cámara de Comercio de Bogotá.

<https://bibliotecadigital.ccb.org.co/items/50d36934-cda8-4d7d-b29d-6126be436a03>

Colombia Potencia de la Vida. (2022). Procesos, uso y beneficios del rencauche.

Recuperado de: [https://www.dnp.gov.co/Prensa\\_/Podcast/Paginas/plan-nacional-de-desarrollo-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.aspx](https://www.dnp.gov.co/Prensa_/Podcast/Paginas/plan-nacional-de-desarrollo-colombia-potencia-mundial-de-la-vida.aspx)

Compromiso RSE Custommedia, (03 de abril 2014), Del Neumático Se Aprovecha Todo.

<https://www.compromisorse.com/mas-acciones-rse/medio-ambiente/pagina/3/>

Concejo de Bogotá (27 de enero de 2022), Concejo. Mal estado de la malla vial: Un problema sin aparente solución

<https://concejodebogota.gov.co/mal-estado-de-la-malla-vial-un-problemasin-aparente-solucion/cbogota/2022-01-27/155505.php>

Constitución política de Colombia. (1991). Artículo 79 y artículo 80

<https://colombia.justia.com/nacionales/constitucion-politica-de-colombia/titulo-ii/capitulo-3/>

Encuentra tu inmueble ideal (s.f.). metro cuadrado.com.

Recuperado de <https://www.metrocuadrado.com/>

Eco Green. (2021). Impactos ambientales de la eliminación de llantas de desecho.

Recuperado de: <https://ecogreenequipment.com/es/environmental-impacts-of-waste-tire-disposal/>

EFE, (23 julio 2016). PERIODICO EL TIEMPO. Cerrejón Inaugura Primera Planta de Reciclaje de Neumáticos.

<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-16651878>

Gutiérrez, D. (23 de marzo de 2020). *La contaminación por el desgaste de neumáticos es mucho peor que los gases de escape, según un estudio*. Coches Eléctricos. Recuperado de

[https://www.hibridosyelectricos.com/coches/contaminacion-desgaste-neumaticos-emite-1000-veces-mas-particulas-gases-escape\\_33742\\_102.html](https://www.hibridosyelectricos.com/coches/contaminacion-desgaste-neumaticos-emite-1000-veces-mas-particulas-gases-escape_33742_102.html)

La República (10 julio 2023). ¿Cómo están las tasas de interés para empresas que buscan microcrédito estos días?.

<https://www.larepublica.co/finanzas/asi-comenzo-el-semester-para-las-tasas-de-los-creditos-a-empresas-segun-su-tamano-3654916>

Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible. (2017, Julio, 6). Resolución no 1326

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/resolucion-1326-de-2017.pdf>

Ministerio de Salud Perú. (2014). Recomendaciones ante incendio generado en depósito de llantas en San Martín de Porres. Lima. Recuperado de:

<http://www.digesa.minsa.gob.pe/noticias/Julio2014/nota117.asp>

Ministerio de Trabajo (s.f.). \$ 1.160.000 será el salario mínimo para 2023 y auxilio de transporte por \$ 140.606.

<https://www.mintrabajo.gov.co/prensa/comunicados/2022/diciembre/-1.160.000-ser%C3%A1-el-salario-minimo-para-2023-y-auxilio-de-transporte-por-140.606#:~:text=%2D%20El%20presidente%20de%20la%20Rep%C3%BAblica,%25%2C%20ubic%C3%A1ndose%20en%20%24140.606.>

MongoDB Pricing (s.f). MongoDB.

<https://www.mongodb.com/es/pricing>

Motorpasion, (18 de enero de 2017), MOTORPASION. ¿Cómo afectan los neumáticos de nuestro coche al medio ambiente?

<https://www.motorpasion.com/continentalvisionzero/como-afectan-los-neumaticos-de-nuestro-coche-al-medio-ambiente>

País circular. (2023). Pirólisis, una alternativa para el reciclaje de neumáticos en el marco de la Ley RE. Recuperado de

[https://www.paiscircular.cl/empresa-e-innovacion/pirolisis-una-alternativa-para-el-reciclaje-de-neumaticos-en-el-marco-de-la-ley-rep/#:~:text=e%20Innovaci%C3%B3n%20%2F%20Valorizaci%C3%B3n,Pir%C3%B3lisis%2C%20una%20alternativa%20para%20el%20reciclaje%20de%20neum%C3%A1ticos%20en%20el,fuera%20de%20uso%20\(NFU\).](https://www.paiscircular.cl/empresa-e-innovacion/pirolisis-una-alternativa-para-el-reciclaje-de-neumaticos-en-el-marco-de-la-ley-rep/#:~:text=e%20Innovaci%C3%B3n%20%2F%20Valorizaci%C3%B3n,Pir%C3%B3lisis%2C%20una%20alternativa%20para%20el%20reciclaje%20de%20neum%C3%A1ticos%20en%20el,fuera%20de%20uso%20(NFU).)

Google Maps (s.f). Mapa Mosquera. Obtenido de:

[https://www.google.com/maps/place/Mosquera,+Cundinamarca/data=!4m2!3m1!1s0x8e3f77f0ada00867:0x43a976bf25ba6640?sa=X&ved=2ahUKEwiFl\\_ScPmCAxWBSTABHQmgBxQQ8gF6BAgWEAAReencauche economía y sostenibilidad - Revista Autocrash - CesviColombia Reencauche - Automundial](https://www.google.com/maps/place/Mosquera,+Cundinamarca/data=!4m2!3m1!1s0x8e3f77f0ada00867:0x43a976bf25ba6640?sa=X&ved=2ahUKEwiFl_ScPmCAxWBSTABHQmgBxQQ8gF6BAgWEAAReencauche economía y sostenibilidad - Revista Autocrash - CesviColombia Reencauche - Automundial)

Régimen Legal de Bogotá D.C. Decreto 442 de 2015 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=63644>

Renoboy (4 de noviembre 2020), Artículo Economía Circular en la Industria del Reencauche

<https://renoboy.com/economia-circular-en-la-industria-del-reencauche/>

Revista Autocrash (27 de Julio 2016) Colombia se inunda en llantas usadas- CesviColombia

<https://www.revistaautocrash.com/colombia-se-inunda-llantas-usadas/>

Ruedata (6 de noviembre 2023), ¿Conoces las ventajas de Usar un Software que Administre y Gestione tus Llantas?

<https://ruedata.com/conoces-las-ventajas-de-usar-un-software-que-administre-y-gestione-tus-llantas/>

Secretaria Jurídica Distrital. (noviembre 2023) Resolución 2346 de 2007. Ministerio de la Protección Social.

<https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=25815>

Semana. (2021, abril). En Colombia, cada año 950.000 llantas usadas van a parar a la basura. Economía.

<https://www.semana.com/economia/inversionistas/articulo/en-colombia-cada-ano-950000-llantas-usadas-van-a-parar-a-la-basura/202129/>

The leading B2B ecommerce platform for global trade (s.f.). Alibaba.com.

<https://www.alibaba.com/>

VIA MICHELIN (s.f). [Página web sobre localización de Funza Cundinamarca]. Michelin.

[https://www.viamichelin.es/web/Mapas-Planos/Mapa\\_Plano-Funza-\\_Cundinamarca-Colombia.](https://www.viamichelin.es/web/Mapas-Planos/Mapa_Plano-Funza-_Cundinamarca-Colombia.)

Vilet, V, (21 de diciembre 2021) GTA AMBIENTAL. Las ventajas del Reciclaje de llantas y como nos beneficia.

<https://gtaambiental.com/ventajas-reciclaje-llantas/>

