



EcoNorte

“Modelo de reciclaje de llantas usadas mediante trituración mecánica para aplicaciones sostenibles en Cúcuta y Norte de Santander”

“Modelo de reciclaje de llantas usadas mediante trituración mecánica para aplicaciones sostenibles en Cúcuta y Norte de Santander”

Juan Carlos Ávila Rivera

Jaime Alexander Monsalve Cárdenas

Fabián Audul Salamanca Rodríguez

Trabajo de grado presentado como requisito para optar al título de:
Magister en Gerencia de Proyectos

Director:

Edgar Felipe Afanador

Modalidad:

Innovación educativa
“Business case”

Universidad EAN

Facultad

Diplomado en Innovación

Bogotá D.C, Colombia

04/11/2025

Agradecimientos

Resumen.

EcoNorte es una iniciativa ecológica que propone el reciclaje de llantas usadas en Cúcuta y Norte de Santander mediante un proceso de trituración o molido mecánico se obtiene grumilla, entre sus aplicaciones se destacan la elaboración de pisos sintéticos, placas huella, asfaltos, mobiliario, materas y calzado industrial. El proyecto se enmarca en la economía circular y busca generar soluciones sostenibles para comunidades académicas y sectores productivos.

La propuesta de EcoNorte surge como respuesta urgente a la creciente problemática ambiental que afecta a Cúcuta y al departamento de Norte de Santander. La acumulación descontrolada de llantas usadas en calles, parques, alcantarillas y cuerpos de agua ha generado un escenario de contaminación desbordada, con impactos negativos en la salud pública al paisaje urbano y entornos sociales como parques y centros deportivos.

Además, se evidencia una falta de gestión y articulación entre los actores clave, entidades públicas como alcaldías, gobernación y el sector privado, como almacenes y distribuidores de llantas. Esta desconexión ha impedido el desarrollo de campañas de concientización y programas de recolección que frenen la proliferación de residuos contaminantes.

Ante este panorama, EcoNorte plantea una alternativa innovadora basada en la economía circular, que transforma un residuo contaminante en materia prima. Su implementación permitirá reducir el impacto ambiental, generar empleo y fortalecer la cultura de reciclaje en el territorio.

Es un caso de negocio basado en el aprovechamiento de la llanta para convertirla en caucho molido. La propuesta se fundamenta en las aplicaciones realizadas en otras regiones como

Bogotá y Medellín del cual se tienen casos exitosos documentados y productivos, donde sobresalen los siguientes aspectos:

- Viabilidad técnica comprobada y alto impacto ambiental positivo
- Generación de empleo verde y fortalecimiento de capacidades locales
- Identificación de aliados estratégicos y rutas de implementación claras
- Consolidación de EcoNorte como referente regional en reciclaje y sostenibilidad

EcoNorte es una alternativa innovadora que transforma un problema ambiental en una oportunidad de desarrollo regional. El proyecto está listo para avanzar hacia su fase piloto y consolidación comercial, promoviendo la economía circular, la gestión responsable de residuos y el crecimiento sostenible en Cúcuta y municipios de Norte de Santander.

Palabras clave: Grumilla, trituración, economía circular, placa huella, reencauche de piso asfáltico

Contenido

Objetivos	10
1. Objetivo General.....	10
1.1 Objetivos Específicos.....	10
1.2 Visión General del Proyecto	11
1.3 Propuesta de valor única	13
1.4 Contexto y desafío de innovación.....	13
1.5 Análisis del ecosistema de innovación del sector y de la solución propuesta	14
1.6 Entendimiento de las necesidades del área y/o unidad de negocio (Diagnóstico interno)	15
1.7 Mapa de empatía del cliente/usuario.....	15
1.8 Definición del problema utilizando "How Might We" (HMW)	16
2. Solución Innovadora.....	17
2.1 Solución innovadora	17
2.2 Descripción de la solución (storyboard)	18
2.3. Prototipo conceptual (imágenes o modelo 3D)	19
2.4. Propuesta de experiencia del usuario (journey map)	20
3. Análisis de mercado y competencia.....	23
3.1. Análisis de tendencias emergentes y tecnologías disruptivas.....	23
3.2. Mapa de posicionamiento de innovación.....	24
3.3. Análisis de competidores y potenciales colaboradores.....	25
4. Plan de implementación bajo metodologías ágiles.....	27
4.1. Roadmap de innovación.....	27
4.2. Metodología de desarrollo	30
4.2.1 Design thinking	31
4.2.2 Lean Startup	31
4.2.3 Herramientas de apoyo:.....	31
4.3. Equipo y recursos necesarios	32
4.3.1 Recursos técnicos y logísticos requeridos:	33

5. Análisis Financiero.....	33
5.1 Proyecciones financieras y ROI de innovación	33
5.2. Análisis de escenarios:.....	34
5.2.1 Caso más probable.....	35
5.2.2 Caso peor escenario	36
5.3. Impacto social y ambiental	37
5.3.1 Impacto social directo en la región	38
5.3.2. Inclusión social y fortalecimiento comunitario	38
• La coordinación y participación comunitaria mediante juntas de acción comunal, cooperativas y centros educativos fortalece el tejido social y propicia la apropiación del proyecto por parte de la comunidad.	38
5.3.3. Educación ambiental y cultura ciudadana	38
5.3.4 Beneficios ambientales con impacto social	39
5.3.5. Protección de fuentes hídricas y suelos	39
5.3.6. Contribución a la economía circular	39
5.4 Modelos sostenibles y su impacto ambiental en Colombia	40
5.4.1 Enfoque territorial: Cúcuta y Norte de Santander.....	40
5.4.2 Fundamentos del modelo	41
5.4.3 Sostenibilidad en el tiempo	41
6. Gestión de riesgos y oportunidades.....	42
6.1. Matriz de riesgos y estrategias de mitigación	42
6.2 Análisis de pivote.....	44
6.3. Oportunidades de escalabilidad y crecimiento futuro.....	45
6.4 ANÁLISIS DOFA	46
Métricas de éxito y KPIs de Innovación	48
7.1. OKRs (Objectives and Key Results) del proyecto.....	48
7.2. Métricas de innovación (ej. tasa de adopción, NPS)	49
7.3. Plan de medición y evaluación continua.....	49
8. Plan de gestión del cambio y adopción y retroalimentación por parte de los interesados	49
8.1. plan de gestión del cambio y adopción	49
8.2. retroalimentación por parte de los stakeholders.....	50
8.3. Plan de capacitación y desarrollo de competencias	51

9. Conclusiones y próximos pasos.....	52
9.1. Resumen de puntos clave.....	52
9.2. Llamado a la acción.....	52
9.3. Visión a largo plazo y potencial de transformación.....	52
10. Apéndices.....	53
10.1. Detalles técnicos adicionales.....	53
10.2. Investigación de mercado detallada.....	53
10.3. Perfiles del equipo de innovación.....	53
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	55

TABLA DE IMÁGENES:

Ilustración 1. Infografía EcoNorte.....	12
Ilustración 2. Mapa de Empatía.....	16
Ilustración 3. Proceso transformación del caucho.....	19
Ilustración 4. Ciclo de vida del cliente.....	20
Ilustración 5. Camino hacia la GESTIÓN SOSTENIBLE.....	22
Ilustración 6. Mapa de posicionamiento en Innovación.....	24
Ilustración 7. Matriz de Interesados.....	26
Ilustración 8. Roadmap de Innovación para la transformación.....	28
Ilustración 9. Ciclo de metodologías de diseño.....	30
Ilustración 10. Estados financieros, proyección 24 meses.....	34
Ilustración 11. Roi, proyección 24 meses.....	34
Ilustración 12. Estados financieros 18 meses.....	35
Ilustración 13. Roi proyección 18 meses.....	35
Ilustración 14. Estados financieros proyección 6 meses.....	36
Ilustración 15. Roi proyección 6 meses.....	36

CONTENIDO DE TABLAS:

Tabla 1. Roles de Innovación.....	32
Tabla 2. Riesgos operativos	42
Tabla 3. Análisis de pivote.....	45
Tabla 4. Análisis DOFA	47
Tabla 5. Análisis de metricas	48
Tabla 6. análisis de niveles de competencias.....	51
Tabla 7. Perfiles equipo econorte.....	54

Objetivos

1. Objetivo General

Contribuir al cuidado del medio ambiente y al bienestar de la comunidad de Cúcuta y Norte de Santander, a través de la implementación de un modelo sostenible de reciclaje de llantas usadas liderado por FUDOC (Fundación Para El Desarrollo Del Oriente Colombiano) que transforme estos residuos en nuevas oportunidades de desarrollo, fomente la economía circular y promueva una cultura ambiental responsable en alianza con la Alcaldía y los actores locales.

1.1 Objetivos Específicos

- Comprender la realidad local frente al manejo de las llantas usadas, identificando las principales problemáticas ambientales y sociales, así como las oportunidades de mejora en la gestión de estos residuos.
- Implementar un proceso de reciclaje transparente y responsable, que permita transformar las llantas en grumilla y convertir ese material en productos útiles y sostenibles para la comunidad, como pisos ecológicos, placas huella o mobiliario urbano.
- Impulsar la educación y la conciencia ambiental, motivando a las personas a participar en acciones de reciclaje, cuidado del entorno y consumo responsable, fortaleciendo el sentido de pertenencia por su ciudad.
- Generar empleo digno y oportunidades verdes, priorizando la participación de habitantes locales en las diferentes etapas del proyecto, especialmente en labores de recolección, transformación y distribución de los productos reciclados.

- Fortalecer el trabajo colaborativo entre FUDOC, la Alcaldía, las empresas y la comunidad, promoviendo un modelo de gestión compartida y sostenible que garantice la continuidad del proyecto a largo plazo.
- Demostrar que el cambio es posible, convirtiendo un problema ambiental en una fuente de desarrollo, orgullo y esperanza para la región.

1.2 Visión General del Proyecto

EcoNorte es un proyecto ecológico en Cúcuta y Norte de Santander que se encarga de triturar llantas usadas con maquinaria especializada. Su meta es convertir este material en materia prima, la cual es empleada para la realización de pisos sintéticos, placas huella, mobiliario urbano, materas, calzado industrial y asfalto. Este modelo de negocio es financiado inicialmente por FUDOC (Fundación Para El Desarrollo Del Oriente Colombiano), es una entidad sin ánimo de lucro creada por Termotasajero.

ILUSTRACIÓN 1. INFOGRAFÍA ECONORTE

Figura 1. Infografía EcoNorte



Fuente: Elaboración propia, basado en Min Ambiente 2023, El Impacto Ambiental del Reciclaje de Llantas en Colombia.

1.3 Propuesta de valor única

EcoNorte transforma llantas usadas en grumilla para soluciones ecológicas en infraestructura, diseño urbano y productos industriales. Utiliza procesos mecánicos eficientes y colabora con actores locales, apostando por la economía circular.

- Se genera un impacto ambiental positivo al disminuir de manera significativa los residuos contaminantes y contribuir a la recuperación de espacios urbanos.
- Productos resistentes, funcionales y versátiles aptos para parques, caminos, mobiliario urbano o calzado.
- La organización mantiene un compromiso sólido con Norte de Santander y cuenta con estrategias definidas para crecer en otras regiones.
- Modelo de negocio sostenible, viable, rentable y generador de empleos verdes.
- Innovación circular, convertir residuos en materias primas útiles.
- EcoNorte recicla llantas y transforma el caucho en oportunidades sociales, económicas y ambientales.

1.4 Contexto y desafío de innovación

En Cúcuta, la gestión de las llantas usadas representa un desafío ambiental importante para el municipio y la región, ya que no se tiene datos oficiales fiables de un ente gubernamental tanto local como nacional que haga un seguimiento a esta problemática. A esto se suma la falta de una cultura, ya que se ha observado que tanto los propietarios de vehículos como algunos talleres o servitecas ven como solución dejar abandonadas las llantas en cuanto sitio sea posible para salir de su problema, sin que exista algún tipo de acción legal para este tipo de ciudadanos. Ya que la resolución Resolución 1326 de 2017 considera que las llantas no son consideradas como un residuo peligroso y por lo tanto el gobierno local no ha emitido alguna

norma o ley que exija el buen uso y acopio de las llantas. Dadas la actual problemática vivida en la ciudad y los demás municipios del departamento, EcoNorte plantea un caso de negocio que de implementarse exitosamente con las entidades público y privadas pueden ayudar a beneficiar a la comunidad, evitando focos contaminantes y de proliferación de enfermedades tropicales por los zancudos y de puntos de contaminación visual en sitios públicos como parques, calles, barrios que tanto afectan a la comunidad. Se espera que Econorte sea el punto de partida para toda la comunidad y para este tipo de casos de negocios ecológicos y sostenibles que tanto benefician a la población de Cúcuta y Norte de Santander.

1.5 Análisis del ecosistema de innovación del sector y de la solución propuesta

En Cúcuta y la región, el reciclaje de llantas es limitado y generalmente informal, con prácticas como almacenamiento o quema ilegal. No hay políticas locales fuertes que fomenten su reutilización. Sectores como construcción, transporte y deporte exploran opciones sostenibles, como la grumilla de caucho.

En el ámbito nacional, Colombia cuenta con normativas de responsabilidad extendida del productor (REP), pero su implementación es limitada en ciudades intermedias.

Existe la oportunidad de transformar residuos contaminantes en recursos útiles, mediante un modelo local de economía circular que involucre talleres, empresas de transporte público y privado. Esto permitiría a la ciudad de Cúcuta y el departamento a destacarse en gestión sostenible de residuos.

Para este caso de negocio se cuenta con el apoyo de FUDOC, el cual es una fundación sin ánimo de lucro comprometida con el desarrollo del oriente colombiano, creada por

Termotasajero y tiene como fin el compromiso con el medio ambiente y el acompañamiento y labor social en comunidades e instituciones para el desarrollo sostenible de los territorios aportando inversión y recursos para mejorar las comunidades.

1.6 Entendimiento de las necesidades del área y/o unidad de negocio (Diagnóstico interno)

- Área ambiental municipal: Busca soluciones para evitar acumulación de llantas en espacios públicos.
- Talleres mecánicos y montallantas: Necesitan opciones legales, económicas y prácticas para desechar llantas usadas.
- Sector construcción y deportivo: Solicita materiales innovadores, sostenibles y asequibles para proyectos como pavimento, canchas y calzado industrial y agrario.

1.6 Mapa de empatía del cliente/usuario

Usuario principal: Entidades públicas, secretarías de deportes, Colegios, fábricas de botas y demás empresas de manufactura de caucho que comprarían grumilla.

La información suministrada en este mapa de empatía fue suministrada mediante la aplicación de encuesta con la ayuda la fundación para el desarrollo del Oriente Colombiano (FUDOC) aplicada en las reuniones de bienestar social en la comunidad de Cúcuta y algunos municipios como San Cayetano, Villa del Rosario, Tibu, Teorama y el Zulia.

ILUSTRACIÓN 2. MAPA DE EMPATÍA

Figura 2. Mapa de empatía



Fuente: Elaboración propia, basado en Porter y Kramer (2018).

1.7 Definición del problema utilizando "How Might We" (HMW)

En Cúcuta y Norte de Santander, la gestión inadecuada de llantas usadas ha conllevado a su acumulación en espacios públicos, quemas no autorizadas y disposición en rellenos sanitarios. Estas prácticas ocasionan impactos significativos en el ámbito ambiental, sanitario y social.

¿Cómo podríamos desarrollar una capacidad nueva para la transformación de llantas usadas en la ciudad de Cúcuta?

Preguntas HMW:

- ¿Cómo podríamos transformar las llantas usadas en productos útiles que generen valor económico y social para la región?
- ¿Cómo podríamos posicionar a Cúcuta como ciudad pionera en economía circular a través del reciclaje de llantas?
- ¿Cómo podríamos generar empleo verde mientras reducimos la contaminación ambiental?

2. Solución Innovadora

2.1 Solución innovadora de Econorte para la Región.

EcoNorte propone un modelo de economía circular basado en una trituradora de llantas para producir grumilla de caucho reciclado. Este material servirá como base para fabricar productos sostenibles de alto valor agregado y bajo impacto ambiental, como pisos deportivos, placas huella, mobiliario urbano, calzado industrial, tapetes y asfaltos modificados.

Esta propuesta contribuye directamente a la economía circular al generar empleos verdes, reducir la contaminación de llantas usadas y fomentar el reciclaje responsable. EcoNorte ofrece una solución sostenible e innovadora alineada con los Objetivos de Desarrollo Sostenible en producción, consumo, empleo y acción climática. La propuesta de EcoNorte aborda de manera concreta las brechas existentes en la gestión de llantas usadas en la región. Para superar la falta de acopio, se plantea la creación de centros de recolección comunitarios en alianza con entidades gubernamentales tanto local como departamental y estaciones de servicio, colegios y universidades, además de convenios con empresas de transporte y talleres de servicios mecánicos para garantizar un flujo constante de llantas hacia la planta trituradora.

Frente a la ausencia de normativa específica, EcoNorte puede liderar la conformación de una mesa técnica regional junto con autoridades ambientales y académicas, generando lineamientos que sirvan como base para futuras regulaciones y certificaciones de productos reciclados. En cuanto a la problemática de la quema ilegal de llantas, la empresa propone campañas de educación ambiental y sensibilización ciudadana, acompañadas de un sistema de incentivos económicos apoyados por las entidades comprometidas en el medio ambiente a quienes entreguen llantas en puntos autorizados. De esta manera, cada componente de la solución no solo transforma un residuo en recurso, sino que también construye un ecosistema de reciclaje responsable, sostenible y con impacto social positivo.

2.2 Descripción de la solución (storyboard)

En Cúcuta, existe un problema con el manejo de llantas usadas en vehículos, ya que no hay políticas ambientales ni centros de acopio. Proponemos un proyecto sostenible para comprar llantas por peso y reciclarlas en una planta para convertirlas en grumilla de caucho, materia prima útil para fabricar productos como tapetes, recubrimientos, techos, calles, carreteras y muebles.

El proyecto EcoNorte busca dar respuesta a esta problemática a través de un modelo sostenible que recolecta y transforma las llantas usadas. El proceso comienza con la compra de llantas a talleres y usuarios, según su peso, para luego trasladarlas a la planta procesadora donde se trituran y convierten en grumilla de caucho. Este material sirve como insumo para la fabricación de productos útiles en sectores como la construcción, infraestructura vial, urbanismo y diseño industrial.

Esta iniciativa reduce la contaminación del suelo y agua evitando la liberación de químicos del caucho. Elimina criaderos de mosquitos al retirar llantas abandonadas,

disminuyendo riesgos de enfermedades como dengue o zika. Recupera el valor económico del caucho y previene emisiones tóxicas por quema ilegal. EcoNorte convierte un residuo en una oportunidad sostenible para la región.

2.3. Prototipo conceptual (imágenes o modelo 3D)

ILUSTRACIÓN 3. PROCESO TRANSFORMACIÓN DEL CAUCHO

Figura 3. Proceso conceptual de transformación del caucho en grumilla



Fuente: Elaboración propia, basado en García y López (2022)

La ilustración representa el flujo conceptual del proceso de transformación del caucho reciclado proveniente de llantas fuera de uso. En la primera etapa, las llantas son recolectadas y sometidas a un proceso de trituración mediante una máquina que separa el caucho, del acero y de otros materiales como el nilón y fibras de algodón. En esta etapa solo se contempla el reciclaje del caucho en gran medida ya que es el material que se va a utilizar como

materia prima convertida en grumilla o pellets de caucho. Posteriormente, este material se clasifica (Grumilla, acero y fibras). El Acero es vendido a los recicladores de metal para un nuevo proceso, pero el sobrante de fibras, es empacado y llevado a terminación ya que no tiene proceso debido a su alto costo (clasificación y limpieza). Una vez obtenida la grumilla en sus diferentes tamaños, está lista para ser utilizado como materia prima en sus diferentes usos y la fabricación de productos sostenibles, como pisos deportivos, mobiliario urbano y superficies de para parques infantiles.

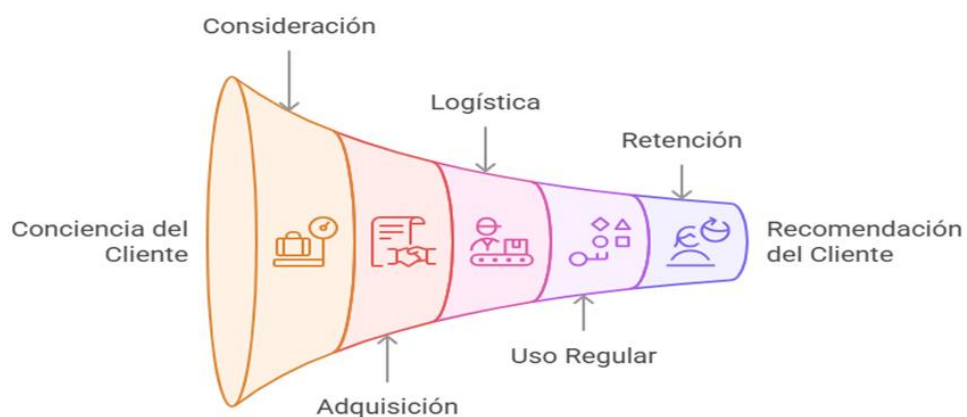
Este modelo busca promover la economía circular incentivando a los recicladores y a los propietarios a llevar las llantas a sitios de acopio para evitar la contaminación y el impacto ambiental asociado al desecho inadecuado de llantas en parques, calles, riachuelos, desagües y en cualquier sitio donde se han observado al aire libre.

2.4. Propuesta de experiencia del usuario (journey map)

ILUSTRACIÓN 4. CICLO DE VIDA DEL CLIENTE

Figura 4. Ciclo de vida del cliente de la empresa Econorte

Ciclo de Vida del Cliente de EcoNorte



Fuente: Elaboración propia, basado en Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (2023).

La ilustración presenta el ciclo de vida del cliente en una empresa especializada en la transformación de neumáticos usados en gránulos de caucho. El proceso inicia con la fase de concienciación, donde se destaca la relevancia del reciclaje y la sostenibilidad. En la etapa de consideración, los clientes evalúan las ventajas de los productos obtenidos a partir del caucho reciclado, tales como superficies deportivas, mobiliario urbano y componentes para parques. Durante la adquisición, se gestionan la venta y entrega del producto de manera eficiente, garantizando calidad y durabilidad durante su uso regular. La fase de retención se orienta al fortalecimiento de las relaciones comerciales mediante asesoría técnica y soporte posventa. Finalmente, en la etapa de recomendación, se fomenta la fidelización y la ampliación del mercado a través de testimonios positivos y experiencias sostenibles. Este esquema tiene como objetivo consolidar relaciones duraderas entre la empresa y consumidores comprometidos con la economía circular.

ILUSTRACIÓN 5. CAMINO HACIA LA GESTIÓN SOSTENIBLE

Figura 5. Camino hacia la gestión sostenible de neumáticos



Fuente: Elaboración propia, basado en Kotler y Keller (2021)

La ilustración muestra el recorrido estratégico de EcoNorte hacia una gestión sostenible de los neumáticos fuera de uso, integrando los principios de la economía circular y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El proceso inicia con la conciencia, donde se promueve la responsabilidad ambiental frente a la disposición de llantas usadas (ODS 12). En la fase de consideración, se resalta el impacto positivo de la acción climática (ODS 13) y la reducción de residuos mediante la trituración de caucho. Luego, en la adquisición, se consolida la alianza con clientes y proveedores para fortalecer cadenas sostenibles (ODS 17). Durante el uso regular, la empresa garantiza productos de alta calidad y durabilidad, fomentando la innovación en materiales reciclados (ODS 9). En las etapas de retención y recomendación,

EcoNorte impulsa la fidelización del cliente y la promoción de prácticas responsables en nuevos mercados (ODS 8 y 12). Este enfoque refuerza el compromiso de la empresa con el desarrollo sostenible y la creación de valor ambiental y social.

3. Análisis de mercado y competencia

3.1. Análisis de tendencias emergentes y tecnologías disruptivas

La economía circular está creciendo constantemente en todo el mundo, impulsada por políticas públicas y normas como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP), que exigen a las empresas gestionar todo el ciclo de vida de sus productos. En este escenario, reciclar neumáticos representa una oportunidad estratégica para avanzar hacia modelos de producción más sostenibles.

Entre las principales tendencias y tecnologías que fortalecen el modelo de EcoNorte destacan:

- El incremento en la demanda de materiales sostenibles dentro de los sectores de construcción e infraestructura resulta evidente.
- La expansión del uso de asfaltos modificados con caucho reciclado, una práctica ya consolidada en países como Estados Unidos, México y Brasil.
- Los avances tecnológicos en sistemas de trituración, separación y clasificación de los diferentes componentes de la llanta (acero, fibra y caucho), que hacen el reciclaje más eficiente.
- Crecen el interés de empresas y gobiernos locales en soluciones de bajo impacto ambiental y alto valor social.

Estas tendencias respaldan la viabilidad técnica y comercial de EcoNorte, posicionando su propuesta como una alternativa moderna y alineada con los principios de la innovación verde

3.2. Mapa de posicionamiento de innovación

ILUSTRACIÓN 6. MAPA DE POSICIONAMIENTO EN INNOVACIÓN

Figura 6. Mapa de posicionamiento en innovación y sostenibilidad del sector de reciclaje de caucho



Fuente: Elaboración propia, basado en Porter y Kramer (2019).

La gráfica se elaboró utilizando una matriz multicriterio que evalúa a los actores del reciclaje de caucho en base a dos dimensiones clave: sostenibilidad (en línea con los ODS 12 y 8) e innovación tecnológica. Cada organización recibió una calificación en una escala del 0 al 10, aplicando criterios específicos. En el eje de sostenibilidad, se consideraron aspectos como la

gestión ambiental de los residuos, el porcentaje de aprovechamiento del material, la creación de empleos verdes, el cumplimiento de normativas (como la Resolución 1326 de 2017) y el grado de integración en modelos de economía circular. Por otro lado, en el eje de innovación, se evaluaron el nivel tecnológico de la maquinaria utilizada, la formalización y estandarización de los procesos, el grado de desarrollo o diferenciación (I+D), y la existencia de colaboraciones con actores industriales o académicos. Los puntajes obtenidos en ambos ejes se representaron en un plano cartesiano, lo que permite visualizar la posición relativa de cada actor y resaltar las diferencias en su desempeño ambiental y tecnológico.

3.3. Análisis de competidores y potenciales colaboradores

En Colombia, algunas empresas en Bogotá y Medellín reciclan llantas para fabricar pisos, asfaltos y mobiliario urbano, pero en Cúcuta y Norte de Santander no existe ninguna formalmente. Esto abre una oportunidad para que EcoNorte lidere la región. Sus competidores indirectos son bodegas informales y grupos que queman o acumulan llantas ilegalmente, actividades contaminantes y sin beneficios económicos o ambientales.

EcoNorte cuenta con el apoyo de entidades como la Gobernación y alcaldías interesadas en la gestión ambiental, empresas del sector construcción y transporte que usan materiales reciclados, universidades regionales con capacidad de investigación y comunidades que pueden ayudar en la recolección de llantas y campañas. Este entorno colaborativo fortalece la propuesta de EcoNorte e incrementa su impacto económico, social y ambiental.

ILUSTRACIÓN 7. MATRIZ DE INTERESADOS

Figura 7 Matriz de interesados



Fuente: Elaboración propia, basado en Project Management Institute (2021)

La matriz de interesados del proyecto identifica entidades gubernamentales como Alcaldías y Gobernación como actores clave con alto poder e interés, influyendo directamente en su aprobación.

- Universidades y empresas de construcción tienen alto poder, pero menor interés; pueden aportar conocimiento técnico y alianzas.
- ONG ambientales y comunidades locales poseen bajo poder, pero alto interés, enfocándose en los beneficios ecológicos y sociales.
- El sector privado tiene bajo poder e interés.

Esta herramienta de muestra orienta el ejercicio a crear estrategias de comunicación y gestión para lograr mayor colaboración en el proyecto en todos los sectores, aunque están en puntos distintos de interés no están involucrados directamente a generar un plan ecológico y sostenible que aporte a la ciudad y el departamento.

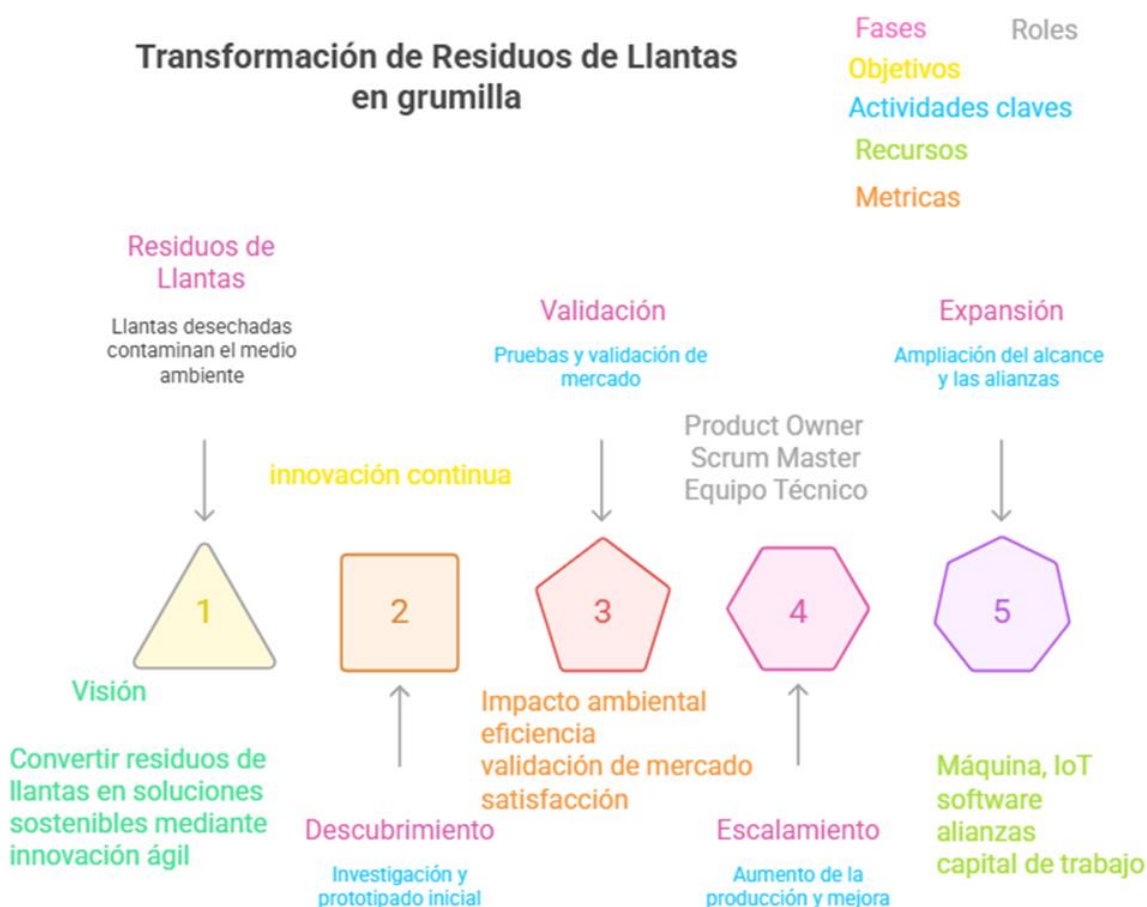
4. Plan de implementación bajo metodologías ágiles

4.1. Roadmap de innovación

El roadmap de innovación establece las etapas y hitos del proyecto para un año, distribuidos por trimestres. Cada fase incluye actividades para aprender, validar y escalar el modelo de negocio sostenible.

ILUSTRACIÓN 8. ROADMAP DE INNOVACIÓN PARA LA TRANSFORMACIÓN

Figura 8. Roadmap de innovación para la transformación de residuos de llantas en grumilla



Fuente: Elaboración propia, basado en Blank y Dorf (2012)

El roadmap de innovación para transformar residuos de llantas en grumilla de caucho se compone de cinco fases estratégicas durante un año. Primero se define el propósito sostenible; luego se investiga y valida el potencial técnico y económico. La validación incluye impactos ambientales y aceptación de mercado. El escalamiento desarrolla el prototipo y consolida el modelo de negocio. Por último, la expansión integra tecnologías IoT y alianzas para aumentar la producción, guiando el proyecto hacia el crecimiento ágil y sostenible.

Fase 1. Descubrimiento e Ideación (Q1)

Durante esta etapa, se busca entender el mercado del caucho reciclado, los actores involucrados y las oportunidades de valor. Se realizarán análisis de mercado, benchmarking de competidores, identificación de clientes potenciales (como constructoras, empresas de asfaltado y fabricantes de pisos y canchas sintéticas) y se definirá la propuesta de valor sostenible.

Entregable: Mapa de valor del cliente y propuesta de valor.

Fase 2. Validación y Prototipado (Q2)

El objetivo aquí es validar las hipótesis del modelo de negocio y desarrollar prototipos de productos derivados de la grumilla. Se emplearán metodologías como Lean Startup y Design Sprint para crear y probar versiones iniciales de productos o empaques.

Entregable: Producto mínimo viable (PMV) validado con usuarios reales.

Fase 3. Escalamiento Operativo (Q3)

En esta fase se optimizará la capacidad operativa y la eficiencia de la máquina trituradora, implementando indicadores de desempeño (KPIs y OKR) y herramientas tecnológicas, como sistemas IoT para monitorear la producción. Además, se establecerán alianzas logísticas para la recolección y transporte de llantas.

Entregable: Sistema de producción escalable y trazable.

Fase 4. Expansión e Innovación Continua (Q4)

La etapa final busca consolidar una cultura de innovación dentro de la empresa, basada en la retroalimentación constante de los clientes y en la evaluación del impacto ambiental y social. A partir de los resultados, se generarán nuevas líneas de innovación, desarrollando productos con grumilla reciclada para distintos sectores.

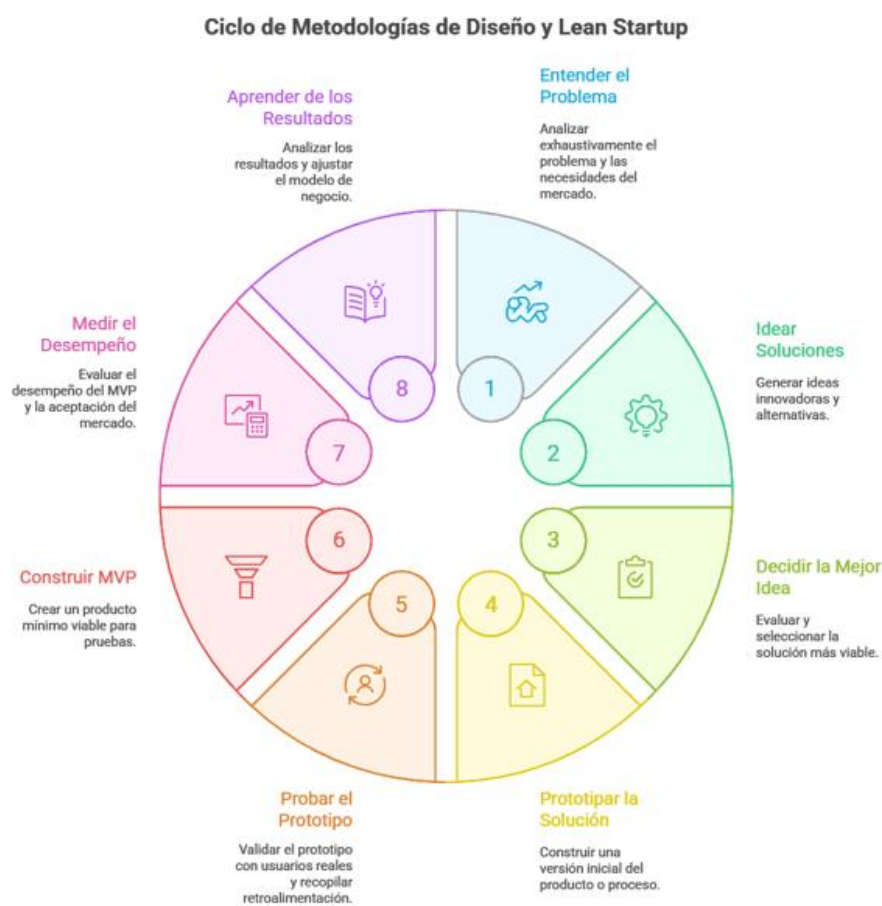
Entregable: Informe de impacto e iniciativas de innovación continua.

4.2. Metodología de desarrollo

Para el desarrollo e implementación del proyecto se propone la combinación de las metodologías Design Sprint y Lean Startup, integradas en un marco ágil tipo Scrum o Kanban, que faciliten la colaboración, la experimentación y la adaptación al cambio.

ILUSTRACIÓN 9. CICLO DE METODOLOGÍAS DE DISEÑO

Figura 9. Ciclo de metodologías de diseño y lean startup



Fuente: Elaboración propia, basado en Ries (2011), Brown (2009)

4.2.1 Design thinking

Esta metodología permite resolver problemas complejos y validar ideas en corto tiempo. Se propone un ciclo de trabajo adaptable de cinco días o dos semanas, con las siguientes etapas:

- Entender: Analizar el problema y las necesidades del mercado del caucho reciclado.
- Idear: Generar múltiples soluciones y alternativas innovadoras.
- Decidir: Seleccionar la idea más viable y sostenible.
- Prototipar: Construir una versión inicial del producto o proceso mejorado.
- Probar: Validar el prototipo con usuarios reales y recopilar retroalimentación.

4.2.2 Lean Startup

Esta metodología se aplicará de forma complementaria para desarrollar y validar el modelo de negocio sostenible, mediante ciclos de aprendizaje iterativo:

- Construir: Crear un producto mínimo viable o prototipo funcional.
- Medir: Evaluar su desempeño y aceptación en el mercado.
- Aprender: Ajustar el modelo o el proceso productivo según los resultados obtenidos.

4.2.3 Herramientas de apoyo

- Trello o Jira para la gestión ágil de tareas.
- Miro o Figma para sesiones de ideación colaborativa.
- Google Forms o entrevistas para validación de hipótesis.
- Modelos Canvas para estructurar la propuesta de valor y la sostenibilidad del negocio.

4.3. Equipo y recursos necesarios

Para garantizar la implementación ágil y exitosa del proyecto, se conformará un equipo interdisciplinario con roles claramente definidos, orientado a la innovación y la sostenibilidad.

TABLA 1. ROLES DE INNOVACIÓN

Tabla 1 Cuadro Roles de innovación

Rol	Responsabilidades Principales	Perfil / Recursos
Product Owner (Líder de Innovación)	Define la visión del producto, prioriza el backlog, valida entregables y alinea la innovación con la estrategia de sostenibilidad.	Profesional con experiencia en gestión de proyectos sostenibles o innovación.
Scrum Master / Facilitador Ágil	Coordina el proceso ágil, organiza reuniones de seguimiento, elimina obstáculos y promueve la mejora continua.	Experto en metodologías ágiles y liderazgo de equipos.
Equipo Técnico de Producción	Opera y mantiene la máquina trituradora, controla la calidad del material y asegura la trazabilidad del proceso.	Técnicos mecánicos o ingenieros industriales.
Diseñador de Producto Sostenible	Desarrolla nuevos productos derivados de la grumilla (baldosas, mezclas para asfalto, etc.).	Diseñador industrial o ingeniero ambiental.
Analista de Mercado y Sostenibilidad	Investiga tendencias de mercado, evalúa impacto ambiental y social, y propone mejoras en el modelo de negocio.	Administrador, economista o ingeniero ambiental.

Aliados Externos	Participan en el acopio de llantas, transporte o comercialización del producto final.	Convenios con proveedores y clientes estratégicos.
-------------------------	---	--

Fuente: Elaboración propia, basado Project Management Institute (2021) y Highsmith (2010)

4.3.1 Recursos técnicos y logísticos requeridos.

- Máquina trituradora y clasificadora de caucho.
- Sensores o sistemas IoT para monitoreo de operación.
- Software de gestión ágil y CRM.
- Espacio físico destinado a talleres de ideación y pruebas piloto.

La aplicación de metodologías ágiles en la implementación de la máquina trituradora de llantas permite gestionar el proyecto de manera dinámica, priorizando el aprendizaje continuo, la colaboración multidisciplinaria y la creación de valor sostenible. Este enfoque no solo optimiza los recursos técnicos y humanos, sino que también impulsa la innovación en el aprovechamiento de residuos sólidos, contribuyendo al desarrollo de una economía circular y responsable.

5. Análisis Financiero

5.1 Proyecciones financieras y ROI de innovación

A continuación, se detalla el análisis financiero para el caso de negocio EcoNorte proyectada a 24 meses siendo este el mejor caso, en todos los casos se contempla la adquisición de la máquina trituradora y adecuación de la planta por un valor de \$116.780.938.

ILUSTRACIÓN 10. ESTADOS FINANCIEROS, PROYECCIÓN 24 MESES

Figura 10 Estados financieros, caso de negocio, proyección a 24 meses

ESTADOS FINANCIEROS BUSINESS CASE					
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses
VENTAS	\$ 319.037.000,0	\$ 372.020.615,6	\$ 450.950.298,3	\$ 557.764.361,0	\$ 705.775.732,4
COSTO	\$ 130.182.200,0	\$ 148.838.410,3	\$ 177.653.118,6	\$ 213.467.898,4	\$ 260.896.406,1
UTILIDAD BRUTA	\$ 188.854.800,0	\$ 223.182.205,3	\$ 273.297.179,7	\$ 344.296.462,7	\$ 444.879.326,3
GASTOS ADITIVOS Y V	\$ 107.800.000,0	\$ 113.836.800,0	\$ 120.780.844,8	\$ 128.390.038,0	\$ 137.120.560,6
GASTOS FIJOS DEL PE	\$ 15.500.000,0	\$ 16.368.000,0	\$ 17.366.448,0	\$ 18.460.534,2	\$ 19.715.850,6
OTROS GASTOS	\$ 3.350.000,0	\$ 365.123,0	\$ 383.781,0	\$ 403.237,0	\$ 423.694,0
DEPRECIACIÓN	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0
UTILIDAD OPERATIVA	\$ 42.344.800,0	\$ 72.752.282,3	\$ 114.906.105,9	\$ 177.182.653,4	\$ 267.759.221,2
GASTOS FINANCIEROS	\$ 23.324.426,8	\$ 19.458.024,0	\$ 15.228.179,3	\$ 10.600.729,2	\$ 5.538.298,8
UTILIDAD ANTES DE I	\$ 19.020.373,2	\$ 53.294.258,3	\$ 99.677.926,6	\$ 166.581.924,2	\$ 262.220.922,3
IMPUESTOS	\$ 3.613.870,9	\$ 10.125.909,1	\$ 18.938.806,0	\$ 31.650.565,6	\$ 49.821.975,2
UTILIDAD NETA	\$ 15.406.502,3	\$ 43.168.349,2	\$ 80.739.120,5	\$ 134.931.358,6	\$ 212.398.947,1

Fuente: Elaboración propia, basado en simulador financiero Universidad EAN, Seminario de grado I.

ILUSTRACIÓN 11. ROI, PROYECCIÓN 24 MESES

Figura 11 ROI, caso de negocio, proyección a 24 meses

ROI = INGRESOS - COSTOS / COSTOS * 100 =					
ROI	INGRESOS	COSTOS	/COSTOS	100,00%	61,29%
	\$ 344.296.462,70	\$ 213.467.898,0	\$ 213.467.898,0		

Fuente: Elaboración propia basado en datos simulador financiero EAN

5.2. Análisis de escenarios.

En el siguiente análisis financiero se detallan los siguientes casos:

5.2.1 Caso más probable.

con una proyección de ventas limitado y una recuperación de inversión según a 18 meses:

ILUSTRACIÓN 12. ESTADOS FINANCIEROS 18 MESES

Figura 12. Estados financieros caso de negocio parte 2

ESTADOS FINANCIEROS BUSINESS CASE					
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses
VENTAS	\$ 283.392.500,0	\$ 320.351.238,2	\$ 364.580.971,8	\$ 417.878.865,7	\$ 483.451.781,8
COSTO	\$ 134.621.420,0	\$ 149.106.768,6	\$ 166.906.167,9	\$ 185.691.537,5	\$ 207.201.152,2
UTILIDAD BRUTA	\$ 148.771.080,0	\$ 171.244.469,6	\$ 197.674.803,9	\$ 232.187.328,1	\$ 276.250.629,5
GASTOS ADITIVOS Y V	\$ 107.800.000,0	\$ 113.836.800,0	\$ 120.780.844,8	\$ 128.390.038,0	\$ 137.120.560,6
GASTOS FIJOS DEL PE	\$ 15.500.000,0	\$ 16.368.000,0	\$ 17.366.448,0	\$ 18.460.534,2	\$ 19.715.850,6
OTROS GASTOS	\$ 3.350.000,0	\$ 365.123,0	\$ 383.781,0	\$ 403.237,0	\$ 423.694,0
DEPRECIACIÓN	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0	\$ 19.860.000,0
UTILIDAD OPERATIVA	\$ 2.261.080,0	\$ 20.814.546,6	\$ 39.283.730,1	\$ 65.073.518,9	\$ 99.130.524,4
GASTOS FINANCIEROS	\$ 23.741.713,5	\$ 19.806.138,6	\$ 15.500.619,7	\$ 10.790.382,0	\$ 5.637.382,0
UTILIDAD ANTES DE	\$ 21.480.633,5	\$ 1.008.408,0	\$ 23.783.110,4	\$ 54.283.136,9	\$ 93.493.142,4
IMPUESTOS	\$ 0,0	\$ 191.597,5	\$ 4.518.791,0	\$ 10.313.796,0	\$ 17.763.697,0
UTILIDAD NETA	\$ 21.480.633,5	\$ 816.810,5	\$ 19.264.319,5	\$ 43.969.340,9	\$ 75.729.445,3

Fuente: Elaboración propia, basado en simulador financiero Universidad EAN, Seminario de grado I

ILUSTRACIÓN 13. ROI PROYECCIÓN 18 MESES

Figura 13 ROI, caso de negocio, proyección a 18 meses

ROI = INGRESOS - COSTOS / COSTOS * 100 =					
ROI	INGRESOS	COSTOS	COSTOS	100%	18,43%
	\$ 197.674.803,9	\$ 166.906.167,9	\$ 166.906.167,9		

Fuente: Elaboración propia basado en datos simulador financiero EAN

5.2.2 Caso peor escenario

Con una proyección baja en ventas, bajo nivel de captación debido a poca o nula gestión de los interesados. A 6 meses.

ILUSTRACIÓN 14. ESTADOS FINANCIEROS PROYECCIÓN 6 MESES

Figura 14. Estados financieros caso de negocio parte 3

ESTADOS FINANCIEROS BUSINESS CASE					
	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses
VENTAS	\$ 259.469.000,00	\$ 290.329.307,14	\$ 327.377.028,14	\$ 371.605.729,75	\$ 425.443.194,76
COSTO	\$ 141.898.070,00	\$ 155.312.495,06	\$ 171.993.589,15	\$ 189.195.909,34	\$ 208.537.922,96
UTILIDAD BRUTA	\$ 117.570.930,00	\$ 135.016.812,08	\$ 155.383.438,99	\$ 182.409.820,41	\$ 216.905.271,80
GASTOS ADITIVOS Y V	\$ 107.800.000,00	\$ 113.836.800,00	\$ 120.780.844,80	\$ 128.390.038,02	\$ 137.120.560,61
GASTOS FIJOS DEL PE	\$ 15.500.000,00	\$ 16.368.000,00	\$ 17.366.448,00	\$ 18.460.534,22	\$ 19.715.850,55
OTROS GASTOS	\$ 3.350.000,00	\$ 365.123,00	\$ 383.781,00	\$ 403.237,00	\$ 423.694,00
DEPRECIACIÓN	\$ 19.860.000,00	\$ 19.860.000,00	\$ 19.860.000,00	\$ 19.860.000,00	\$ 19.860.000,00
UTILIDAD OPERATIVA	\$ 28.939.070,00	\$ 15.413.110,92	\$ 3.007.634,81	\$ 15.296.011,16	\$ 39.785.166,64
GASTOS FINANCIEROS	\$ 34.234.438,26	\$ 28.762.490,43	\$ 22.676.042,85	\$ 15.906.087,21	\$ 8.375.865,55
UTILIDAD ANTES DE	\$ 63.173.508,26	\$ 44.175.601,35	\$ 25.683.677,66	\$ 610.076,05	\$ 31.409.301,09
IMPUESTOS	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 5.967.767,21
UTILIDAD NETA	\$ 63.173.508,26	\$ 44.175.601,35	\$ 25.683.677,66	\$ 610.076,05	\$ 31.409.301,09

Fuente: Elaboración propia, basado en simulador financiero Universidad EAN,
Seminario de grado I

ILUSTRACIÓN 15. ROI PROYECCIÓN 6 MESES

Figura 15 ROI, caso de negocio, proyección a 6 meses

ROI = INGRESOS - COSTOS / COSTOS * 100 =					
ROI	INGRESOS	COSTOS	/COSTOS	100%	-17,14%
	\$ 117.570.930,00	\$ 141.898.070,00	\$ 141.898.070,00		

Fuente: Elaboración propia basado en datos simulador financiero EAN

5.3. Impacto social y ambiental

EcoNorte resuelve un problema social y ambiental con beneficios claros para la región; Su modelo es replicable en Cucuta y municipios donde prolifera la contaminación de llantas como Ocaña, Pamplona, San Cayetano, Villa del Rosario y Tibú; trae a la comunidad una combinación exitosa de innovación, inclusión y sostenibilidad, consolidándose como referente en la economía verde de esta región Norte Santandereana donde Fudoc hace presencia.

A nivel de ecológico y de impacto ambiental, Cúcuta muestra un bajo nivel de reciclaje en la recolección de llantas usadas, a esto se suma el uso indiscriminado y sin control de la quema desproporcionada de llantas en el sector rural y en algunos sectores industriales que necesitan el caucho como fuente de energía (Ladrilleras, paneleros y talleres de ornamentación), constituye una de las principales fuentes de contaminación atmosférica en la región. Este proceso libera gases tóxicos y partículas nocivas que afectan la salud pública y deterioran la calidad del aire. Los contaminantes emitidos más conocidos se encuentra el dióxido de carbono (CO_2), cuya acumulación contribuye de manera significativa al cambio climático.

Diversos estudios estiman que la combustión de una llanta de automóvil genera aproximadamente 22 kilogramos de CO_2 . Por lo tanto, es de vital importancia la implementación de políticas ambientales y cultura ciudadana que generen conciencia y responsabilidad para poder mitigar emisiones contaminantes.

Existen informes no sustentados técnicamente; del diario laopinion.com.co de Cucuta, confirma que al mes en la ciudad y el departamento son desechadas mensualmente un promedio de 5000 llantas de automotores.

Con este dato se puede deducir que, al reciclar esas 5000 llantas al mes, se estaría evitando alrededor de 110.000 Kg de CO_2 a la atmosfera. Otro dato importante es que de una

llanta de camión salen aproximadamente 77 Kg de grumilla, así mismo de una llanta de automóvil pueden salir aproximadamente 22.5 Kg de grumilla.

5.3.1 Impacto social directo en la región

Generación de empleo verde y formalización laboral

- De acuerdo con estimaciones del Ministerio de Ambiente, el reciclaje de neumáticos puede generar entre cinco y diez empleos directos en una planta que procese 100 toneladas mensuales de caucho.

- EcoNorte brinda empleo digno en Norte de Santander, donde el desempleo juvenil supera el 17%, principalmente para jóvenes, migrantes y recicladores informales.

5.3.2. Inclusión social y fortalecimiento comunitario

- EcoNorte impulsa la capacitación técnica e integra a poblaciones vulnerables en procesos productivos sostenibles, facilitando así fuentes de ingreso económico para su subsistencia.

- La coordinación y participación comunitaria mediante juntas de acción comunal, cooperativas y centros educativos fortalece el tejido social y propicia la apropiación del proyecto por parte de la comunidad.

5.3.3. Educación ambiental y cultura ciudadana

- A través de campañas de sensibilización, talleres y colaboraciones con instituciones educativas, EcoNorte fomenta un buen hábito ecológico responsable y promueve la conciencia ambiental.

- Gracias a estas acciones, se disminuyen prácticas poco sostenibles como la quema de llantas, una problemática que aún se observa en áreas rurales y periféricas del departamento.

Al priorizar la economía circular, EcoNorte no solo aporta al cumplimiento de los ODS (Objetivos de Desarrollo Sostenible), sino que además trae importantes beneficios tanto a las comunidades formales como informales.

5.3.4 Beneficios ambientales con impacto social

Reducción de riesgos para la salud pública

- Aunque la quema de neumáticos está prohibida, algunas comunidades agrícolas continúan con esta práctica para generar combustible, lo que libera compuestos tóxicos como dioxinas, consideradas altamente cancerígenas. EcoNorte contribuye a mitigar estas emisiones mediante la recolección y transformación segura de residuos.

- La prevención de la acumulación de neumáticos en espacios públicos disminuye la incidencia de enfermedades como el dengue y la chikunguña, las cuales han afectado a más de 3.000 personas en el área metropolitana de Cúcuta durante el año 2024.

5.3.5. Protección de fuentes hídricas y suelos

- Las llantas desechadas pueden liberar metales pesados y otros contaminantes tanto al suelo como a los cuerpos de agua. EcoNorte reduce este impacto ambiental al incorporarlas en sus procesos de reciclaje industrial.

5.3.6. Contribución a la economía circular

- En Colombia se generan más de 80.000 toneladas de llantas usadas al año, de las cuales solo el 30% se gestiona adecuadamente, pero en Cúcuta y el departamento no existe una política ambiental.

- EcoNorte convierte residuos en materiales para pisos, mobiliario urbano y caucho reciclado, aportando valor agregado.

5.4 Modelos sostenibles y su impacto ambiental en Colombia

5.4.1 Enfoque territorial: Cúcuta y Norte de Santander

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU guían acciones para erradicar la pobreza, proteger el ambiente y mejorar la calidad de vida. En Colombia, especialmente en Cúcuta y Norte de Santander, urge adoptar modelos sostenibles ante graves problemas ambientales y desigualdad, como la acumulación de llantas usadas que afectan salud pública y ecosistemas. Se requieren soluciones basadas en economía circular, justicia ambiental y participación comunitaria.

Propuestas como EcoNorte responden directamente a varios de los ODS, entre ellos:

- ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles, al promover una gestión responsable de residuos y mejorar el paisaje urbano.
- ODS 12: Producción y consumo responsables, al transformar residuos en insumos útiles para la industria y la infraestructura.
- ODS 13: Acción por el clima, al reducir emisiones derivadas de la quema o disposición inadecuada de llantas.
- ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, al generar empleo verde y fortalecer capacidades locales.
- ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos, al fomentar la colaboración entre instituciones públicas, privadas, académicas y comunitarias.

La puesta en marcha de proyectos como EcoNorte en Cúcuta y Norte de Santander ayuda a reducir los daños al medio ambiente y fomenta un desarrollo territorial justo y sostenible. Esta

zona puede transformarse en un ejemplo nacional de innovación ecológica, demostrando que desde lo local se pueden crear economías más limpias, inclusivas y capaces de regenerar el entorno.

5.4.2 Fundamentos del modelo

EcoNorte se especializa en reutilizar llantas fuera de uso a través de un proceso de trituración mecánica, transformando el caucho en grumilla, posterior a este proceso se cuenta con un material adaptable al requerimiento que se tenga, bien sea en una transformación física, calentándolo para crear un líquido de caucho y darle forma o en un proceso químico que al adherirse a otros elementos se da color, textura y forma de acuerdo a una necesidad, que sirve para infraestructura vial, mobiliario urbano, calzado industrial y productos para espacios públicos. El modelo se sustenta en tres pilares fundamentales:

- Economía circular: reincorporación de residuos al ciclo productivo, reduciendo la presión sobre los recursos naturales.
- Innovación social: generación de empleo verde y fortalecimiento de capacidades locales.
- Articulación multisectorial: vinculación de actores públicos, privados y académicos para asegurar la sostenibilidad operativa y financiera del proyecto.

5.4.3 Sostenibilidad en el tiempo

La sostenibilidad de EcoNorte se basa en:

- Diversificación de productos para atender varios mercados.
- Autosuficiencia financiera mediante la venta rentable de grumilla y productos procesados.

- Alianzas con entidades, universidades, empresas automotrices y organizaciones ambientales.
- Campañas educativas para promover el reciclaje de llantas y sus beneficios.

6. Gestión de riesgos y oportunidades

6.1. Matriz de riesgos y estrategias de mitigación

La matriz de riesgos de EcoNorte contempla factores como riesgos operativos, financieros, de suministro, ambientales, legales, reputacionales y de seguridad industrial. Se han desarrollado estrategias para prevenir interrupciones, controlar costos, asegurar insumos, cumplir regulaciones, y mejorar la imagen y seguridad de la empresa. Esta gestión integral mantiene la estabilidad y continuidad del negocio.

TABLA 2. RIESGOS OPERATIVOS

Tabla 2. Cuadro de riesgos operativos

Tipo de riesgo	Descripción	Probabilidad	Impacto	Nivel de riesgo	Estrategia de mitigación
Operativo	Fallas mecánicas en la máquina trituradora que detengan la producción.	Media	Alta	Alto	Implementar un plan de mantenimiento preventivo mensual y capacitar al personal en el uso y revisión básica del equipo.

Financiero	Aumento en los costos de transporte o energía eléctrica.	Alta	Media	Alto	Buscar convenios con proveedores locales, negociar tarifas y evaluar alternativas de energía renovable (solar).
De suministro	Escasez de llantas usadas o restricciones de acopio.	Media	Alta	Alto	Establecer convenios con talleres, montallantas y alcaldías para asegurar el flujo constante de materia prima.
Ambiental	Emisión de partículas o residuos contaminantes durante el proceso.	Baja	Media	Medio	Cumplir con la normativa ambiental, instalar filtros y manejar correctamente los residuos sólidos.
Legal y regulatorio	Cambios en normativas ambientales o permisos de funcionamiento.	Media	Alta	Alto	Mantener actualizado el cumplimiento normativo y establecer contacto continuo con las autoridades ambientales locales.

Reputacional	Percepción negativa por parte de la comunidad sobre el impacto ambiental.	Baja	Alta	Medio	Implementar programas de educación ambiental y comunicar los beneficios del reciclaje de llantas
Seguridad industrial	Accidentes laborales durante la operación de la máquina.	Media	Alta	Alto	Aplicar protocolos de seguridad, dotar al personal con EPP y realizar capacitaciones periódicas.

Fuente: Elaboración propia, basado en ISO 31000:2018

6.2 Análisis de pivote

El análisis de pivote identifica rutas alternativas ante cambios en el mercado o la operación, anticipando escenarios que afectan la sostenibilidad. Las estrategias incluyen diversificar productos, ampliar el radio de recolección de llantas, implementar energía solar y ofrecer productos con pago anticipado para mejorar la liquidez. Estas acciones facilitan la adaptación a distintas condiciones.

TABLA 3. ANÁLISIS DE PIVOTE

Tabla 3 Cuadro de análisis de pivote

Escenario	Situación que lo activa	Estrategia de pivote	Objetivo del pivote
Reducción de demanda en productos de caucho reciclado	Saturación del mercado o disminución de la demanda local.	Diversificar la línea de productos: integrar el caucho con plástico reciclado para fabricar mobiliario urbano o bases para parques.	Mantener la rentabilidad y ampliar el público objetivo.
Dificultad para obtener llantas usadas	Cambios regulatorios o competencia por la materia prima.	Ampliar el radio de recolección o establecer alianzas con municipios vecinos para el acopio conjunto.	Garantizar el suministro continuo.
Incremento en costos energéticos	Aumento sostenido en tarifas eléctricas	Implementar paneles solares para autoconsumo o convenios con proveedores de energía limpia.	Reducir costos operativos y reforzar sostenibilidad.

Fuente: Elaboración propia, basado Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011)

6.3. Oportunidades de escalabilidad y crecimiento futuro

Si bien EcoNorte está orientada a la transformación de llantas usadas en grumilla de caucho, existen múltiples oportunidades para expandir y consolidar su posición en el mercado, garantizando así la sostenibilidad a largo plazo. Entre las estrategias recomendables se encuentra

el incremento de la capacidad productiva mediante la adquisición de maquinaria adicional o la extensión de los turnos laborales, lo que permitiría atender una demanda creciente tanto en el ámbito regional como nacional.

EcoNorte puede fortalecer su red de abastecimiento mediante acuerdos con talleres, montallantas y entidades municipales, asegurando un flujo estable de llantas usadas. Comercialmente, consolidar alianzas con fabricantes de productos de caucho reciclado permitirá posicionarse como proveedor clave de pisos, placas huella, mezclas asfálticas y mobiliario urbano. Obtener certificaciones ambientales y de calidad aumentará la confianza e impulsará la trazabilidad y sostenibilidad. La incorporación de tecnologías digitales para monitorear producción e inventarios optimizará recursos y mejorará la transparencia operativa. Estas acciones refuerzan el papel de EcoNorte en la economía circular y responden a la demanda creciente de materiales reciclados en Colombia.

6.4 ANÁLISIS DOFA

Este análisis resulta particularmente pertinente al abordar una iniciativa orientada a transformar una problemática ambiental apremiante en una oportunidad de desarrollo regional. En Cúcuta y Norte de Santander, la acumulación de neumáticos fuera de uso ha ocasionado efectos adversos tanto en el entorno urbano como natural. EcoNorte se presenta como una estrategia que atiende esta situación crítica, convirtiéndola en un motor para la innovación, la generación de empleo verde y el fomento de la economía circular.

La aplicación del análisis DOFA facilitará la identificación de las fortalezas internas que respaldan el proyecto, así como la detección de desafíos y limitaciones que requieren atención

para lograr su consolidación. Asimismo, se examinarán las oportunidades externas que pueden incrementar su alcance, junto con las amenazas que representan posibles riesgos para su implementación. Esta evaluación estratégica será fundamental para establecer acciones concretas que guíen la toma de decisiones y fortalezcan la sostenibilidad del modelo a corto, mediano y largo plazo.

TABLA 4. ANÁLISIS DOFA

Tabla 4 Cuadro de análisis DOFA

Fortalezas (Internas)	Oportunidades (Externas)
Propuesta innovadora con enfoque en economía circular.	Ausencia de regulación específica permite posicionarse como referente en el sector.
Contribución directa a la reducción de residuos contaminantes.	Creciente interés global y nacional por iniciativas sostenibles.
Generación de empleo verde y fortalecimiento del desarrollo local.	Potencial de alianzas estratégicas con entidades públicas, privadas y académicas.
Producción de materia prima útil para múltiples industrias.	Acceso a fondos de cooperación internacional orientados al medio ambiente.
Impacto positivo en la imagen ambiental de la ciudad.	Posibilidad de replicar el modelo en otras regiones con problemáticas similares.
Debilidades (Internas)	Amenazas (Externas)
Carencia de infraestructura inicial para procesamiento y logística.	Presencia de competencia informal o manejo inadecuado de llantas.
Bajo nivel de conciencia ambiental en la ciudadanía.	Cambios en políticas públicas o falta de respaldo institucional.
Alta inversión inicial requerida para puesta en marcha.	Fluctuaciones en el precio del caucho reciclado que afectan la rentabilidad.
Limitada experiencia técnica local en procesos de reciclaje de llantas.	Posible resistencia de actores tradicionales del sector frente a modelos innovadores.

Fuente: Elaboración propia. basado Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011)

Métricas de éxito y KPIs de Innovación

7.1. OKRs (Objectives and Key Results) del proyecto

TABLA 5. ANÁLISIS DE METRICAS

Tabla 5 Cuadro de análisis de Metricas

Objetivo Estratégico	Resultados Clave (KR)
Implementar una planta sostenible de reciclaje de llantas	<ul style="list-style-type: none"> - Instalar la máquina trituradora y ponerla en marcha en menos de 6 meses. - Procesar 30 toneladas de llantas mensuales al cierre del primer año.
Consolidar el modelo de negocio sostenible	<ul style="list-style-type: none"> - Alcanzar una rentabilidad del 15% al segundo año. - Establecer 5 alianzas comerciales con constructoras o entes gubernamentales.
Promover el impacto ambiental positivo	<ul style="list-style-type: none"> - Reducir en 60% las llantas abandonadas en Cúcuta y su área metropolitana en 2 años. - Certificarse en gestión ambiental ISO 14001 en el año 3.
Fomentar la cultura de innovación y circularidad	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar 3 nuevos productos con grumilla en el primer año. - Lograr una tasa de adopción del 40% entre los clientes recurrentes.

Fuente: Elaboración propia, basado en Kotler y Keller (2021)

7.2. Métricas de innovación (ej. tasa de adopción, NPS)

- Tasa de adopción del producto: porcentaje de clientes que repiten compra o integran productos reciclados en sus proyectos.
- NPS (Net Promoter Score): índice de satisfacción del cliente, meta >70%.
- Tasa de innovación continua: número de nuevos productos o mejoras desarrolladas por año (>2).
- Retorno de innovación (ROI): relación entre inversión en I+D y valor generado por nuevos productos.
- Impacto ambiental evitado: toneladas de CO₂ no emitidas y cantidad de llantas procesadas.
- Nivel de colaboración abierta: número de alianzas con universidades, ONG o instituciones públicas.

7.3. Plan de medición y evaluación continua

El seguimiento de OKR y KPIs será trimestral, usando una estructura ágil y colaborativa.

El Scrum Master y el Product Owner consolidarán la información en tableros digitales

(Trello/Power BI) para evaluar avances y apoyar las decisiones. Además:

- Se aplicarán encuestas de satisfacción y auditorías ambientales semestrales.
- Se generarán informes de impacto social y ambiental anuales.
- Los resultados se presentarán en reuniones de revisión de innovación para

identificar mejoras continuas y oportunidades de pivote.

8. Plan de gestión del cambio y adopción y retroalimentación por parte de los interesados

8.1. plan de gestión del cambio y adopción

El éxito del proyecto requiere una adecuada gestión del cambio organizacional y comunitario.

EcoNorte implementará un plan de transición cultural basado en tres ejes:

- Comunicación efectiva: difusión del propósito del proyecto, beneficios y resultados esperados mediante talleres, redes sociales y medios locales.
- Participación: involucrar a empleados, proveedores y comunidad en actividades de co-creación y reciclaje.
- Gestión del liderazgo: formación de embajadores de sostenibilidad en cada área para facilitar la adopción y resolución de resistencias.

8.2. retroalimentación por parte de los stakeholders

Se abrirán diferentes espacios para escuchar y participar, dirigidos a los grupos de interés.

Estos incluyen:

- Encuestas frecuentes para talleres, alcaldías y comunidades asociadas
- Reuniones trimestrales de diálogo con representantes públicos y privados
- Una plataforma digital para enviar sugerencias y propuestas y evaluaciones colaborativas junto a universidades locales para revisar el impacto del modelo.
- Toda la retroalimentación obtenida será analizada y convertida en acciones que promuevan la mejora continua, siguiendo un enfoque ágil e innovador.

8.3. Plan de capacitación y desarrollo de competencias

El componente de formación contempla tres niveles:

TABLA 6. ANÁLISIS DE NIVELES DE COMPETENCIAS

Tabla 6 Cuadro de análisis de Niveles

Nivel	Público objetivo	Temas principales
Operativo	Personal de planta	Seguridad industrial, mantenimiento preventivo, operación de maquinaria, control de calidad.
Estratégico	Líderes y gerencia	Economía circular, gestión sostenible, innovación abierta y toma de decisiones basada en datos.
Comunitario	Ciudadanía y talleres	Educación ambiental, separación de residuos, beneficios del reciclaje de llantas.

Fuente: Elaboración propia, basado en Kotler y Keller (2021)

El plan incluye talleres presenciales, capacitaciones virtuales y certificaciones aliadas con universidades regionales (UFPS, Unisimón).

9. Conclusiones y próximos pasos

9.1. Resumen de puntos clave

EcoNorte surge como una solución innovadora para enfrentar el problema ambiental que genera la mala disposición de llantas en Cúcuta. Este proyecto combina sostenibilidad, economía circular e innovación tecnológica, y cuenta con viabilidad técnica y social demostrada. Su puesta en marcha no solo creará empleos verdes, sino que también ayudará a reducir la contaminación y fortalecerá la colaboración entre los sectores público, privado y académico en la región.

9.2. Llamado a la acción

Se invita a gobiernos, empresas y academia a unirse a EcoNorte para impulsar el reciclaje responsable y la compra de productos sostenibles hechos con grumilla, se invita a generar una cultura ambiental, sostenible y a generar conciencia en la población.

9.3. Visión a largo plazo y potencial de transformación

A largo plazo, EcoNorte tiene como objetivo posicionarse como un referente nacional en economía circular aplicada al caucho, mediante la expansión de su modelo a diversas regiones del país. La organización aspira a consolidarse como un centro de innovación verde que promueva la transformación productiva y ambiental del nororiente colombiano, aportando de manera significativa a la neutralidad de carbono y al desarrollo sostenible de la región.

10. Apéndices

10.1. Detalles técnicos adicionales

- Capacidad de trituración: 123 toneladas mensuales.
- Tamaño de grano ajustable (2–6 mm).
- Sistema de filtros antipolvo y control de ruido <85 dB.
- Integración futura con sensores IoT para monitoreo remoto y trazabilidad.

10.2. Investigación de mercado detallada

El estudio de mercado muestra una alta demanda potencial de grumilla en sectores como:

- Construcción de vías rurales y pisos deportivos.
- Fabricación de mobiliario urbano sostenible.
- Mezclas asfálticas con caucho reciclado.

Además, se identifican clientes institucionales potenciales: alcaldías municipales, empresas constructoras y fundaciones ambientales.

10.3. Perfiles del equipo de innovación

A continuación, se describen los perfiles, roles y responsabilidades del personal profesional clave en el esquema gerencia de EcoNorte:

TABLA 7. PERFILES EQUIPO ECONORTE

Tabla 7. Perfiles equipo EcoNorte

<u>Rol</u>	Nombre / Perfil	Competencias Clave
Gerente General	Fabián Abdul Salamanca Rodríguez	Facilitación ágil, mejora continua, coordinación interdisciplinaria.
Gerente Operativo y sostenibilidad	Jaime Alexander Monsalve Cárdenas	Operación de maquinaria, mantenimiento industrial, control de calidad.
Gerente Financiero	Juan Carlos Ávila Rivera	Liderazgo sostenible, gestión ágil de proyectos, innovación circular.
Asesor de gerencia	Edgar Felipe Afanador	Dirección de proyectos, sostenibilidad corporativa, mentoría académica.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- García, L., & López, M. (2022). Gestión sostenible de residuos de llantas: tecnologías para su aprovechamiento. Editorial EcoIngeniería.
- Kotler, P., & Keller, K. L. (2021). Dirección de marketing (16.^a ed.). Pearson Educación.
- Porter, M. E., & Kramer, M. R. (2019). Creación de valor compartido: cómo reinventar el capitalismo y liberar una ola de innovación y crecimiento. Harvard Business Review Press.
- Project Management Institute (PMI). (2021). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®) – 7.^a edición. Project Management Institute.
- Blank, S., & Dorf, B. (2012). The startup owner's manual: The step-by-step guide for building a great company. K&S Ranch.
- Brown, T. (2009). Change by design: How design thinking transforms organizations and inspires innovation. HarperCollins.
- Ries, E. (2011). El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua. Deusto.
- Highsmith, J. (2010). Agile project management: Creating innovative products (2nd ed.). Addison-Wesley Professional.
- Organización Internacional de Normalización. (2018). Gestión del riesgo: Directrices (ISO 31000:2018)
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). Generación de modelos de negocio. Deusto.
- Ellen MacArthur Foundation. (2019). Completar el círculo: la economía circular y los beneficios para la industria.
- GPM Global. (2021). Guía práctica para la gestión de proyectos sostenibles (GPM P5 Standard v2.0). GPM Global.
- Gómez, J. A., & Rodríguez, C. (2019). Estudio técnico y económico para la implementación de una planta recicladora de llantas en desuso. Universidad Nacional de Colombia.
- Organización Panamericana de la Salud. (2018). Guía para la gestión integral de residuos sólidos y control de vectores en zonas urbanas. OPS.

- Cempre Colombia. (2025). El Pulso de la Economía Circular en Colombia. Obtenido de <https://cempre.org.co/el-pulso-de-la-economia-circular-como-avanza-colombia-y-los-desafios-en-su-camino-hacia-la-circularidad/>
- Goldasac. (2023). El Impacto Ambiental del Reciclaje de Llantas en Colombia. Obtenido de <https://goldasac.com/el-impacto-ambiental-del-reciclaje-de-llantas-en-colombia/>
- Ministerio de ambiente u desarrollo sostenible. (2019). Sistema de recolección selectiva de llantas usadas. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Expedientes_Llantas.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). Llantas Usadas. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/asuntos-ambientales-sectorial-y-urbana/llantas-usadas/>
- Nacional, departamento administrativo. (2020). Economía circular, primer reporte 2020. Obtenido de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/economia-circular/economia-circular-1-reporte.pdf>
- Vega. (2020). Iniciativas nacionales para el reciclaje de llantas usadas en. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/server/api/core/bitstreams/850f04d6-4c01-4177-8999-2a46fe022892/content>
- https://smeportal.unescwa.org/sites/default/files/2019-12/The_Startup_O
- Kotler & Keller,. (23 de noviembre de 2021). *Marketing Management*. Obtenido de <https://www.pearson.com/se/Nordics-Higher-Education/subject-catalogue/marketing/Kotler-Keller-Marketing-Management>
- Organización Internacional de Normalización. (2018). *ISO 31000 Gestión del riesgo — Directrices*. Obtenido de <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:es>
- Osterwalder & Pigneur. (2009). *Generacion-de-Modelos-de-Negocio-*. Obtenido de https://www.camarabaq.org.co/wp-content/uploads/2020/11/Generacion-de-Modelos-de-Negocio-2010.en_es_.pdf
- Porter & Kramer. (febrero de 2011). *Creating Shared Value*. Obtenido de <https://www.hbs.edu/faculty/Pages/item.aspx?num=39071>
- Ries, E. (2011). El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua. Obtenido de https://books.google.com.co/books?id=v3_C4yd-wR4C&printsec=frontcover&source=

