

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



**Modelo ProLab: Brainful, Ingeniosa Gestión Responsable de los
Neumáticos Fuera de Uso Mediante Aplicación de Economía Circular**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN
ADMINISTRACIÓN ESTRATÉGICA DE EMPRESAS OTORGADO
POR LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ**

PRESENTADA POR

Félix Alberto, Rivera Vega, DNI: 70185301
Cristian Gherry, Roggero Olivares, DNI: 24002075
Víctor Mitchell, Rondán Cáceres, DNI: 10200238
Percy Iván, Ruiz Rodríguez, DNI: 70265049

ASESOR

Nicolás Andrés Nuñez Morales, DNI 49011442
<https://orcid.org/0000-0003-2193-3830>

JURADO

Bazán Tejada, Carlos Armando
López Orchard, Sergio Andrés
Núñez Morales, Nicolás Andrés

Surco, setiembre 2023

Declaración Jurada de Autenticidad

Yo, Nicolás Andrés Núñez Morales, docente del Departamento Académico de Posgrado en Negocios de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor de la tesis titulada “*Brainful*, Ingeniosa gestión responsable de los neumáticos fuera de uso mediante aplicación de economía circular”, de los autores:

Félix Alberto Rivera Vega,

Cristian Gherry Roggero Olivares,

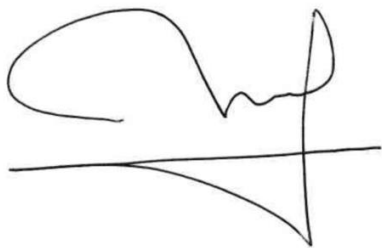
Víctor Mitchell Rondán Cáceres,

Percy Iván Ruiz Rodríguez,

dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 13%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el 15/06/2023.
- He revisado con detalle dicho reporte y confirmo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio alguno.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima, 15 de junio de 2023

Apellidos y nombres del asesor: Núñez Morales, Nicolás Andrés	
DNI: 49011442	Firma 

Agradecimientos

A nuestras familias, por su soporte, apoyo incondicional, paciencia, motivación e inspiración que hacen posible poder alcanzar este ansiado objetivo profesional.

A nuestros profesores del MBA Gerencia Internacional CLXI Centrum PUCP *Business School* y EADA *Business School*, quienes compartieron su experiencia y conocimientos formándonos como líderes profesionales y personales con valores éticos y morales en beneficio propio y de nuestra comunidad con una visión global.

En especial al profesor Nicolás Nuñez Morales que con su sapiencia nos pudo otorgar recursos y recomendaciones necesarias para poder realizar la investigación de manera práctica, estructurada y satisfactoria.

A cada uno de nuestros compañeros de aula del MBA Gerencia Internacional CLXI Centrum PUCP *Business School* y en especial a los integrantes de este equipo del proyecto *Brainful* cuyo sacrificio, vivencias y experiencias serán siempre instrumento motivador para seguir creciendo.

Dedicatoria

Agradecer a Dios por darme la oportunidad de poder llevar el programa, y a mi familia por el apoyo constante, amor y paciencia en esta maratón de desarrollo profesional cursado.

Félix Rivera Vega.

Siempre a Dios por permitir un paso más en mi vida profesional, a mi amada esposa Carlita, mis hijos Thiago y Alessandra por su fortaleza, paciencia e invaluable apoyo en este camino maravilloso y a mis padres por su respaldo cuando más lo necesito.

Cristian Roggero Olivares.

Agradecer a mi familia por apoyarme en todo momento a lo largo de estos dos años y comprender lo importante que es seguir desarrollándome como profesional y persona.

Víctor Rondán Cáceres.

A mi esposa Rayza, mis hijos Rayper, Raycy y Rayvan por su acompañamiento en esta travesía de esfuerzo conjunto y a mi madre que tuvo la valentía de continuar a mi lado.

Percy Ruiz Rodríguez.

Resumen Ejecutivo

La quema descontrolada de neumáticos fuera de uso (NFU) o la disposición inadecuada en botaderos, mares o ríos, genera un problema social por contaminación medio ambiental y de suelos que contribuyen al cambio climático global con alto grado de criticidad. El proyecto se encuentra encaminado a realizar la adecuada disposición de los neumáticos fuera de uso para reducir la contaminación mediante la aplicación de economía circular en cumplimiento del nuevo régimen especial de NFU otorgado por el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) que regula la recolección, transformación y valoración de éstos.

El segmento de mercado objetivo está formado por empresas dedicadas al sector de construcción de carreteras y mantenimiento vial bajo concesiones al sector público y privado a nivel nacional en el Perú. En este sentido, se buscarán sociedades estratégicas con empresas generadoras de NFU que servirán de proveedores de materia prima para la valoración responsable de los desechos de neumáticos recibiendo certificados de disposición final de residuos en cumplimiento con el nuevo reglamento de la ley de gestión integral de residuos sólidos del MINAM.

Con el fin de validar la hipótesis y viabilidad del proyecto de negocio, se realizaron encuestas a 35 representantes de empresas del mercado meta, obteniendo la posibilidad de adquirir asfalto modificado con polvo de NFU a USD \$390 incluido el impuesto general a las ventas (IGV) por tonelada comercializada.

Para la validación se utilizaron simulaciones de Montecarlo, obteniendo un ingreso de vida del cliente (VTVC) de USD \$2,992.40, con un costo de adquisición del cliente (CAC) de USD \$789.24, cuyo cociente resultante es mayor a 3.

Finalmente, al realizar las proyecciones de producción y venta para los próximos cinco años, se obtienen resultados financieros tales como valor actual neto (VAN) igual a USD \$1'004,403 tasa de interés de retorno (TIR) de 45.45%, así como un VAN social de USD \$2'480.879, impactando directamente en el objetivo de desarrollo sostenible (ODS) N° 12 sobre producción y consumo responsables.



Abstract

The uncontrolled burning of end of life tires (NFU) or their inadequate disposal in dumps, oceans or rivers, generates a social problem due to environmental and soil contamination that contributes to global climate change with a high degree of criticality. The project is aimed at carrying out the proper disposal of end of life tires to reduce pollution through the application of a circular economy in compliance with the new special regime of NFU granted by the Ministry of the Environment of Peru (MINAM) that regulates the collection, transformation and valuation of these.

The target market segment is made up of companies dedicated to the road construction and maintenance sector under public and private concessions in Peru. Consequently, strategic partnerships will be sought with companies that generate NFU that will serve as raw material suppliers for the responsible valuation of tire waste, receiving certificates of final disposal of solid waste in compliance with the new regulations of MINAM Solid Waste Comprehensive Management Law.

In order to validate the hypothesis and viability of the business project, surveys were carried out with 35 representatives of companies in the target market, obtaining the possibility of acquiring road modified asphalt with NFU powder at USD \$390 including general sales tax (IGV) per ton traded. To validate, Montecarlo simulations were used, obtaining USD \$2,992.40 of a customer lifetime revenue (LTV), with a customer acquisition cost (CAC) of USD \$789.24, whose resulting quotient is greater than 3.

Finally, carry out the production and sales projections for the next five years, financial results were obtained such as net present value (VNA) equal to USD \$1,004,403, return interest rate (IRR) of 45.45%, as well as a Social VNA of USD \$2'480,879, to impact of the sustainable development goal (SDGs) No. 12 on responsible production and consumption.



Tabla de Contenido

Listas De Tablas.....	XI
Listas De Figuras	XIII
Capítulo 1. Definición Del Problema.....	1
1.1. Contexto Del Problema A Resolver.....	1
1.2. Presentación Del Problema A Resolver.....	3
1.3. Sustento De La Complejidad Y Relevancia Del Problema A Resolver	3
Capítulo 2. Análisis Del Mercado.....	7
2.1. Descripción Del Mercado O Industria	7
2.2. Análisis Competitivo	11
Capítulo 3. Investigación Del Usuario.....	15
3.1. Perfil Del Usuario	15
3.2. Mapa De Experiencia De Usuario	18
3.3. Identificación De La Necesidad.....	20
Capítulo 4. Diseño De Producto O Servicio.....	21
4.1. Concepción Del Producto O Servicio	21
4.2. Desarrollo De Narrativa.....	22
4.3. Carácter Innovador Del Producto O Servicio	23
4.4. Propuesta De Valor.....	24
4.5. Producto Mínimo Viable (Pmv).....	26
Capítulo 5. Modelo De Negocio.....	29
5.1. Lienzo Modelo De Negocio.....	29
5.2. Viabilidad Del Modelo De Negocio	33
5.3. Escalabilidad Y Exponencialidad Del Modelo De Negocio.....	36
5.4. Sostenibilidad Del Modelo De Negocio	37

Capítulo 6. Solución Deseable, Factible Y Viable	39
6.1. Validación De La Deseabilidad De La Solución	39
6.2. Validación De La Factibilidad De La Solución	42
6.2.1. <i>Plan De Marketing</i>	46
6.2.2. <i>Plan De Operaciones</i>	53
6.3. Validación De La Viabilidad De La Solución	55
Capítulo 7. Solución Sostenible.....	66
7.1. Relevancia Social De La Solución.....	66
7.2. Rentabilidad Social De La Solución	69
Capítulo 8. Conclusiones Y Recomendaciones.....	72
8.1. Conclusiones	72
8.2. Recomendaciones	72
Referencias.....	74
Apéndice A Preguntas objetivo para las entrevistas	78
Apéndice B Resumen de preguntas y respuestas a los entrevistados.....	79

Listas de Tablas

Tabla 1 <i>Volumen de importaciones neumáticos (Valor FOB USD \$)</i>	4
Tabla 2 <i>Participación cantidad de neumáticos generados</i>	4
Tabla 3 <i>Estimado de aporte de NFU según tipo de vehículo</i>	8
Tabla 4 <i>Composición de los neumáticos</i>	9
Tabla 5 <i>Longitud de la red vial nacional según tipo de superficie en Km</i>	10
Tabla 6 <i>Longitud de la red vial nacional asfaltada por año en Km</i>	10
Tabla 7 <i>Matriz FODA</i>	12
Tabla 8 <i>Mapa de empatía de la etapa de entrada</i>	24
Tabla 9 <i>Aliviadores de frustraciones de la etapa de entrada</i>	25
Tabla 10 <i>Mapa de empatía de la etapa de salida. Comercialización de polvo de NFU</i>	25
Tabla 11 <i>Aliviadores de frustraciones de la etapa de salida</i>	25
Tabla 12 <i>Validación de propuesta de valor</i>	26
Tabla 13 <i>Tabla de maquinaria de planta y capacidad de producción</i>	34
Tabla 14 <i>Tabla de características del producto</i>	35
Tabla 15 <i>Tabla de capital humano operativo y salarios básicos</i>	35
Tabla 16 <i>Tabla de capital humano administrativo y salarios básicos</i>	36
Tabla 17 <i>Tabla de variables de viabilidad financiera.</i>	36
Tabla 18 <i>Validación de Hipótesis.</i>	40
Tabla 19 <i>Resumen de resultados de la primera pregunta de la encuesta</i>	41
Tabla 20 <i>Resumen de resultados de la segunda pregunta de la encuesta</i>	41
Tabla 21 <i>Resumen de resultados de la tercera pregunta de la encuesta.</i>	42
Tabla 22 <i>Resumen de resultados de la cuarta pregunta de la encuesta</i>	42
Tabla 23 <i>Red nacional de carreteras existentes a julio 2022 en kilómetros.</i>	45

Tabla 24 <i>Red vial nacional no pavimentada</i>	45
Tabla 25 <i>Inversión de Capital del Proyecto en Activos Fijos</i>	56
Tabla 26 <i>Estado de resultados bajo el escenario moderado</i>	57
Tabla 27 <i>Determinación del CPPC</i>	58
Tabla 28 <i>Estado de resultados bajo el escenario optimista</i>	59
Tabla 29 <i>Estado de resultados bajo el escenario pesimista</i>	60
Tabla 30 <i>Flujo de Caja Económico escenario Moderado</i>	61
Tabla 31 <i>Flujo de Caja Económico escenario pesimista</i>	61
Tabla 32 <i>Flujo de Caja Económico escenario Optimista</i>	62
Tabla 33 <i>Resumen de deseabilidad, factibilidad y viabilidad.</i>	64
Tabla 34 <i>Resumen de deseabilidad, factibilidad y viabilidad.</i>	65
Tabla 35 <i>Evaluación de Impacto de ODS 12.</i>	67
Tabla 36 <i>Proyección de ingresos / beneficios sociales</i>	70
Tabla 37 <i>Consolidado de emisión de CO2 y Costo social total</i>	70
Tabla 38 <i>Proyección social financiera de proyecto de inversión</i>	71
Tabla A1 <i>Preguntas objetivo y sustento de las encuestas</i>	78
Tabla B1 <i>Resumen de preguntas y respuesta a los entrevistados</i>	79

Listas de Figuras

<i>Figura 1</i> Lienzo de meta usuario.	16
<i>Figura 2</i> Mapa de experiencia del usuario de comercialización de polvo de NFU.....	19
<i>Figura 3</i> Logotipo de Negocio.	28
<i>Figura 4</i> Lienzo de modelo de negocio.	32
<i>Figura 5</i> Simulación de Montecarlo.	43
<i>Figura 6</i> Desecho de Caucho importado en polvo o gránulo 2022.	44
<i>Figura 7</i> Precios de cemento asfáltico desde la planta de Conchán.	49
<i>Figura 8</i> Segmento de carpeta asfáltica que modificará el polvo de NFU.....	50
<i>Figura 9</i> Precios comparativos de alquiler de predios industriales en el distrito de Ate.....	52
<i>Figura 10</i> Rubros predominantes en la zona de influencia del inmueble en el distrito Ate....	52
<i>Figura 11</i> Mapa de procesos Brainful	54
<i>Figura 12</i> Simulación de Montecarlo para la Estimación del VAN Mayor a 0	63
<i>Figura 13</i> Simulación de Montecarlo para la Estimación del VAN Mayor a un \$ 1MM.....	63
<i>Figura 14</i> Flourishing Business Canvas.....	68
<i>Figura 15</i> Balanza de beneficios del proyecto	70

Capítulo 1. Definición del Problema

En el presente capítulo se busca mostrar el contexto del problema que representa el desecho no regulado y posterior utilización de los neumáticos fuera de uso, “NFU” por sus siglas, como fuente de contaminación ambiental de suelos, agua y atmósfera respectivamente. Actualmente la falta de regulación legislativa que promueva la economía circular permite que los NFU sean desechados en vertederos ocupando espacios de alto valor donde los neumáticos pueden tardar cientos de años en descomponerse, así como también pueden almacenar agua de lluvia y contaminarla con metales pesados. Sumado a ello, los NFU son usualmente quemados liberando gases tóxicos como el monóxido de carbono contaminando el aire generando problemas de salud pública.

En ese sentido, este capítulo mostrará la utilización responsable de los NFU mediante la aplicación de economía circular que permita una adecuada gestión que agregue valor a la comercialización del producto reprocesado de NFU en la fabricación de asfalto.

1.1. Contexto del Problema a Resolver

La contaminación ambiental por quema de neumáticos emite grandes cantidades de gases y partículas tóxicas hacia el aire que afectan la salud y bienestar de los seres vivos generando problemas respiratorios como alergias, asma, bronquitis, enfisema, cáncer entre otros, además que es uno de los principales efectos que altera nuestro planeta según la Agencia de Protección del Medio Ambiente (1997).

De similar manera, Grados (2018) precisa que la contaminación del suelo por quema de neumáticos afecta la calidad de los cultivos, el agua subterránea y los ecosistemas debido al desprendimiento de ceniza y residuos de NFU. Además, el almacenaje de neumáticos sin una regulación adecuada genera fuentes de agua de lluvia estancada generando problemas como dengue o malaria, además por el mismo efecto propio de las precipitaciones fluviales podrían transportar los contaminantes hacia arroyos y ríos cercanos.

En consecuencia, el impacto repercute directamente en la salud pública de los seres humanos que pueden experimentar deterioro mediante dolores de cabeza, náuseas, irritación de los ojos y dificultades respiratorias como se había indicado previamente, sobre todo en los lugares cercanos a las fuentes de quema de NFU. (Vera, 2022).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS, 2019), se estima que siete millones de personas fallecen anualmente por contaminación del aire y según el Banco Mundial, para el caso de América Latina y el Caribe, indica que las emisiones de CO₂, expresado en miles de millones de toneladas incrementaron 89% pasando de 0.89 en 1990 a 1.69 en 2018. Además, según el informe de *Clean Air Institute*, indica que las capitales de países sudamericanos se encuentran entre las ciudades con la mayor contaminación del aire.

En esta misma línea, según el Banco Mundial (2022) se precisa que en el mundo hay 6.4 millones de muertes prematuras por la contaminación del aire con partículas finas lo que significa que 8.1 billones de dólares en costos por salud que representan 6.1% del producto bruto interno (PBI) mundial. Sólo en el Perú hay 3,900 muertes por año debido a la contaminación ambiental, siendo Lima la ciudad que tiene el aire más contaminado. Adicionalmente, según el reporte del Ministerio del Ambiente (MINAM, 2021), anualmente son dispuestos inadecuadamente 3.4 millones de toneladas de residuos sólidos municipales en Lima.

Así mismo, según la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT), la importación de neumáticos en promedio anual de los últimos diez años asciende a 44,000 toneladas de las cuáles el 90% será destinado a vertederos y la quema de NFU.

En consecuencia, el Perú ha establecido un Decreto Supremo N°024 -2021 MINAM vigente desde el 23 de julio de 2021 donde regula el régimen especial de gestión y manejo de NFU y considerando que el caucho que compone los neumáticos tiene adicionados elementos tales como azufre, selenio, cloruros, zinc, óxido de magnesio, arcillas, sílice, alquitrán y

resinas, entre otros, todos ellos producen en la combustión gases como CO y CO₂ que afectan la salud de los seres humanos.

Ante lo mencionado, se considera que se tiene un mercado potencial disponible que podría adquirir los servicios de tratamientos y valoración de NFU en todo el Perú, enfocado en el rubro de transporte. Adicionalmente, por la creciente demanda en busca de la eficiencia energética se consideran las plantas industriales generadoras de asfalto con la finalidad de generar rentabilidad por el uso de insumos reprocesados de NFU.

1.2. Presentación del Problema a Resolver

El problema principal es la quema de NFU descontrolada en ambientes inadecuados que generan altos niveles de contaminantes ambientales como mercurio, zinc, plomo, cloro y dióxido de carbono cuyo resultado es altamente perjudicial para la salud. Así mismo, la quema genera cenizas que arrastradas por el aire generan infertilidad en los suelos e incluso combinadas con las lluvias, podrían generar hollín que se filtre al subsuelo contaminando ambientes acuíferos. Bajo este contexto, desde el Ministerio del Ambiente del Perú (MINAM) se generó la norma de manejo de NFU, D.S. N°024 -2021 MINAM, que regula la fabricación, comercialización, transporte y disposición de los NFU para su correcto almacenamiento y posterior reciclaje o reutilización.

Por lo mencionado, se genera la necesidad en empresas industriales que transforman responsablemente los NFU en producto triturado de caucho que sirva de materia prima a las empresas productoras de asfalto que buscan obtener alta rentabilidad mediante la aplicación de políticas de economía circular generando un alto impacto ambiental y social.

1.3. Sustento de la Complejidad y Relevancia del Problema a Resolver

Desde el punto de vista normativo legal en el Perú a partir de julio de 2021 las empresas involucradas con la generación de NFU tienen la obligación de establecer políticas

sustentables para la disposición responsable de éstos, los detalles de la norma se precisan en el decreto supremo N° 024 -2021 MINAM.

Para efectos de dimensionar la disposición responsable de NFU, se identificó el volumen actual de neumáticos nuevos importados en los últimos años, basado en el informe estadístico de la Asociación Automotriz del Perú (AAP, 2022), detallado en la tabla 1 en la que se evidencia el crecimiento sostenible del consumo de neumáticos en el rubro automotriz.

Tabla 1

Volumen de importaciones neumáticos (Valor FOB Millones de USD \$)

Año	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Millones USD \$	401	417	446	455	379	508	580

Nota. Estadísticas del Sector Automotor. AAP, 2022. Extraído de: <https://aap.org.pe/estadisticas/>

El crecimiento sostenido de las importaciones de neumáticos nuevos asciende a 4% por año, a excepción del año 2020 propio de la coyuntura por pandemia y que es recuperado en el 2021 por la reactivación de las actividades, este volumen de importaciones se suman al parque automotor nacional previamente convulsionado con una longevidad vehicular promedio de trece años con un volumen de 2.8 millones de vehículos activos generando un ratio de once habitantes por vehículo y altas deficiencias al nivel de emisión de gases multiplicando los efectos dañinos para el medio ambiente.

Es importante indicar que todo neumático posee fecha de caducidad de máximo cinco años a partir de su fabricación y sólo el 70% de los neumáticos importados se convertirán en NFU. En tal sentido, la tabla 2 muestra la distribución de los generadores de NFU en base a la clasificación de estos en el mercado y su grado de participación.

Tabla 2

Participación cantidad de neumáticos generados

Tipo Vehículo	Tracto	Camiones	Buses	Automóviles	Camionetas
Porcentaje	6.0%	12.6%	2.4%	20.7%	58.3%

Nota. Estadísticas del Sector Automotor. AAP, 2022. Extraído de: <https://aap.org.pe/estadisticas/>

Toma relevancia el sector de vehículos pesados con un representativo 21% compuesto por tractos, buses y camiones, los mismos que al momento no aplican política alguna para gestionar la disposición final de sus NFU, incrementando la problemática de la contaminación por quema en vertederos no autorizados u otros.

Así mismo, con la intención de delimitar la agravante necesidad de tomar medidas correctivas, se enfocó los esfuerzos en las principales capitales de departamento, en especial Lima, Trujillo y Arequipa las cuales de manera porcentual poseen el 62%, 13% y 9% respectivamente del parque automotor, según las estadísticas del sector automotor de la AAP (2022).

Adicionalmente, según la AAP (2022), al año se importa un promedio de 1'570,000 neumáticos, de los cuales el 70% se convertirán en NFU en los próximos 5 años, es decir existirá un potencial de 1'099,000 NFU para procesar. Luego, como el enfoque se centrará en las empresas de transporte de carga y pasajeros de los rubros de los sectores de transporte, minería y construcción, el potencial de NFU por procesar sería del 21% del total generado, es decir 230,970 NFU según la AAP (2022) . Esta cantidad significa alrededor de 40,000 toneladas de NFU aproximadamente.

Las Naciones Unidas en el marco de los objetivos de desarrollo sostenible (ODS) menciona que dada la actual concentración de los gases tóxicos de efecto invernadero incrementarán la temperatura mundial en 1.5 grados centígrados en comparación con el período comprendido entre 1850 y 1900. Además, que entre los años 2000 y 2010 se produjo un incremento de las emisiones mayor que en las tres décadas anteriores. Así mismo sostiene que desde el año 2016, el 90% de los habitantes de las ciudades respira aire que no cumple las normas de seguridad establecidas por la Organización Mundial de la Salud, lo que provocó un total de 4.2 millones de muertes debido a la contaminación atmosférica.

Más de la mitad de la población urbana mundial estuvo expuesta a niveles de contaminación del aire al menos 2.5 veces más altos que el estándar de seguridad. En ese sentido surge la necesidad de abordar el problema enfocados en aportar al mejoramiento del ODS N° 12 sobre producción y consumo responsables en la meta del objetivo 12.5 que indica expresamente: “De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”.



Capítulo 2. Análisis del Mercado

En el presente capítulo se busca evidenciar las características del mercado consumidor de NFU y sobre los cuáles se enmarca la normativa legal sobre la fabricación, comercialización y utilización de los mismos cuyo proceso requiere de una certificación para el acopio y tratamiento de NFU. Así mismo, busca evidenciar la oportunidad en el mercado de comercialización de productos valorizados de NFU por trituración en sectores de construcción de carreteras con asfalto, proponiendo el polvo de NFU como aditivo, materia prima para asfalto modificado.

2.1. Descripción del Mercado o Industria

Para dimensionar las características propias de la industria sobre neumáticos se consideraron dos industrias relevantes, la primera es la industria automotriz con los segmentos de vehículos livianos (automóviles y camionetas) y pesados (camiones y buses). La segunda industria es la que corresponde a maquinaria pesada minera, de construcción y portuaria.

Según la Asociación Automotriz del Perú, en su boletín informativo de marzo 2023, muestra que la comercialización promedio mensual de vehículos nuevos presenta un descenso constante desde el año 2013 con 19,964 unidades, al año 2018 con 14,804 unidades. Luego experimentó un incremento hacia el año 2020 llegando a comercializar 15,801 unidades; sin embargo, por consecuencias sanitarias de la pandemia de Covid-19, el año 2021 volvió a tener un descenso en la cantidad de unidades vendidas con 13,949 unidades, es decir -11.7% respecto al año anterior. Pero en enero del 2022 ha presentado una mejoría llegando a valores similares pre pandemia con 15,658 unidades, y para este año a febrero 2023 el promedio mensual es de 15,778 unidades lo que significa una mejoría sostenible desde el 2022. En resumen, la industria representa más de 160,000 unidades nuevas vendidas anualmente, cada una de ellas con al menos cuatro neumáticos en uso.

Así mismo, tomando en cuenta los cinco años de durabilidad de un neumático nuevo, se deduce que el parque automotor podría estimarse en 800,000 vehículos que requerirán un cambio de neumáticos por vida útil, más no por desgaste propio del uso. Con ello, se pudo estimar la influencia de cada segmento automotor como contribución al volumen de neumáticos que pasarán a ser considerados NFU según se muestran en la tabla 3.

Tabla 3
Estimado de aporte de NFU según tipo de vehículo

	Livianos	Camiones y tractos	Buses	Motos	Tri motos
Participación por tipo de vehículo (%)	29.1%	2.7%	0.4%	47.5%	20.2%
Cantidad de neumáticos promedio	4	10	8	2	3
Peso promedio de neumático (kg)	12.0	60.0	40.0	7.0	7.0
Participación por volumen de NFU (%)	33%	39%	3%	16%	10%

Nota. Modificado de “Informe estadístico automotor” APP (2023).

Como se puede apreciar, el rubro pesado de camiones, tractos y buses es el más influyente con más del 42% del total, que sumado a vehículos livianos conforman un total de 18,000 toneladas de NFU para la industria de vehículos nuevos.

Es así como el parque automotor del 2019 entre vehículos livianos y pesados alcanza 2’981,000 unidades vehiculares, lo que significa 59,600 toneladas de neumáticos que según recorrido por desgaste podrían convertirse en NFU en los próximos cinco años luego de pasar por procesos de reencauche en algunos casos

En la industria minera, el mayor aporte de neumáticos corresponde a los camiones mineros Caterpillar con una participación del 75% de la maquinaria total del país que actualmente bordea los 1,000 camiones según Gonzalo Díaz, gerente general de Ferreyros (2018). El peso promedio ponderado de un neumático para camiones mineros es 4,000 Kg, con lo que el potencial total de NFU por procesar en trituración es 16,200 toneladas, es decir, USD \$3’596,400 de venta. No obstante, es importante considerar que, por las grandes

dimensiones de los neumáticos mineros, se requiere de una logística específica y especializada para movilizarlos y procesarlos, motivo por el cual se deben estimar también costos asociados al transporte y manipulación previos al proceso.

Según Maguiña, Albert (2018), el mercado de construcción viene en un constante crecimiento, y en lo referente a equipos de construcción sobre neumáticos, el *market share* lo lidera Caterpillar con 40%, P&H con 35%, John Deere y Hitachi con 5% y el resto de los fabricantes con 20%.

En resumen, el producto del reproceso de los NFU es el caucho triturado o también llamado polvo de neumático, con un tamaño menor a 0.8 milímetros, el mismo que forma parte de la composición de asfalto modificado del tipo “pen” según su grado de penetración y viscosidad. La participación del asfalto en la construcción de carreteras es del 25% al 30% dependiendo de su composición requerida en la vía. Además, es importante considerar que en el Perú la renovación de las carreteras es de seis años, lo que incrementará el tamaño de mercado objetivo.

Luego, por kilómetro de carretera asfaltada se tiene un estimado de 13.6 Tn de polvo de NFU como aditivo para pavimentos según Rojas (2022), lo que significan 17 Tn de NFU por kilómetro de carretera cuya composición según Regomax (2022) se presenta en la tabla 4.

Tabla 4
Composición de los neumáticos

Material	%
Caucho	80%
Alambre de Acero	15%
Fibra Textil	5%

Nota. Tomado de Regomax - Oscoco y Santos (2022)

En el Perú existe 84% de carretera vial nacional asfaltada que equivale a 22,672 km que se debe dar mantenimiento cada seis años y se tiene 6,000 kilómetros sin asfaltar que

representan un tamaño de mercado (TAM) de 101,993 Tn de NFU que incluye los mantenimientos y las carreteras nuevas por asfaltar.

A continuación, se presenta en la tabla 5 la red vial nacional que está por asfaltar a julio del 2022 y la tabla 6 muestra los kilómetros de carretera nacional asfaltada por cada año en los últimos siete años.

Tabla 5

Longitud de la red vial nacional según tipo de superficie en Km

Año	Pavimentada	No Pavimentada
2015	18,420	8,016
2016	19,682	7,001
2017	20,368	6,424
2018	21,434	5,676
2019	22,172	4,881
2020	22,385	4,664
2021	22,600	4,441
2022	22,672	4,437

Nota. Estadística Infraestructura de transportes-infraestructura vial - MTC,2022 Tomado de <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/344790-estadistica-infraestructura-de-transportes-infraestructura-vial>

Tabla 6

Longitud de la red vial nacional asfaltada por año en Km

Año	Pavimentada	Km Pavimentado por año
2015	18,420	1,262
2016	19,682	685
2017	20,368	1,066
2018	21,434	738
2019	22,172	212
2020	22,385	216
2021	22,600	71
2022	22,672	554

Nota. Estadística Infraestructura de transportes-infraestructura vial - MTC, 2022

En consecuencia en el Perú se pavimenta en promedio anualmente 600 kilómetros de carretera vial nacional, que sería un punto de inicio del mercado disponible al que debemos

sumarle los mantenimiento de las carreteras, para este fin, consideramos que de los 21,434 kilómetros asfaltados en el 2018, sólo el 8% anual corresponde a mantenimiento de vías obteniéndose entonces 16,167 Tn de polvo de NFU (SAM) procesado al año considerando el ratio de 17 Tn de NFU por kilómetro a un 85% de eficiencia del proceso, es decir que por cada tonelada de NFU se obtiene 0.85 toneladas de NFU triturado.

Para definir el mercado objetivo, debido a que es un producto nuevo se consideraron tres escenarios que corresponden al 35%, 40% y 55% del mercado (SOM) para estimar el más favorable y viable.

2.2. Análisis Competitivo

Actualmente en Perú no se cuenta con una empresa que brinde el servicio a manera de economía circular, por este motivo se realizó un análisis FODA cruzado cuyo detalle se muestra en la tabla 7. Sin embargo, se debe realizar una visión de largo plazo que genere las condiciones para el desarrollo de este tipo de industria, la misma que se ha iniciado con el decreto supremo N°024 -2021 MINAM vigente desde el 23 de julio de 2021, con el cual se puede asegurar un abastecimiento de NFU como materia prima para obtener el polvo de NFU y lograr que las empresas que se dedican a la pavimentación de carreteras empleen en mayor medida el asfalto modificado.

Tabla 7
Matriz FODA

		Fortalezas	Debilidades
MATRIZ FODA		1 Aplicación de economía circular eco ambiental 2 Ahorro de recursos e incremento de rentabilidad 3 Alta demanda de neumáticos en constante crecimiento 4 Normativa legal en vigencia	1 No se cuenta con la suficiente experiencia del proceso 2 Cadena de suministros poco desarrollada 3 Producto reprocesado poco difundido en el mercado 4 Creciente participación del uso de GNV
Oportunidades	Estrategias FO	Estrategias DO	
1 Necesidad de las empresas para cumplir la norma legal actual. 2 Pocas empresas en el rubro de reciclaje a gran escala, pero gran cantidad de emprendedores informales. Alta oferta de neumáticos nuevos. No existen empresas de reprocesado de NFU en Perú. 3 Baja rentabilidad en la comercialización de neumáticos nuevos. 4 Crecientes hábitos de reciclaje y cuidados ambientales Búsqueda de rentabilizar el almacenaje en las empresas operadoras de residuos sólidos (EORS). 5 Incremento de precios de derivados de petróleo. Generación de más de un producto reprocesado para un mismo proceso de valorización.	1 Brindar mecanismos que aseguren el entendimiento de la normativa y beneficios de la aplicación 2 Generar alianzas estratégicas con empresas de la cadena productiva, comercializadora y de suministro, interesadas en el medio ambiente. Generar asociaciones con beneficios para los diversos actores de las etapas de la cadena de suministro (Ej. Asociación de recicladores, de llanterías, etc) 3 Ofrecer soluciones de economía circular y ahorro de recursos con rentabilidad 4 Ofrecer capacitaciones operativas, legales, culturales, etc. enfocadas en los beneficios y oportunidades del negocio. Generar plan de capacitaciones de procesos de valorización de NFU. 5 Encontrar ventaja competitiva en el uso de caucho en la producción de asfalto.	1 Encontrar líneas de financiamiento con entidades financieras o inversionistas comprometidas con el medio ambiente a través de eventos Pitch. 2 Generar plan de capacitaciones de procesos, procedimientos, desarrollo de negocios y formalización para emprendedores conexos a la cadena de reciclaje, comercialización y valorización de NFU. 3 Desarrollar alianzas estratégicas con empresas preocupadas por el medio ambiente 4 Realizar estudio de mercado de producto reprocesado para uso en la producción de asfalto u otros	

Continuación Tabla 7

Matriz FODA

		Fortalezas		Debilidades	
MATRIZ FODA		1	Aplicación de economía circular ecoambiental	1	No se cuenta con la suficiente experiencia del proceso
		2	Ahorro de recursos e incremento de rentabilidad	2	Cadena de suministros poco desarrollada
		3	Alta demanda de neumáticos en constante crecimiento	3	Producto reprocesado poco difundido en el mercado
		4	Normativa legal en vigencia	4	Creciente participación del uso de GNV
Amenazas		Estrategias FA		Estrategias DA	
1	Ingreso de otras empresas dedicadas al rubro, sobre todo extranjeras con experiencia	1	Desarrollar mecanismos que aseguren el almacenaje y reproceso seguro para los trabajadores y pobladores con beneficios por acopio de NFU	1	Alianzas estratégicas con la competencia para difundir la necesidad de cumplimiento de la norma y los beneficios que genera el reproceso de NFU
2	Alta inversión inicial	2	Campañas de comunicación de la seguridad del proceso de reutilización de NFU en toda la cadena productiva y re-procesiva	2	Generar campañas de comunicación sobre los beneficios de acopiar neumáticos a la población más vulnerable
3	Alta corrupción ante incumplimiento de normas	3	Generación de mecanismos con el gobierno para fomentar e incentivar el reciclaje y reuso de NFU	3	Difundir resultados positivos de estudio de impacto ambiental enfocado en la quema de NFU
4	Proceso productivo del caucho considerado cancerígeno	4	Alianzas estratégicas con entidades de salud para la prevención del cáncer en el proceso productivo	4	Generar actividades de apoyo (salud, educación) a las comunidades alrededor de las plantas de quema de NFU

Luego, mediante el análisis de las cinco fuerzas de Porter tenemos:

- El poder de los clientes: Por ser una tecnología nueva, se tiene que trabajar en demostrarles las bondades del uso del polvo de NFU como modificador del asfalto y cuyo costo es mucho menor que los polímeros vírgenes que se usan en sus aplicaciones.
- Amenaza de nuevos competidores: Actualmente existen empresas que se dedican a la trituración de NFU, pero con una granulometría de 1.5 a 2.5 milímetros de NFU, lo cual es usado para canchas de césped sintético, no obstante, si realizaran una inversión podrían obtener la granulometría entre 0.5 mm a 0.8 mm, que es la necesaria para ser usada como aditivo para modificar el asfalto. Otra amenaza latente es la incursión en el mercado peruano de empresas extranjeras de la región que actualmente participan en esta actividad, como son los casos de Argentina y Colombia.
- Poder de los proveedores: El insumo principal de toda la cadena de producción y por ende del negocio es el NFU, en ese sentido la nueva normativa gubernamental vigente desde el año 2021, obligará a los participantes de toda la industria de neumáticos, a requerir servicios de empresas de valoración de NFU, es decir serán proveedores.
- Amenaza de los productos sustitutos: Los clientes actualmente utilizan aditivos con base de polímero virgen el cual tiene un costo mayor, pero goza de mayor experiencia en el mercado y el *expertise* del cliente en su aplicación.
- Rivalidad competitiva: Existe en los países latinoamericanos un creciente desarrollo de este tipo de industria, algunos países como Argentina, Colombia, Chile y México le llevan ventaja al Perú, por lo que es probable que en el corto plazo ingresen productos a base de NFU como aditivo para obtener asfalto modificado, tal es el caso de México donde se está planeando abrir una planta para producir un producto llamado RARX, que es un aditivo para modificar el asfalto en base a polvo de NFU desarrollado en España (Sacyr, 2023).

Capítulo 3. Investigación del Usuario

Este capítulo se orientó a conocer el perfil y necesidades del cliente, para tal fin, se aplicaron lienzos, mapas e información extraída de las entrevistas a potenciales usuarios del servicio, con el objetivo de desarrollar el modelo de negocio efectivo que brinde soluciones sostenibles.

3.1. Perfil del Usuario

Con el fin de poder identificar el perfil del usuario, se realizaron diferentes métodos: encuesta a diez empresas generadoras de NFU, encuestas a 35 representantes de empresas y entrevista realizada a diez representantes de empresas potenciales de compra.

a. *Paso 1: Guía de Entrevista*

El apéndice A muestra las preguntas objetivo para las entrevistas realizadas a profesionales del rubro automotriz, minero y de construcción con la finalidad de obtener un perfil de usuario idóneo para el planteamiento del negocio.

b. *Paso 2: Sintetizar Respuestas*

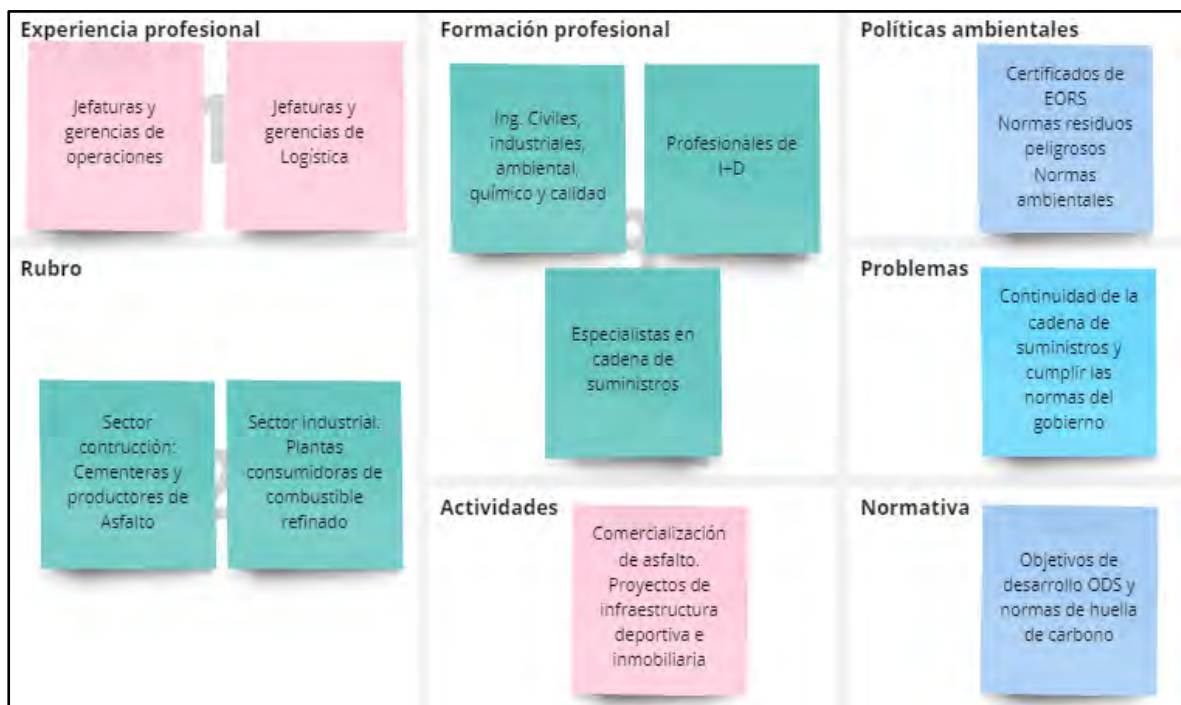
El apéndice B muestra el resumen de preguntas y respuestas de las entrevistas realizadas, con ello, podemos conocer más a fondo los *stakeholders* para llevar a cabo la propuesta de negocio.

c. *Paso 3: Lienzo Meta Usuario*

Se observó en los resultados comparativos que los entrevistados consideran necesario en sus empresas, el cumplimiento de normas legales a pesar de no conocer necesariamente y a detalle el vigente referente al tratamiento de NFU. Los clientes tienden a buscar proveedores que les aseguren el cumplimiento normativo mediante certificados, necesarios para competir en industrias ambientales como es la minería.

Así mismo la información es congruente respecto a la conciencia y necesidad de una sociedad o industria de cuidado ambiental, en tal sentido, buscan nuevas alternativas de manejo de residuos sólidos y más aún, buscan soluciones globales que agrupen distintos tipos de residuos tales como aceites, baterías, metales, papeles y NFU, dichas necesidades y dolencias de los potenciales clientes son reflejado en la figura 1.

Figura 1
Lienzo de meta usuario



3.2. Mapa de Experiencia de Usuario

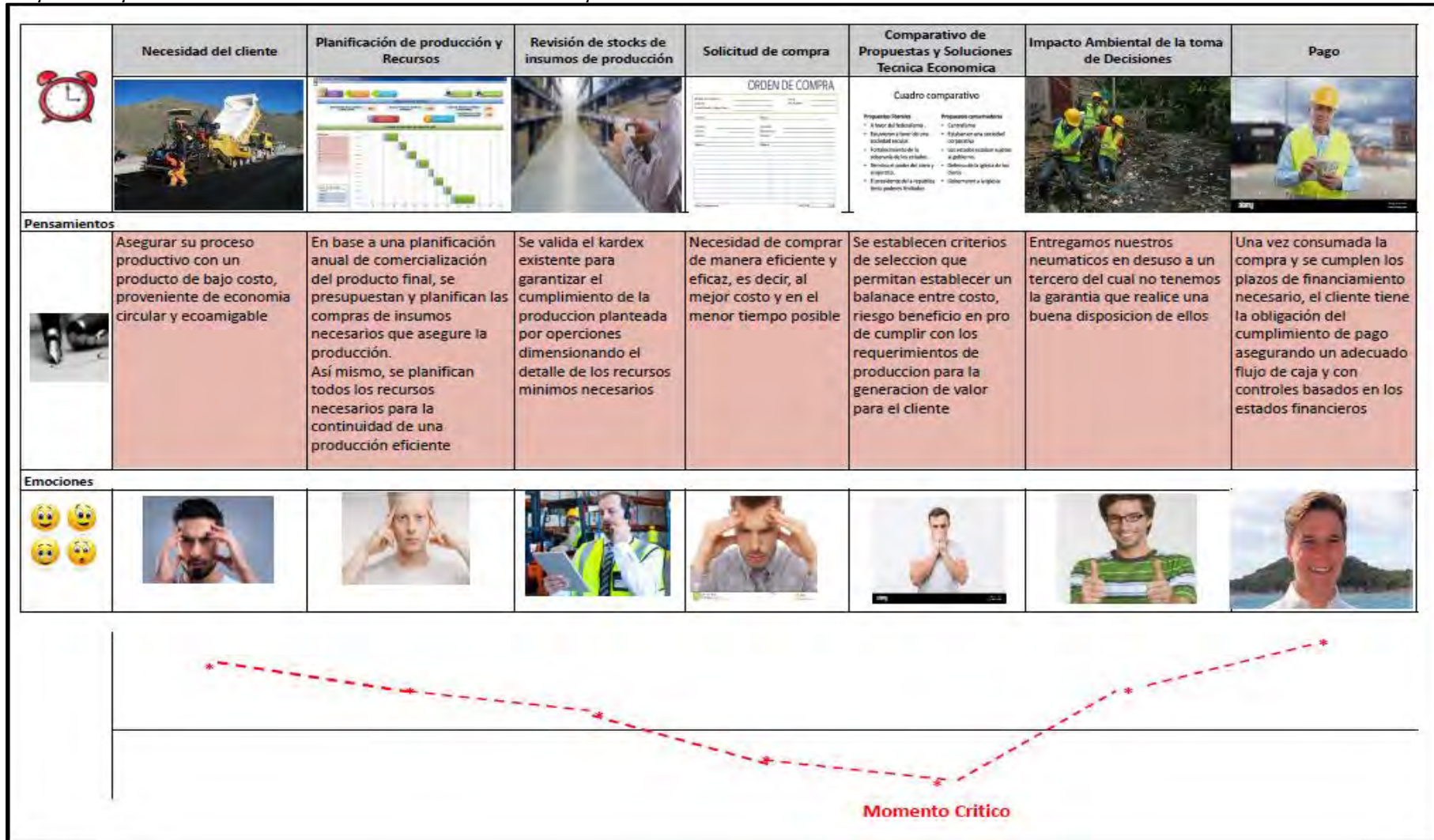
En el mapa de empatía se evidenció la necesidad del cuidado medio ambiental, aunque la mayoría de entrevistados consideró una obligación más que una necesidad, más aún en la industria minera que cuyas actividades son más exhaustivas, siendo la falta de espacio para el acopio de NFU una dolencia importante, por tanto se deduce que existe una necesidad de brindar el servicio externo mediante socios estratégicos que faciliten el cumplimiento a la norma y la conviertan en recursos reutilizables mediante la economía circular.

En el mapa de experiencia del usuario para el proceso de servicio de otorgamiento de certificado se logró identificar el momento crítico cuando el cliente requiere de un medio para recolectar, transportar y acopiar los NFU en los lugares destinados por las entidades gubernamentales o las empresas operadoras de residuos sólidos (EORS), más aún si no se tienen políticas de manejo de residuos peligrosos y reciclaje.

También se detectó la creciente preocupación del cliente en busca de mejorar su rentabilidad, que empieza con un sobre costo por acopio NFU y termina por el cumplimiento de procesos que se validan por certificados exigidos por ley e industrias de cultura responsable social alta o por entidades gubernamentales.

En el proceso de suministro y venta de polvo de NFU, el momento crítico del usuario es cuando debe realizar un comparativo de las propuestas técnicas económicas de cada proveedor, o en su defecto, participantes a una licitación; ya que debe realizar un balance entre eficiencia y eficacia, es decir, tener lo solicitado con el menor costo posible, en el menor tiempo posible, con las mejores condiciones de pago posible, sin descuidar la calidad del producto o servicio a obtener. La figura 2 muestra el mapa de experiencia del usuario para el proceso *core* del negocio de venta de particulado de NFU.

Figura 2
Mapa de experiencia del usuario de comercialización de polvo de NFU

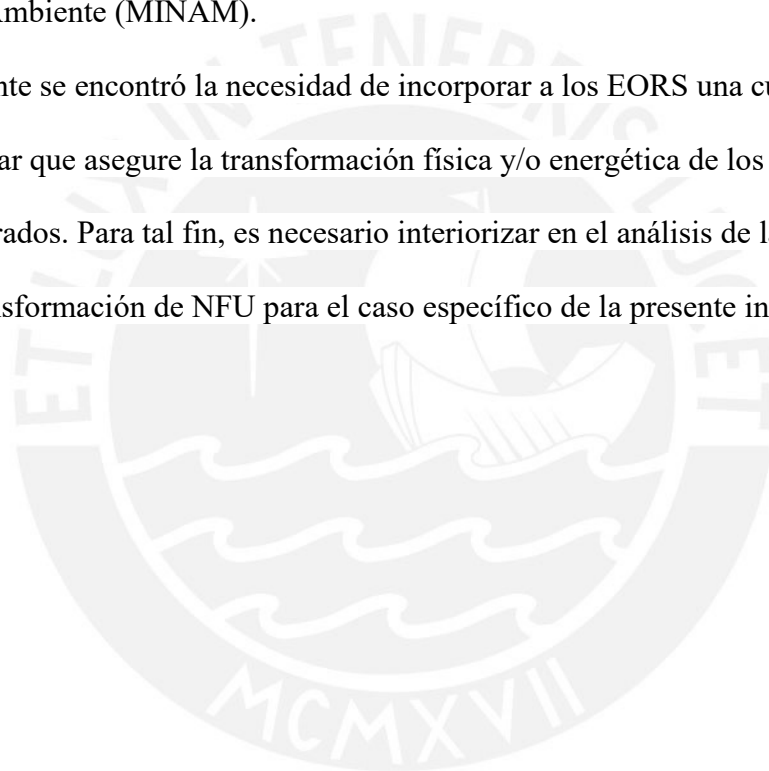


3.3. Identificación de la Necesidad

Existe una necesidad de cumplimiento de la normativa gubernamental existente que brinda el marco legal y el alcance de los participantes de las cadenas de producción, transporte, comercialización, recolección, acopio y transformación física y/o energética de los residuos sólidos peligrosos y en específico de los NFU.

Además, existe una necesidad de enfoque en el *core* del negocio, por lo tanto, se genera la necesidad de tercerizar mediante proveedores homologados y certificados por el Ministerio del Ambiente (MINAM).

Finalmente se encontró la necesidad de incorporar a los EORS una cultura de economía circular que asegure la transformación física y/o energética de los residuos peligrosos generados. Para tal fin, es necesario interiorizar en el análisis de las mejores prácticas de transformación de NFU para el caso específico de la presente investigación.



Capítulo 4. Diseño de Producto o Servicio

En el presente capítulo se enfocará en establecer la propuesta de valor a partir de la identificación de las necesidades a satisfacer a los potenciales clientes, para lo cual se aplicaron encuestas, entrevistas, mapa de valor y evaluaciones de parámetros legales, sociales y medioambientales.

4.1. Concepción del Producto o Servicio

Ante la necesidad identificada es necesario la formación de empresas operadoras de residuos sólidos que busquen reprocesar NFU aplicando economía circular. En tal sentido, se plantea el negocio como servicio de reciclaje, trituración y valoración de NFU para la comercialización de polvo de caucho a aplicarse en la preparación de asfalto modificado.

El perfil de cliente para la primera etapa está direccionado a clientes generadores de NFU del rubro minero, transporte y construcción, que necesitan cumplir con el Decreto Supremo N° 024-2021 - MINAM y el Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278 que aprueba la ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Para tal fin, el servicio de recolección y transporte será soportado por empresas EORS quienes serán los socios estratégicos, buscando maximizar el alcance al explotar la red nodal de acopio de residuos sólidos “RRSS” existente y mediante la cual se podrá emitir certificados de adecuada disposición final, cumplimiento que servirá a los proveedores ante auditorías gubernamentales o privadas que lo requieran.

La segunda etapa del negocio de economía circular se enfoca en la comercialización del producto reprocesado NFU por trituración que servirá de materia prima para elaboración de asfalto modificado. Los clientes relacionados a esta etapa son constructoras, entidades y cualquier otro que involucre la construcción de pistas y/o carreteras.

4.2. Desarrollo de Narrativa

Se utilizó metodologías como *design thinking* para identificar y valorar detalles en cada etapa, es así que se buscó empatizar comprendiendo la necesidad de reutilizar los neumáticos fuera de uso por su alto valor contaminante de suelos y medio ambiente ante una quema descontrolada. En ese sentido se idearon diversas formas de valorar los NFU luego de procesarlos por trituración, pirólisis u otro proceso con la finalidad de obtener productos materia prima, es así que se generó el prototipo de particulado como agregado para asfalto modificado el que se pudo validar con especialistas en construcción de carreteras como una técnica reciente y en desarrollo en otros países, mas no en el Perú por las limitantes legales que no promueven su utilización a pesar de la viabilidad del producto. Finalmente se evaluó el uso del particulado de NFU como un agregado directo a la mezcla asfáltica contra un agregado para aditivo del asfalto, siendo el primero con mejores prestaciones desde el punto de vista de calidad del producto y tecnologías conocidas para la ejecución inmediata con proyección a futuros desarrollos.

Adicionalmente se pudo analizar mediante la metodología *lean startup*, según Ries (2011), la visión para la utilización de NFU, su contribución a la sostenibilidad y mejoramiento del medio ambiente formulando hipótesis de uso como componentes para la fabricación de césped sintético, pistas atléticas o agregados de asfalto modificado para construcción de carreteras. En este último uso descrito se analizó desde la perspectiva de tecnologías existentes o accesibles y entorno logístico para la recolección, transformación y valoración de NFU siendo dos usos los de mejor prototipo. El primero como agregado de polvo triturado directamente a la mezcla asfáltica y el segundo como materia prima para la fabricación de aditivos de asfalto. Luego, como validación de estos prototipos se pudo buscar usos similares en la industria global consiguiendo validar que existen productos de usos

similares patentados en otros países ajenos al Perú cuya usabilidad es tangible dada sus condiciones de normativas gubernamentales.

En consecuencia, se sustenta que el negocio se compone de dos etapas, la primera enfocada en establecer alianzas estratégicas con empresas EORS como medios de acopio utilizando la red nodal existente que permite a los generadores de NFU disponer de un espacio físico a su disposición para el correcto almacenaje, obteniendo en cada entrega un certificado de disposición adecuado de sus residuos, los mismos que son recogidos y trasladados a la planta de procesamiento soportada mediante cadena de transporte de carga. La segunda etapa está orientada al suministro de material residual obtenido de la valoración de NFU para la elaboración de asfalto modificado.

4.3. Carácter Innovador del Producto o Servicio

Para comprender mejor el tipo de innovación del producto de esta tesis se definen los diferentes tipos de innovación que existen, teniendo así la innovación incremental y la innovación radical o disruptiva, de las cuales por definición podemos decir que la que más se aproxima al producto es la del tipo incremental, debido a que este tipo de innovación se da de manera paulatina, con pequeños cambios en un producto o servicio ya existente (Negocios y Empresas, s.f.). Como en este caso es el asfalto para carreteras, el cual al ser agregado el polvo de NFU, se mejoran las propiedades mecánicas del asfalto. Esta técnica es un producto que recién se está desarrollando en países sudamericanos, es en México donde se tiene los mayores avances de implementación, en Argentina y Colombia se están generando las primeras experiencias. (Carreteras Panamericanas, 2021)

La innovación tecnológica se basa en el reciclaje físico a través de la trituración de NFU y la incorporación del polvo de NFU en la mezcla de asfalto modificado, así mismo, como la entrega de certificado de disposición de residuos sólidos llevando los componentes residuales de nuestros procesos a convertirse en materia prima para la fabricación de asfalto

modificado. Esto se debe a que actualmente las empresas desechan o reciclan los NFU de manera tradicional, es decir, son almacenadas y luego desechadas o vendidas sin conocimiento real del destino al que serán enviadas.

Por ello, a través del proceso de valoración de NFU es posible mejorar la recuperación de diferentes residuos no degradables para posteriormente obtener productos de valor agregado totalmente reutilizables, reduciendo el impacto ambiental. Finalmente, se emite un certificado donde corrobora que el cliente es un contribuyente a la economía circular, dándole un mayor uso a los recursos.

Como referencia, existen distintas patentes de similares productos y servicios de valoración de NFU como por ejemplo la que figura con el número de solicitud internacional PCT/IB2020/057233 y número de publicación internacional WO2021/019501A1, que refiere a aditivo granulado en base a fibras textiles provenientes de neumáticos fuera de uso, polvo de neumático y ligante asfáltico, así como el procedimiento de obtención del producto y uso. Así mismo existe otra patente europea con número de solicitud E12775530(4) con número de publicación de concesión europea EP2773703 que refiere a compuesto para la realización de betún modificado para asfalto que obtiene mejores propiedades que el asfalto tradicional.

4.4. Propuesta de Valor

A continuación, se muestran en las tablas 8, 9, 10 y 11 las etapas del negocio en lo referente a mapa de empatía y aliviadores de frustraciones del cliente.

Tabla 8
Mapa de empatía de la etapa de entrada

Alegrías	Trabajos del cliente	Frustraciones
Reducir la huella de carbono.	Búsqueda de proveedores.	Penalidades y accidentes.
Licitación en otros mercados.	Plan de gestión.	Restricciones de disposición.
Destacar por impacto ambiental.	Asignar recursos.	Falta de espacio de acopio.
Foco en el <i>core</i> de su negocio.	Establecer controles.	Tiempos muertos.
Cumplimiento de normativa.	Disponer de espacio físico	Descontrol de NFU.
Retorno económico por NFU.	Transportar los NFU.	Complejidad de gestión.

Tabla 9
Aliviadores de frustraciones de la etapa de entrada

Creadores de alegrías	Productos y servicios	Aliviador de frustraciones
Acceso a créditos ambientales.	Portal web y monitoreo en	Trazabilidad de NFU.
Licitación con empresas top.	línea de disposición.	Control de inventarios.
Liberar puntos de acopio.	Apoyo gubernamental.	Beneficios comerciales.
Certificación de cumplimiento.	Gestión especializada en	Certificación de procesos.
Foco en su negocio.	residuos sólidos.	Aplicar economía circular.
Incremento de rentabilidad.	Almacenes públicos.	Alianzas ambientales.
Asesoría constante.	Asesoría y soporte de	Generación de ingresos
Optimización de procesos.	disposición.	adicionales.

Tabla 10
Mapa de empatía de la etapa de salida. Comercialización de polvo de NFU

Alegrías	Trabajos del cliente	Frustraciones
Acceso a bonos de carbono.	Búsqueda de proveedores.	Restricción de mercados.
Reducir huella de carbono.	Establecer controles	Falta de materia prima.
Optimización de recursos.	Plan de gestión.	Elevados costos operativos.
Certificación de cumplimiento.	Aplicar economía circular.	Restricción de licitaciones.

Tabla 11
Aliviadores de frustraciones de la etapa de salida

Creadores de alegrías	Productos y servicios	Aliviador de frustraciones
Dotación de materia prima.		Reducir costos operativos.
Implementar economía circular.	Materia prima a base de	Evitar aplicación de multas.
Foco en su negocio.	caucho triturado.	Control ambiental.
Optimizar procesos		Trazabilidad de la materia
		prima.

A continuación, se muestra la validación de propuesta de valor en la tabla 12 donde se puede apreciar que se centró en los trabajos y frustraciones más importantes a la vez que aborda aspectos funcionales, sociales y emocionales de los usuarios. Además, la propuesta de valor se diferencia de la competencia de manera significativa dada su aplicación de economía circular en pro del cuidado del medio ambiente. Sin embargo, no representa una idea con alta dificultad de copia, salvo por la inversión inicial involucrada en el proyecto.

Tabla 12
Validación de Propuesta de Valor

¿Se centra en los trabajos más importantes, frustraciones más extremas y alegrías más esenciales?	Si, porque permite a empresas enfocarse en su negocio delegando la gestión de NFU y que se dispongan de materia prima reciclada para aplicar economía circular.
¿Se centra en trabajos no solucionados, frustraciones no resueltas y alegrías no obtenidas?	Si, porque al momento no existe en el Perú una compañía dedicada a la disposición de NFU de manera responsable con el medio ambiente.
¿Aborda a la vez trabajos funcionales, emocionales y sociales?	Si, porque forma parte de la cadena de operación de las empresas de transporte y tienen implicancia legal y medioambiental.
¿Se alinea con el modo en el que los clientes miden el éxito?	Si, destacando la posibilidad de optimizar recursos, evitar contingencias legales y disponer de propuestas de valor
¿Se concentra en los trabajos, frustraciones y alegrías que sufren un gran número de clientes?	Si, enfocado a solucionar una problemática real, vigente y que genera sobrecostos para las empresas de transporte a nivel nacional
¿Se diferencia de la competencia de manera significativa?	Si, debido a la aplicación de economía circular que busca generar el menor impacto ambiental
¿Supera a la competencia por lo menos en un ámbito?	Si, es una propuesta disruptiva que busca ser el mediador entre emisores de NFU y proveer materia prima reciclado
¿Es difícil de copiar?	No, por ello la importancia de buscar la sostenibilidad

a. Propuesta de Valor Prototipo e Integrado

El servicio de gestión responsable de NFU ayuda a los usuarios generadores de NFU que quieran disponer de manera correcta estos desechos para ser usuarios y organizaciones sostenibles cumpliendo con la normativa vigente y generando menor impacto ambiental gracias a la aplicación de economía circular logrando satisfacer la necesidad de empresas de contar con materias primas reciclables en sus procesos.

4.5. Producto mínimo viable (PMV)

El servicio de gestión responsable de NFU soluciona la problemática de contaminación ambiental por NFU al extender la vida útil de estos al reincorporar los derivados de NFU mediante el proceso de trituración para la obtención de polvo de caucho

para la elaboración de asfalto modificado agregando valor a la mezcla incrementando la durabilidad y rentabilidad para la construcción de carreteras, aeropuertos y todo pavimento vial.

Con el fin de poder desarrollar el producto mínimo viable, primero se identificó el problema social y comercial, siendo el social minimizar la quema de llantas, por ende, la contaminación ambiental que se genera. Por otro lado, la necesidad comercial o de negocio, es poder ofrecer un mejor uso a las NFU, generando economía circular, abaratando los costos con el fin de mejorar la rentabilidad de las empresas de construcción en la fabricación de asfalto, obteniendo un producto de buena calidad; finalmente, se aporta a los indicadores internos de las empresas por minimizar la emisión de CO₂ en sus procesos. Esto se puede visualizar más a detalle en el apartado 3.2, correspondiente al mapa de experiencia del usuario.

Por otro lado, con la información capturada del mapa de experiencia del usuario se desarrolló un logotipo, con el que se busca expresar la identidad de la marca; para ello, se realizó una lluvia de ideas donde salieron los siguientes conceptos: Verde, cuidado de medio ambiente, disminución de huella de carbono, economía circular, mejora en procesos, mejor calidad, pensar fuera de la caja. Luego de ello, relacionando con el tema de asfalto y NFU, se realizó el diseño como emblema del proyecto a desarrollar, recopilando las ideas que más se manifestaron en la actividad.

En este sentido se destacó gráficamente la materia prima del negocio con la imagen del neumático y las siglas NFU, en el eslogan se destaca el rubro del mercado meta que hace referencia el negocio, la hoja con el círculo hacen mención a la economía circular en beneficio del medio ambiente y todos englobados en el cerebro humano enfocado en el ingenio y la innovación. Finalmente, todos emulan de alguna manera a un tracto camión futurista de estilo europeo.

Figura 3
Logotipo de Negocio



Posterior a ello, con el fin de validar el prototipo del logotipo del negocio, se solicitó el soporte de un grupo reducido de participantes, para que puedan otorgar el *feedback* de la idea a través de un *focus group*; como resultado, fue que el logotipo reflejado en la figura 3, si transmite imagen de un negocio sustentable o relacionado a economía circular, adicional a ello, alineado con el concepto de neumáticos fuera de uso.

Capítulo 5. Modelo de Negocio

Se desarrolló el modelo de negocio bajo la metodología y formato Canvas inicialmente para el proceso de certificación de transformación, adecuado almacenaje y correcta disposición de los NFU de manera que aseguremos la cadena logística y materia prima para el triturado de NFU. En consecuencia, como proceso principal, el modelo de negocio plantea la generación de materia prima para asfalto a partir de NFU triturado que asegure mayor durabilidad al asfalto modificado por las propiedades físicas que brinda el caucho dentro del producto terminado dentro del contexto de economía circular y la escalabilidad, con tendencia a una cultura de preservación del medio ambiente para la preservación de la salud pública.

Desde el punto de vista económico el modelo de negocio brinda la creación de valor de un residuo altamente contaminante además de la generación de puestos de trabajo para brindar desarrollo sostenible a las zonas de influencia del negocio.

5.1. Lienzo Modelo de Negocio

En principio, como segmentos de clientes se enfocó los esfuerzos en empresas constructoras del rubro de carreteras que utilizan asfalto modificado con insumo en base a NFU triturado. Luego, para asegurar el suministro de materia prima para la transformación, la investigación se basó en empresas transportistas flotilleras de carga y pasajeros de los sectores de transporte, minería y construcción, así como también en talleres de reemplazo de neumáticos, importadoras de neumáticos y concesionarios de venta de vehículos en general.

La propuesta de valor ofrece el cumplimiento de la normativa vigente enfocado en el tratamiento, transformación y valorización de NFU, además de ser considerada una empresa socialmente responsable, filantrópica y de valor compartido, enfocada en la rentabilidad para la generación de asfalto modificado con base en economía circular.

Los canales de comunicación, concientización y difusión del modelo de negocio se brindarán a través de visitas a clientes con testimoniales de experiencia real del medio, así como buenas prácticas internacionales, respaldada por información en *web* y redes sociales profesionales basada en el *marketing* digital para captar tomadores de decisiones de compra, así como decisores técnicos que buscan eficiencia y rentabilidad. En este sentido utilizaremos el canal directo de ventas de producto reprocesado de NFU.

Respecto a la relación con los clientes se buscará generar valor a través de la personalización de los servicios brindando trazabilidad constante del proceso mediante *app* de seguimiento desde el contacto, oferta, aprobación del cliente, facturación, despacho y post venta. Así mismo se brindará capacitación constante respecto a los beneficios de la utilización de material reciclado y transformado en base a desechos altamente tóxicos para el ambiente. Estas capacitaciones se brindarán bajo las modalidades de presencialidad y virtualidad con enfoque en *webinars* y canal de *youtube*.

Las fuentes de ingreso del negocio se centran en la venta del producto transformado de caucho de NFU como aditivo para asfalto modificado o para otras aplicaciones en las que se requiera NFU triturado. La segunda fuente de ingreso es la venta de alambre de acero reciclado cuyo volumen es aproximadamente el 15% del total de NFU, esta fuente es otro aporte del negocio en base a la economía circular. La tercera fuente de ingreso, aunque en menor cuantía, será la venta de certificados de cumplimiento a las normas gubernamentales de manejo de residuos peligrosos y tóxicos respaldado por la disposición, transformación y valoración responsable de los NFU.

Como recursos clave se considerará la maquinaria eficiente y efectiva para asegurar la producción idónea del material triturado de caucho, así mismo es un recurso clave la cadena logística de recolección y acopio de NFU. Además de inicio es un recurso clave el *marketing*

estratégico a realizar para el posicionamiento de un producto nuevo basado en economía circular que significa mayor rentabilidad para la fabricación de asfalto modificado.

Como actividades clave principalmente se tienen la recolección y acopio de NFU cuyo reto es asegurar la materia prima e incrementar la rentabilidad del negocio además de la sensibilización sobre beneficios de la economía circular, así como la selección de maquinaria de transformación de NFU que asegure la eficiencia y rentabilidad del negocio.

Se consideró como socios clave a proveedores con experiencia para la cadena logística eficiente basada en empresas de transporte que optimicen los costos de flete idóneos para la rentabilidad. Otros socios estratégicos son las operadoras de residuos sólidos que brindan certificaciones para optimizar costos operativos. También se considera a los talleres de reemplazo de NFU donde se reemplazan neumáticos. Por otro lado, están los fabricantes de máquinas de trituración de NFU que proveen la maquinaria que asegure la calidad de la materia prima para asfalto modificado y las comercializadoras de neumáticos donde inicia el proceso y cadena de suministro. Finalmente se tienen las entidades gubernamentales, las mismas que rigen normas y prestan áreas de acopio de residuos sólidos y de las que se requiere nuevas leyes que permitan el crecimiento y sostenibilidad del negocio fomentando la necesidad de utilización de productos reprocesados de NFU en los procesos de construcción de carreteras asfaltadas haciendo de estos proyectos tengan la obligatoriedad de uso de caucho que permita el cuidado del medio ambiente e incremente la rentabilidad.

La estructura de costos está conformada por el flete de transporte, adquisición de maquinaria de transformación de NFU como costo de inversión inicial y *app* de trazabilidad de pedidos y fidelización de clientes. Por otro lado, se deben contemplar gastos como estudio de mercado, plan de *marketing* y habilitación con EORS autorizados por el MINAM.

A continuación, se muestra gráficamente el lienzo del modelo de negocio de *Brainful* en la figura 4.

Figura 4
Lienzo de modelo de negocio



5.2. Viabilidad del Modelo de Negocio

El marco legal actual en el Perú busca la responsabilidad extendida del productor, la misma que promueve y demanda que los fabricantes, importadores, distribuidores y comercializadores de neumáticos se involucren activamente en las distintas etapas del ciclo de vida del producto en busca de la recuperación y valoración de los NFU. Este tipo de medidas ponen los cimientos a la reutilización de productos altamente tóxicos a los que se les puede reutilizar bajo los criterios de la economía circular.

Mediante un análisis de las cinco fuerzas de Porter anteriormente analizadas en el capítulo 2, se concluyó que existe un bajo nivel de amenaza de rivalidad de competidores debido a que la fórmula del uso de NFU triturado en el asfalto modificado aún no es un producto difundido en el mercado de construcción de carreteras, así mismo se detectó un bajo nivel de poder de negociación de los proveedores puesto que el marco legal brinda la exigencia idónea para que los participantes de la cadena productiva y comercializadora tengan la necesidad de disponer de los NFU a empresas aseguren la correcta disposición y valoración del producto desechado. Sin embargo, para la inversión inicial se consideró que los proveedores de maquinaria tienen un nivel medio de negociación debido al nivel de especialización del particulado de NFU y el tamaño idóneo para el suministro en la mezcla asfáltica y consecuente asfalto modificado.

Respecto al poder de negociación de los clientes se consideró un alto nivel sustentado en la razón de que un nuevo aditivo de un producto existente presenta barreras enfocadas en el precio que usualmente los consumidores necesitan aminorar para obtener mayor rentabilidad, sin embargo, el potencial de este aditivo particulado de NFU brinda mayor durabilidad al producto final, por ende la calidad del asfalto modificado es el principal valor agregado, que si bien es cierto, existen otros aditivos a manera de productos sustitutos que mejoran las propiedades del asfalto modificado, es el NFU el único que se basa en la

economía circular, lo que brinda una ventaja competitiva hacia la sostenibilidad responsable de las comunidades y las empresas constructoras.

En el marco del análisis financiero es importante tomar énfasis en la inversión inicial debido a que se requiere de una inversión inicial considerable en maquinaria especializada, la misma que se detalla a continuación, en la tabla 13:

Tabla 13
Tabla de maquinaria de planta y capacidad de producción

Maquinaria	Cantidad	Precio unitario (USD \$)	Inversión total (USD \$)	Capacidad de producción unitaria	Unidad de producción
Lavadora de neumáticos	2	8,000	16,000	800	Kg/h
Destalonadora	1	7,200	7,200	1,800	Kg/h
Extractor banda de acero	2	38,000	76,000	1,300	Kg/h
Cortador de neumáticos	1	18,000	18,000	2,000	Kg/h
Triturador	1	72,000	72,000	3,000	Kg/h
Granulador	3	30,000	90,000	500	Kg/h
Separador magnético	2	12,000	24,000	700	Kg/h
Separador de fibra	2	21,000	42,000	1,000	Kg/h
Molino	2	32,400	64,800	1,600	Kg/h
Tamizador	1	3,600	3,600	5,000	Kg/h
Empacadora	1	12,000	12,000	1,500	Kg/h
Montacargas	1	40,000	40,000	-	-
Otros equipos auxiliares	1	7,000	7,000	-	-
Camiones de reparto	2	90,000	180,000	-	-

Esta distribución de maquinaria brindaría una capacidad instalada de 10,282 toneladas anuales de producto terminado de NFU triturado con una eficiencia de maquinaria del 85% y eficiencia de transformación del 70%, lo que significa que las máquinas de menor capacidad operan al 85% de su capacidad y por cada tonelada de NFU, se genera 0.70 toneladas de producto terminado cuyas características técnicas se muestran en la tabla 14:

Tabla 14
Tabla de características del producto

Características	Descripción
Presentación	Sacos
Peso neto	50 kg.
Tamaño de partícula	De 0.5 a 0.8 mm
Color	Negro
Materiales	Contenido de polímeros NR/SR (%) 70/30 - 60/40
Almacenamiento	Bajo techo en lugar fresco
Restricción	Producto altamente inflamable

Así mismo, es importante detallar la distribución del capital humano necesario para la correcta *performance* de la operación que constaría de la información vertida en las tablas 15 y 16.

Tabla 15
Tabla de capital humano operativo y salarios básicos

Posición	Cantidad	Salario básico (Soles)	Sub total Salario básico (Soles)
Vendedores	3	6,000	18,000
Operario de lavado de neumáticos	3	1,500	4,500
Operario de destalonado	3	1,800	5,400
Operario de extracción	3	1,800	5,400
Operario de corte	3	1,800	5,400
Operario de triturado	3	1,800	5,400
Operario de granulado	3	1,800	5,400
Operario de separación magnética	3	1,800	5,400
Operario de separación fibra	3	1,800	5,400
Operario de tamizado	3	1,800	5,400
Operario de molino	6	1,800	10,800
Operario de pulverizado	3	1,800	5,400
Operario de empaque	3	1,800	5,400
Almaceneros	3	2,000	6,000
Volantes	4	1,800	7,200
Operador de montacargas	2	3,000	6,000

Tabla 16*Tabla de capital humano administrativo y salarios básicos*

Posición	Cantidad	Salario básico (Soles)
Jefe de operaciones	1	8,000
Jefe de administración y RRHH	1	6,000
Supervisor de planta	1	4,000
Contador	1	4,000
Mecánico / Electricista	2	2,800
Soporte TI	1	2,800
Supervisor de SSOMA	1	4,500
Vigilante	4	2,500

Tomando en cuenta la inversión inicial, los costos de personal requerido y el potencial de mercado detallado en el capítulo 2, se construyeron tres escenarios con la finalidad de validar la viabilidad del negocio. Para tal fin se asignó un precio por tonelada de NFU triturado de USD \$390 dólares americanos incluido impuestos.

En resumen, se muestra a continuación la tabla 17 con las variables financieras en las que se visualiza la viabilidad del proyecto al tener un valor actual neto (VAN) positivo con una TIR mayor al costo de oportunidad (COK) y con un tiempo de retorno de la inversión menor a tres años, el sustento de estos resultados se muestra en la tabla 26.

Tabla 17*Tabla de variables de viabilidad financiera*

Escenario	Optimista	Moderado	Pesimista
COK	18%	18%	18%
VAN	2'195,446	1'004,403	607,388
TIR	76.75%	45.45%	34.09%
Payback	1.56	2.61	3.21

5.3. Escalabilidad y Exponencialidad del Modelo de Negocio

De acuerdo al análisis del presente proyecto, el modelo de negocio es escalable, debido a que el propósito es fomentar la economía circular en la valoración de NFU generadas en empresas de transporte con apalancamiento gubernamental. Se emplearán

puntos nodales de acopio y vínculos de colaboración con entidades privadas utilizando bases de datos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú y motores de búsqueda *web* para encontrar a los generadores de NFU. Por otro lado, se establecerá una cadena de logística tercerizada, además de la implementación de una planta de procesamiento de caucho buscando el modelo de franquicia. También se implementarán indicadores de satisfacción de clientes y *dashboards* de control de producción y operación.

Con lo dimensionado hasta el momento en un escenario moderado se puede alcanzar solamente el 7.93% del tamaño de mercado *Total Addressable Market* (TAM) de neumáticos fuera de uso en el primer año, habiendo entonces un amplio campo para escalar el negocio internamente el país, sin embargo, también existe la posibilidad de expandirse hacia otros países de la región como Bolivia y Ecuador, no obstante, es indispensable el marco legal idóneo para el crecimiento del negocio. Incluso el Perú tiene pendientes leyes que obliguen a las constructoras a utilizar productos de economía circular en los procesos de construcción de carreteras y aeropuertos.

Finalmente, el negocio también tiene la posibilidad de expandirse hacia otros productos que se extraen del proceso original, tales como la fibra, sin embargo también puede expandirse hacia negocios de aditivos más especializados altamente tecnológicos para mezcla asfáltica con resultados rentables y de calidad, todo lo anteriormente descrito sustenta que estamos frente a un proyecto escalable, el crecimiento de la empresa se va a dar en forma paulatina a medida que se conozcan las bondades del polvo de NFU como un aditivo para el asfalto, a medida que se desarrolle el uso del polvo de NFU en los países sudamericanos.

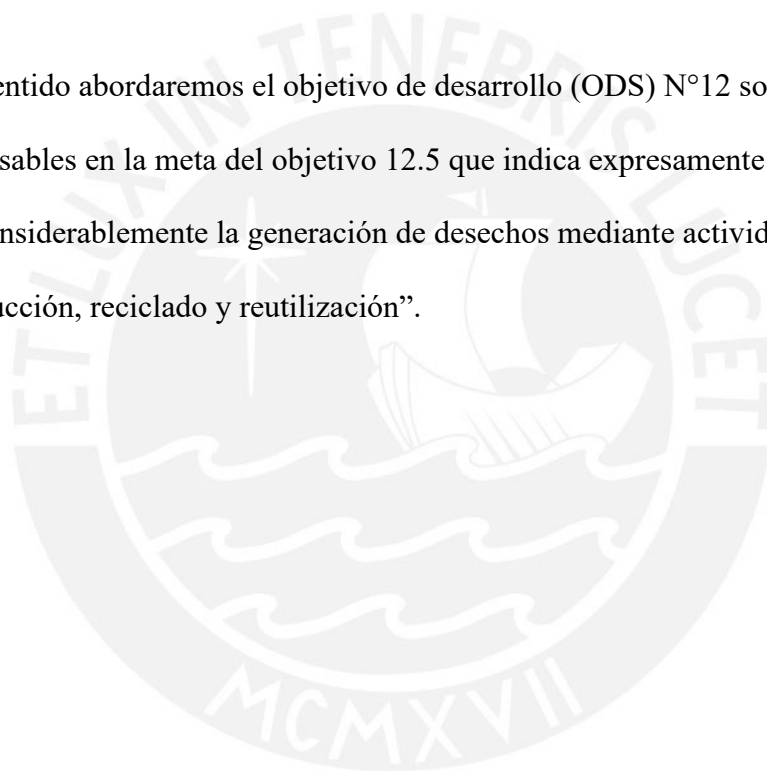
5.4. Sostenibilidad del Modelo de Negocio

Para el análisis se enfocó el negocio en tres aristas: Ambiental, social y económica. Respecto al impacto ambiental la propuesta favorece a la disposición de residuos sólidos para

evitar que los NFU contaminen y también favorece a la valorización de NFU en productos reutilizables.

En impacto económico, el modelo se enfoca en la economía circular al lograr la valorización de NFU para generar materia prima para asfalto con mejores propiedades que generan rentabilidad a costos competitivos. En impacto social se considera importante generar un fondo de micro financiamiento para las comunidades aledañas, de nuestra área de influencia, incentivándolos a formar parte de nuestros proveedores logísticos de transporte y acopio de NFU.

En ese sentido abordaremos el objetivo de desarrollo (ODS) N°12 sobre producción y consumo responsables en la meta del objetivo 12.5 que indica expresamente: “De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización”.



Capítulo 6. Solución Deseable, Factible y Viable

6.1. Validación de la Deseabilidad de la Solución

6.1.1. Hipótesis para validar la deseabilidad de la solución

Como primer filtro para comprobar que la propuesta de negocio es viable, se realizaron entrevistas a 10 personas de empresas que generan NFU, con el fin de saber cuál será la capacidad de recolección de materia prima y ello transformarlo en el producto final que es polvo de NFU triturado. En ese sentido el tipo de muestreo ejecutado corresponde al no probabilístico debido al número determinado de personas encuestadas por conveniencia.

En ese sentido, se tomó en cuenta que según Scheaffer R., Mendenhall W. y Ott L. (2011), en su libro *Elementary Survey Sampling*, define como muestreo no probabilístico a la selección de muestras en los que la población no tiene una probabilidad conocida puesto que se basa en criterios subjetivos, la conveniencia o la disponibilidad de los elementos en la población sin utilizar métodos aleatorios, es decir suponen un procedimiento de selección menos formal.

Luego de ello, con el fin de comprobar si la solución sustentable está alineada a la necesidad del mercado, se realizaron diferentes encuestas a perfiles potenciales de compra, tanto usuarios finales como personal de área de compras. Para realizar esta tarea, se generaron encuestas para validar la deseabilidad de adquisición del producto, exponiendo diferentes consultas técnicas, así como comerciales. Para ello, se consultó lo siguiente:

- Cantidad de asfalto promedio producido mensualmente por sus representadas.
- Característica técnica más valorada al momento de elegir los insumos para la fabricación de asfalto.
- *Lead time* de entrega de los insumos para la preparación de asfalto.
- Precio que consideran razonable para la tonelada de particulado de NFU, materia prima del asfalto modificado.

- Probabilidad de recomendar la mezcla asfáltica mejorada.

Para validar la deseabilidad del producto se definen tres hipótesis, las cuales serán plasmadas en las encuestas realizadas a los posibles clientes, descritas en la tabla 18:

Hipótesis 1 (H1): El cliente está dispuesto a pagar USD \$390 por tonelada de polvo de NFU

Hipótesis 2 (H2): El cliente valora sobre todo el precio y el rendimiento del asfalto gracias a la modificación del asfalto con el polvo de NFU.

Hipótesis 3 (H3): La demanda del polvo de NFU que puede ser atendida es de 84 Tn de NFU en cinco días de *lead time*, lo cual se traduce en 4.9 Km de carretera asfaltada.

Tabla 18
Validación de Hipótesis

Hipótesis	Prueba	Criterio
H1: El cliente está dispuesto a pagar USD \$390 por tonelada de polvo de NFU	Se realiza la encuesta donde los resultados indican que el 60% de los clientes están dispuestos a pagar un rango de precio entre USD \$360 a USD \$400	Se considera válida la hipótesis si supera el 50% de los clientes encuestados.
H2: El cliente valora sobre todo el precio y el rendimiento del asfalto gracias a la modificación del asfalto con el polvo de NFU.	Los resultados de la encuesta indican que el 28% de los clientes valoran el precio del producto y el 20% el rendimiento	Se considera válida si la suma de los porcentajes de los clientes que valoran precio y rendimiento supera el 50% de los clientes encuestados.
H3: La demanda del polvo de NFU que puede ser atendida es de 84 Tn de NFU en 5 días de <i>lead time</i> , lo cual se traduce en 4.9 Km de carretera asfaltada.	Los resultados de la encuesta indican que el 89% de los clientes esperan ser atendidos en 5 días.	Se considera válida si el porcentaje supera el 50% de clientes encuestados.

Los resultados de las encuestas validan la hipótesis H1 debido a que el 60% de los clientes encuestados estarían dispuestos a pagar entre USD \$360 a USD \$400. Así mismo, la hipótesis H2 no es concluyente debido a que no supera el 50% de los clientes encuestados, sin embargo, se puede considerar alcanzable. Finalmente, concluimos que la hipótesis H3 es válida tomando en cuenta que llega al 89% de los clientes encuestados.

6.1.2. Experimentos empleados para validar la deseabilidad de la solución

Como se mencionó anteriormente, se realizaron encuestas a 35 representantes de empresas cuyo detalle se pueden visualizar en el apéndice B. El fin es comprobar si están dispuestos a adquirir el asfalto modificado con aditivo de polvo de NFU, teniendo como resultado de las encuestas lo descrito en las tablas 19, 20, 21 y 22:

Tabla 19

Resumen de resultados de la primera pregunta de la encuesta

Cantidad Asfalto Producido	Porcentaje
50 - 100 Tn	9%
100 - 150 Tn	11%
150 - 200 Tn	60%
> 200 Tn.	20%

Tabla 20

Resumen de resultados de la segunda pregunta de la encuesta

Característica técnica es la más valorada	Porcentaje
Calidad	14%
Precio	31%
Rendimiento	20%
Disponibilidad	6%
Durabilidad	29%
Otros	0%

Tabla 21*Resumen de resultados de la tercera pregunta de la encuesta*

Lead Time entrega insumos	Porcentaje
3 - 5 días	14%
5 - 10 días	74%
10 - 20 días	11%
20 - 30 días	0%

Tabla 22*Resumen de resultados de la cuarta pregunta de la encuesta*

Precio razonable de NFU Triturado	Porcentaje
260 - 280 USD \$	9%
281 - 300 USD \$	14%
301 - 360 USD \$	11%
360 - 400 USD \$	60%
> 400 USD \$	6%

Adicionalmente a las encuestas, se realizaron entrevistas a diez personas con perfil decisor como gerentes y directores para dar claridad de los *drivers* de decisión al momento de adquirir insumos para la fabricación de carreteras.

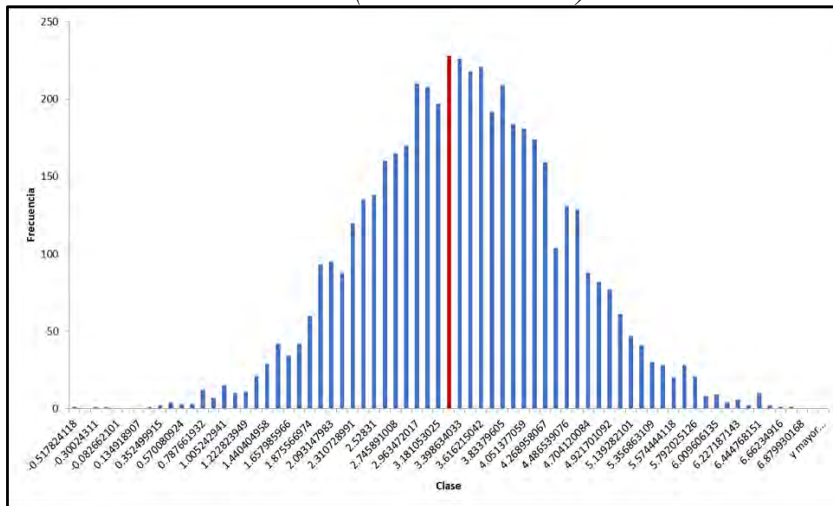
Como resultado de las encuestas y entrevistas se obtuvo que las empresas del rubro de construcción vial estarían dispuestas a comprar el asfalto modificado con polvo de NFU triturado a 390 dólares americanos incluido IGV la tonelada.

6.2. Validación de la Factibilidad de la Solución

Para validar la factibilidad del proyecto se realizó un análisis teniendo en cuenta el tamaño del mercado objetivo, la capacidad instalada con la que se debe contar para poder atender las necesidades, tanto de las carreteras por asfaltar como los mantenimientos de las existentes. Como indicador de la efectividad del proyecto, se ha utilizado la relación entre el valor del tiempo de vida del cliente, es decir el ingreso efectivo que genera el cliente al proyecto, y el costo de adquisición del mismo. De acuerdo a los valores obtenidos luego de la

simulación de Montecarlo reflejados en la figura 5, se obtuvo un ingreso de vida del cliente para el negocio (VTVC) de USD \$2,992.4 con un costo de adquisición del cliente (CAC) de USD \$789.24 con lo que se obtuvo una razón de VTVC/CAC de 3.79.

Figura 5
Simulación de Montecarlo (5000 iteraciones)



Los objetivos del plan de marketing son:

- Posicionar el producto como una alternativa económica y ecológica para el asfaltado de carreteras, enfocado en el cuidado del medio ambiente.
- Alcanzar una participación de mercado del primer año de 40%
- En el siguiente año lograr un incremento del mercado de 20%
- Dentro de los años sucesivos incrementos de 20%, 23% y 26%

Para la estrategia general basada en un producto nuevo en el mercado, se debe comenzar con las empresas que ofrecen el servicio de pavimentación con asfalto modificado, los cuales usan en su proceso polímeros vírgenes, en este caso el polvo de NFU reemplaza a estos polímeros.

- Difundir el uso y beneficios de usar el polvo de NFU mediante conferencias.
- Visitar a los clientes, empresas dedicadas a la pavimentación de pistas y demostrar los beneficios, dejando muestras para que prueben en el campo

- Capacitación constante, brindando asesoría técnica a los clientes, y a la vez obtener de manera directa las necesidades del cliente.

Respecto a la segmentación de clientes es necesario indicar que los principales consumidores son las empresas constructoras que ejecutan la pavimentación de las pistas, así como las empresas que fabrican los asfaltos modificados a base de polímeros vírgenes.

En la figura 6 se muestran las cantidades de caucho importado en el 2022 en polvo o gránulo.

Figura 6

Desecho de Caucho importado en polvo o gránulo 2022

SUPERINTENDENCIA NACIONAL DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA								
REPORTE DE IMPORTACIONES POR PARTIDA								
PARTIDA:	4004000000 - DESECHOS, DESPERDICIOS Y RECORTES, DE CAUCHO SIN ENDURECER, INCLUSO EN POLVO O GRANULO							
PERIODO:	TODO EL AÑO 2022							
ADUANA:	118 - MARITIMA DEL CALLAO							
ITEM	PARTIDA	ADUANA	PAIS	MES	FOB \$	CIF \$	ADV \$	IMP. ARANCEL \$
1	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	BELGIUM	Noviembre 2022	54,933.88	85,762.68	0	15,437.29
2	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	BELGIUM	Diciembre 2022	85,250.60	136,991.25	0	24,658.42
3	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	CHINA	Agosto 2022	12,201.50	16,516.92	709.52	2,965.78
4	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	CHINA	Diciembre 2022	6,175.00	11,089.74	0	1,979.28
5	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	ECUADOR	Agosto 2022	18,727.50	25,593.32	0	4,606.80
6	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	ECUADOR	Setiembre 2022	48,489.99	66,020.55	0	11,883.70
7	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	ECUADOR	Octubre 2022	25,104.02	34,866.70	0	6,276.01
8	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	ECUADOR	Noviembre 2022	7,980.00	10,599.70	0	1,907.94
9	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	SPAIN	Julio 2022	3,896.28	11,605.30	0	2,088.96
10	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	SPAIN	Setiembre 2022	10,869.27	16,595.68	0	2,987.22
11	4004000000	MARITIMA DEL CALLAO	SPAIN	Diciembre 2022	3,675.34	8,936.00	0	1,608.47

Fuente: Superintendencia nacional de administración tributaria 2022

Para la selección del mercado efectivo se definió de acuerdo a la cantidad de carreteras existentes y por asfaltar, siendo la primera objeto de mantenimiento. En la tabla 23 se muestra los kilómetros de carretera actualmente existente en la red nacional según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC).

Tabla 23
Red nacional de carreteras existentes a julio 2022 en kilómetros

Año	Total	Nacional	Departamental	Vecinal
2015	165,372	26,436	24,287	114,648
2016	165,905	26,683	25,304	113,917
2017	166,765	26,792	27,481	112,492
2018	168,473	27,110	27,506	113,858
2019	168,954	27,054	27,640	114,261
2020	168,882	27,049	27,824	114,008
2021	173,058	27,041	27,947	118,070
2022	173,611	27,109	27,963	118,540

Fuente: MTC-Dirección General de Caminos y ferrocarriles hasta julio 2022

A continuación, se muestra la tabla con los kilómetros de carretera por asfaltar, la cual es parte del mercado que se está considerando dentro del mercado que se debe atender

Tabla 24
Red vial nacional no pavimentada (Total en Km).

Año	Nacional	Departamental	Vecinal	Total
2011	9,680	23,509	78,760	111,948
2012	9,846	21,895	90,233	121,974
2013	9,100	22,474	104,862	136,435
2014	8,377	22,582	112,741	143,701
2015	8,016	20,828	112,758	141,603
2016	7,001	21,608	112,002	140,612
2017	6,424	23,767	110,608	140,800
2018	5,676	23,882	111,999	141,557
2019	4,881	23,378	111,925	140,184
2020	4,664	23,563	111,688	139,914
2021	4,441	23,286	115,262	142,989
2022	4,437	23,220	115,745	143,402

Fuente: MTC-Dirección General de Caminos y ferrocarriles hasta julio 2022

De acuerdo a esta información se ha definido que el mercado a cubrir (SAM) es de 20,208 Tn de NFU, de los cuales se definió el 40% como mercado objetivo (SOM) el cual representa 8,083 Tn de NFU.

El plan de operaciones está basado en una capacidad de procesamiento de 12,934 Tn de NFU, lo cual resultó como producto del dimensionamiento del mercado, con una producción inicial de 6,467 Tn de NFU y al término del quinto año 12,530 Tn de NFU.

Para el funcionamiento de la planta se consideró a 51 personas, trabajando los tres turnos de lunes a sábado.

La materia prima, que son los NFU, ingresa a través del sistema de recolección de responsabilidad compartida, y el proceso de transporte hacia la planta se está tercerizando, el proceso de distribución de NFU procesado está incluido en el proceso mediante el uso de dos camiones.

6.2.1. Plan de Marketing

6.2.1.1 Reto Comercial. Se busca la generación de valor a través de la concientización del cuidado del medio ambiente en busca de ser una empresa socialmente responsable que brinde rentabilidad y bienestar a los *stakeholders* entre los que destaca una cadena de suministros logística eficiente para la recolección, transformación y valoración de los NFU. En ese sentido se busca difundir el impacto actual de la disposición de éstos, así como las compensaciones y beneficios de la economía circular rentabilizando los proyectos de construcción de carreteras de asfalto con el uso de particulado de NFU fomentando a la vez, el desarrollo de la normatividad legal en el Perú para este tipo de disposición de materiales reutilizados.

6.2.1.2 Estudio del Mercado Meta. En concordancia con la tabla 24 referente a carreteras no asfaltadas en el Perú, se determina que existe un mercado *Serviceable Available Market* (SAM) alrededor de 143,402 kilómetros que significan 20,208 Tn de NFU tomando en consideración el rendimiento de 17 toneladas de NFU por kilómetro de carretera asfaltada. Por tanto, definimos el mercado meta objetivo *Serviceable Obtainable Market* (SOM) como el 40% del mercado (SAM) equivalente a 8,083 Tn

de NFU tomando en consideración la participación de mercado vehicular de camiones de transporte de carga que se muestra en la tabla 2.

6.2.1.3 Objetivos estratégicos. Se plantea los siguientes objetivos:

- Al quinto año, integrar al 51% de recicladores de neumáticos, al 33% de talleres de reparación de vehículos y al 51% de comercializadoras de Lima y Callao a la red de proveedores de NFU.
- Obtener el 57% de participación de mercado de reprocesado de NFU en tres años.
- Posicionar la marca como una empresa socialmente responsable en el cuidado del medio ambiente.

6.2.1.4 Marketing Estratégico y Marketing Intensivo.

- La segmentación estará direccionada a empresas del rubro de la construcción dedicadas al asfaltado de carreteras de la red vial nacional, así como en el ámbito urbano.
- El *targeting* estará direccionada al mercado objetivo (SOM) equivalente a 8,083 Tn de NFU provenientes del sector vehicular de transporte de carga a nivel nacional. Esta cantidad de NFU equivale a 475.5 kilómetros de carretera asfaltada que podrían significar la participación de al menos diez empresas constructoras tomando en cuenta que según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones mediante el portal de Provias Nacional (2017) contempla hasta siete licitaciones de construcción y mantenimiento de carreteras.
- El posicionamiento buscará ser reconocido como la primera opción de desecho de NFU aplicando la economía circular en base a la valoración del desecho y la reutilización como agregado de asfalto modificado.

- La estrategia del *marketing* intensivo estará direccionada al desarrollo del producto debido a que participa en un mercado de construcción de carreteras de asfalto existente en el Perú, pero con una tecnología poco difundida en el mercado nacional que goza de crecimiento sostenible en mercados europeos, americanos e incluso en países de la región.

6.2.1.5 **Marketing Mix Operativo.** Se plantean las 7Ps siguientes:

- **Plaza:** El mercado al cuál se direcciona el proyecto es para el sector construcción peruano específicamente para el rubro de construcción de carreteras asfaltadas básicamente para la red vial nacional con extensión a las pistas urbanas cuyo material base sea el asfalto modificado.
- **Precio:** Siendo este atributo el de mayor relevancia dentro de la valoración resultante en las encuestas realizadas con 30% al igual que la durabilidad y considerando que el muestreo es no probabilístico, se validó que el 60% de clientes están dispuestos a pagar entre USD \$360 a USD \$400 por tonelada polvo de NFU para ser utilizado como agregado del asfalto modificado. Luego, al ser una tecnología no utilizada en el mercado local peruano, se buscó precios de aditivos del asfalto modificado que actualmente se comercializan, en tal sentido comparamos el polvo de NFU con cemento asfáltico compuesto por áridos, piedra triturada y relleno mezclado con asfalto de petróleo.


Según la figura 7 se muestran los precios al 14 de abril de 2023 del cemento asfáltico de Petróleos del Perú S.A. (Petroperú), cuyo precio promedio por tonelada de asfalto modificado es USD \$400 más IGV.

Ante lo evidenciado, se define que el precio del polvo de NFU como aditivo para la modificación de asfaltos, específicamente de la carpeta de rodadura,

será USD \$390 más impuestos por tonelada, lo que generaría 17 kilómetros de pavimento con una reducción del 35% del espesor de asfalto comparado con las técnicas actuales, sumado a que en comparación al uso de material virgen de caucho como aditivo para la generación de asfalto versus el material propuesto proveniente del reciclado obtenido del NFU se registra una diferencia del 20% en precio así como acceso a su disponibilidad continua.

Figura 7

Precios de cemento asfáltico desde la planta de Conchán.

 PETROPERÚ PETROLEOS DEL PERU - PETROPERU S.A. GERENCIA PLANEAMIENTO Y GESTIÓN			
LISTA DE PRECIOS DE ASFALTOS			
		LISTA N°:	ASFA-02-2023
		VIGENTE DESDE:	14-Abr-23
PRECIOS EX - PLANTA CONCHAN			
Despachos	Cemento Asfáltico - Sólido de Pavimentación PEN 10/20 Código: 81	Cemento Asfáltico - Sólido de Pavimentación PEN 20/30 Código: 82	Cemento Asfáltico - Sólido de Pavimentación PEN 40/50 AL 120/150 (*) Código: 83, 84, 85, 86 y 87
Carros Cisterna	12.85 Soles/Galón + IGV	12.85 Soles/Galón + IGV	12.58 Soles/Galón + IGV
Cilindro (55 galones)	12.91 Soles/Galón + IGV	12.91 Soles/Galón + IGV	12.61 Soles/Galón + IGV
Despachos	Asfalto Líquido de Pavimentación RC-70 Código: 59	Asfalto Líquido de Pavimentación RC-250 Código: 60	Asfalto Líquido de Pavimentación MC-30 Código: 57
Carros Cisterna	12.79 Soles/Galón + IGV	12.71 Soles/Galón + IGV	13.69 Soles/Galón + IGV
Cilindro (55 galones)	12.84 Soles/Galón + IGV	12.76 Soles/Galón + IGV	13.74 Soles/Galón + IGV
Despachos	Asfalto Líquido de Pavimentación MC-70 Código: 58		
Carros Cisterna	13.59 Soles/Galón + IGV		
Cilindro (55 galones)	13.64 Soles/Galón + IGV		
(*) Sólo está disponible en Terminal Conchán.			
		ANULA LISTA: ASFA-01-2023	DE FECHA: 10.03.2023

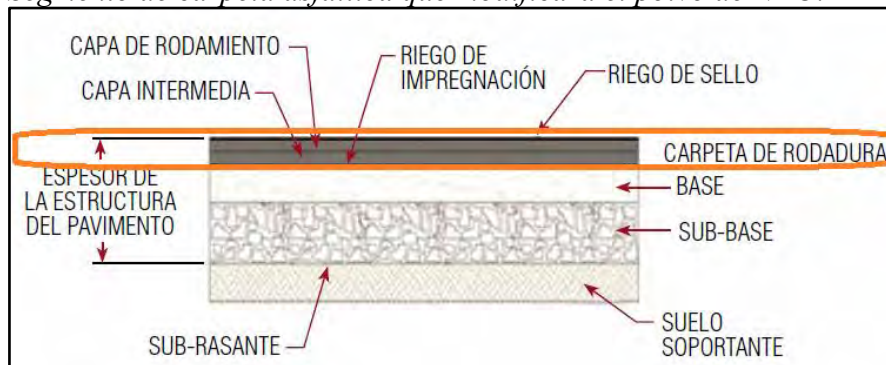
Fuente: Extraído de

https://www.petroperu.com.pe/Storage/tbl_listas_de_precio/fld_1177_Archivo_file/1331-b4Zg7Sj6Lw8Um3P.pdf

- Producto: Se trata del polvo triturado de NFU proveniente de unidades vehiculares de transporte de carga y pasajeros que cumplen con los requisitos mínimos para la modificación de asfaltos que mejoran las propiedades de durabilidad de la carpeta de rodadura. La presentación será en sacos de 50 kilogramos de partículas de NFU de 0.5 a 0.8 milímetros. La figura 8 muestra gráficamente donde modificará el producto de NFU la carpeta asfáltica.

Figura 8

Segmento de carpeta asfáltica que modificará el polvo de NFU.



Fuente: Ministerio de Economía y Finanzas (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras

- Promoción: Se consideró que una de las estrategias de ingreso para un producto nuevo en el rubro de construcción de carreteras es el precio, siendo un atributo valorable en las encuestas realizadas, motivo por el cual de inicio se propone un precio por debajo del precio de mercado en 2.5%. Sin embargo, al ser considerado un producto de mayor eficiencia en lo que respecta a durabilidad generando menos del 40% de reducción de espesor de asfalto, la segunda estrategia de promoción será el impulso de la relación precio calidad, lo que significa posicionar el producto con precio medio y calidad alta generando una estrategia de valor alto que impulsará los beneficios de la utilización del producto para la generación de mayor durabilidad y rentabilidad. Finalmente, la estrategia potenciará el posicionamiento en base a la reducción de huella de carbono como atributo social más importante al evitar la quema descontrolada de NFU de 6,467 toneladas durante el primer año de operación.
- Personas: Se consideró para el proyecto la formalización de operarios de planta que anteriormente pertenecían al sector informal de recicladores de desechos. Respecto a los clientes, se consideró que el proyecto tiene una influencia en la valoración de sus colaboradores al formar parte de una

compañía con responsabilidad social relevante apoyando la economía circular en favor de la reducción de la huella de carbono.

- **Procesos:** Al ser un proyecto con mayor valoración en la durabilidad del asfalto modificado va a generar menores procesos de reparación y mantenimiento con relación directa hacia los procesos de licitaciones y adquisiciones de productos. Sin embargo, el mayor impacto lo generará el gobierno con la aplicación de normas que regulen y potencien el uso de materiales reciclados en favor de la economía circular generando impacto en todos los *stakeholders* de la cadena de fabricación, comercialización, suministro, transformación y valoración de los NFU
- **Presencia:** El proyecto está idealizado para ejecución con base en la ciudad de Lima, específicamente en la zona industrial del distrito de Ate debido a la influencia zonal de la planta de transformación de NFU. En ese sentido se consideró un área de 800 metros cuadrados en alquiler cuyo precio por metro cuadrado es de ocho dólares americanos más impuestos. El precio y ubicación escogidos se sustentan en base al estudio de consultoría de disposición de propiedades industriales de la empresa *Binswanger* Perú de mayo de 2022. En la figura 9 se muestran cuatro inmuebles con sus respectivos precios comparativos de alquiler y en la figura 10 se muestran los rubros predominantes y zonas de influencia de los inmuebles en el distrito de Ate. Así mismo, en países latinoamericanos como Uruguay, Chile, Brasil y México se han aplicado reformas parlamentarias con el fin de incentivar el reciclaje y tratamiento de las NFU, con el soporte de la Unión Europea según Informe elaborado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Exigiendo el uso de procesos de reciclaje mecánico, sin emisiones,

limpios y seguros, con el fin de aportar al desarrollo del país de manera sustentable, promoviendo el equilibrio entre beneficio generado por las empresas a partir de la explotación de los recursos naturales y su responsabilidad medioambiental.

Figura 9
Precios comparativos de alquiler de predios industriales en el distrito de Ate.

	Opc. 1	Opc. 2	Opc. 3	Opc. 4
Dirección	Av. N. Ayllón 2648	Av. N. Ayllón 2931	Ca. Virgen de la Prta	Ca. Robert Fulton 143
Precio de alquiler	\$60,000.00	\$20,485.00	\$11,500.00	\$10,000.00
Área arrendable	10,106.00 m ²	3,355.00 m ²	2,050.00 m ²	1,500.00 m ²
Valor de alquiler (\$/m²)	\$5.94	\$6.11	\$5.61	\$6.67
Precio de terreno (\$/m²)	\$6.08			

Fuente: Consultoría privada de disposición de propiedades industriales 2022, Biswanger Perú

Figura 10
Rubros predominantes en la zona de influencia del inmueble en el distrito de Ate.



Fuente: Consultoría privada de disposición de propiedades industriales 2022, Biswanger Perú

6.2.2. *Plan de Operaciones*

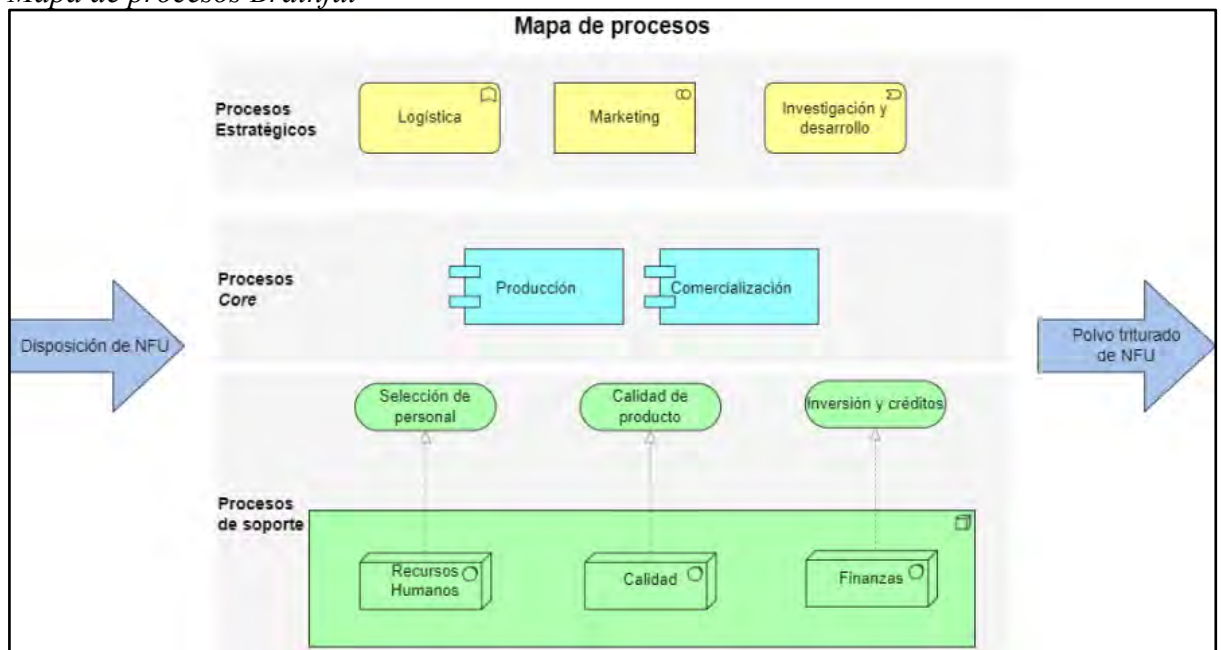
Los procesos involucrados en el proyecto se resumen en la figura 11 donde se muestran los procesos estratégicos, los procesos *core* y los procesos de soporte.

Las operaciones empiezan bajo la necesidad de la disposición de NFU dado su alto volumen de acopio y la baja degradación de los neumáticos en el tiempo. En ese sentido se considera los procesos logísticos de recopilación y acopio como un proceso estratégico que busca canalizar a los recicladores, comercializadoras y fabricantes de neumáticos como socios estratégicos del proyecto además de asegurar el flujo de la materia prima para la producción.

Al ser un producto nuevo en el mercado local peruano es indispensable que la propuesta de valor sea difundida, es por esto que los procesos de *marketing* referentes al posicionamiento y difusión de valor sean considerados como estratégicos con la finalidad de romper las barreras de ingreso mediante una estrategia de desarrollo de producto.

Así mismo, se debe incluir al proceso de investigación y desarrollo como un proceso estratégico que asegure la sostenibilidad económica del proyecto mediante la generación de otros aditivos procesados para el mejoramiento de propiedades del asfalto modificado buscando rentabilidad y durabilidad.

Figura 11
Mapa de procesos Brainful



Los procesos *core* de proyecto son sin duda la producción del polvo de NFU según granulometría definida en las especificaciones del producto asegurando el producto terminado idóneo para el proceso de comercialización. En este sentido el funcionamiento y operatividad de la planta se debe asegurar con una confiabilidad superior al 90% mediante planes de mantenimiento estandarizados y normados según fabricantes de cada tipo de maquinaria. Dentro de este proceso es indispensable considerar el planeamiento de demanda en base a la proyección de ventas y la capacidad instalada de la planta.

El otro proceso principal de negocio es la comercialización del producto final, el mismo que será ofrecido a empresas constructoras de carreteras participantes de procesos de licitaciones estatales como proyectos de inversión privada en el ámbito de la red nacional vial y el sector urbano. El cliente en ese sentido tiene una experiencia técnica reconocido cuya base se genera en procesos recurrentes pasados por lo que la comercialización se debe basar en el ofrecimiento de un producto que mejora la rentabilidad de la constructora y del valor que genera el uso de materia prima reciclada.

Luego, se consideran procesos de soporte a recursos humanos mediante la selección de personal cuyo enfoque será el formalizar empleo informal preexistente de los recicladores, procesos de calidad de producto que aseguren la granulometría necesaria para la aplicación de asfaltos además de las cualidades físicas propias de neumáticos de buses y camiones.

Finalmente, otro proceso de soporte que se considera en el proyecto es el de Finanzas cuya labor principal será la obtención del crédito para la inversión inicial y posterior incremento de la capacidad instalada.

Los indicadores de seguimiento que se requieren para la medición de la *performance* de los procesos son:

- Eficiencia de transformación: Que mide el porcentaje de toneladas de NFU materia prima entre la cantidad de polvo de NFU terminado como aditivo de asfalto modificado. Se propone para este fin un objetivo de 85%.
- La capacidad de transformación de la materia prima, para tal fin se calculó la capacidad de producción instalada con una eficiencia de 85%, lo que resultó 12,096 toneladas anuales equivalente a 1,008 toneladas mensuales, En este sentido se plantea medir la capacidad de producción real de la planta medido en toneladas entre la capacidad teórica de 1,008 toneladas de manera que se alcance el objetivo de 90%
- Asertividad de la proyección de ventas, para tal fin, es indispensable generar presupuesto de ventas mensual que generen la demanda de producción de la planta con la finalidad de evitar sobre costos de almacenaje o roturas de stock. Entonces, el *KPI* propuesto medirá las toneladas vendidas entre las toneladas producidas de producto terminado. El objetivo es obtener entre 95% y 105% de rango de desviación.

6.3. Validación de la viabilidad de la solución

Para el proceso de determinar la viabilidad financiera de la solución así como la sostenibilidad en el tiempo se aplicaron indicadores especializados de análisis de proyectos,

tales como el VAN, TIR, y *payback*, en tal sentido, se determinó la necesidad del presupuesto requerido, los flujos de caja que demandan la operaciones del proyecto y las proyecciones de mercados potenciales, permitiendo calcular simulaciones del VAN y utilidad operativa en los distintos escenarios de indicadores crítico.

a. Presupuesto de inversión

Para poder iniciar con el proyecto *Brainful* detallado en la tabla 26, es necesario contar con capital pre semilla que según la Asociación Peruana de Capital Semilla y emprendedor (PECAP, 2022), fluctúa entre 50 y 500 mil dólares americanos para proyectos de inversión, entre los que destacan inversionistas ángeles, la banca y recursos propios. Los aportes son básicamente para cubrir la inversión inicial de la planta de trituración, maquinaria, adaptación de infraestructura e intangible y los gastos fijos del arranque del proyecto que asciende a 852,600 dólares americanos, siendo el detalle expuesto en la Tabla 25.

Tabla 25
Inversión de Capital del Proyecto en Activos Fijos (en dólares).

Concepto	Detalle	Valor
Total		852,600
Activos fijos	Maquinaria de Planta	645,600
Otros activos fijos	Almacenes y Equipo	207,000

Se ha realizado una proyección en base a tres escenarios: Optimista, moderado y pesimista; siendo la diferencia entre cada escenario la capacidad de captar clientes teniendo como universo base el SAM: Optimista en 55%, moderado en 40% y pesimista en 35%.

b. Análisis financiero

Se ha realizado una proyección a cinco años de los estados de resultados, de igual manera bajo tres escenarios: Optimista, moderado y pesimista. El crecimiento de ventas es de 20% primer incremento, 20% segundo incremento, 23% tercer incremento y 26% cuarto incremento.

Tabla 26
Estado de resultados bajo el escenario moderado.

EERR (USD \$)	0	1	2	3	4	5
Venta		2'228,684	2'754,654	3'404,752	4'313,481	5'598,035
Costo de venta directo		197,719	203,650	209,760	216,053	222,534
Costo de venta x fletes		816,133	1'008,740	1'246,803	1'579,575	2'049,972
Utilidad Bruta		1'214,833	1'542,263	1'948,189	2'517,853	3'325,529
Margen bruto		54.5%	56.0%	57.2%	58.4%	59.4%
Gastos de venta		445,737	550,931	680,950	862,696	1'119,607
Gastos administrativos		29,873	30,769	31,692	32,643	33,622
Gastos de marketing		22,287	27,547	34,048	43,135	55,980
Otros gastos	852,600	0	0	341,040	0	0
Utilidad operativa	-852,600	716,936	933,017	860,460	1'579,380	2'116,320
Margen operativo		32.2%	33.9%	25.3%	36.6%	37.8%
Depreciación		70,410	63,662	57,573	52,080	47,123
Gastos financieros		195,916	195,916	195,916	195,916	195,916
Utilidad antes de impuestos	-852,600	450,610	673,439	606,970	1'331,383	1'873,280
Impuesto a la renta		211,496	275,240	253,836	465,917	624,314
Utilidad Neta	-852,600	239,114	398,199	353,134	865,466	1'248,966
Margen neto		10.7%	14.5%	10.4%	20.1%	22.3%

Se estableció por decisión de los accionistas optar por financiamiento múltiple, tomando como primera inversión el aporte propio, en una participación del 20% con la intención de demostrar credibilidad al resto de los inversionistas apostando por el proyecto con capital propio, una segunda inversión de aporte de inversionista ángel del 23% y deuda con entidades bancarias del 57%, con lo cual se obtuvo un costo promedio ponderado de capital de 13.4% (CPPC) detallado en la tabla 27.

Para seleccionar la tasa efectiva anual (TEA), se aplicó la información referencial de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP (SBS) donde se observa las tasas activas bancarias para créditos mayores a 360 días desde 12.86% sin garantía inmobiliaria dado que como fundadores ya han comprometido sus recursos propios como garantía para conformar el 20% inicial, así mismo se considera la tasa promedio más alta reconociendo que ante las entidades bancarias somos un proyecto nuevo, sin respaldo financiero previo pero con gran potencial al abordar temáticas ambiental y sostenibilidad.

Con la información detectada se procedió a realizar el cálculo del estado de resultados para escenarios optimistas y pesimistas reflejados en las tablas 28 y 29 respectivamente.

Tabla 27
Determinación del CPPC.

Composición del Capital	Valor (USD \$)	Participación	Costo	Promedio Ponderado	
Inversor Ángel	200,000	23%	20%	5%	
Deuda Bancaria	482,080	57%	9%	5%	
Recursos Propios	170,520	20%	18%	4%	
Total	852,600			13,4%	WACC

Tabla 28
Estado de resultados bajo el escenario optimista.

EERR (USD \$)	0	1	2	3	4	5
Venta		3'030,204	3'745,332	4'629,231	5'864,773	7'611,302
Costo de venta directo		197,719	203,650	209,760	216,053	222,534
Costo de venta x fletes		1'122,183	1'387,018	1'714,354	2'171,915	2'818,712
Utilidad Bruta		1'710,303	2'154,664	2'705,117	3'476,805	4'570,056
Margen bruto		56.4%	57.5%	58.4%	59.3%	60.0%
Gastos de venta		606,041	749,066	925,846	1'172,955	1'522,260
Gastos administrativos		29,873	30,769	31,692	32,643	33,622
Gastos de marketing		30,302	37,453	46,292	58,648	76,113
Otros gastos	852,600	0	0	341,040	0	0
Utilidad operativa	-852,600	1'044,087	1'337,376	1'360,247	2'212,560	2'938,061
Margen operativo		34.5%	35.7%	29.4%	37.7%	38.6%
Depreciación		70,410	63,662	57,573	52,080	47,123
Gastos financieros		195,916	195,916	195,916	195,916	195,916
Utilidad antes de impuestos	-852,600	777,761	1'077,798	1'106,757	1'964,563	2'695,022
Impuesto a la renta		308,006	394,526	401,273	652,705	866,728
Utilidad Neta	-852,600	469,755	683,272	705,484	1'311,858	1'828,294
Margen neto		15.5%	18.2%	15.2%	22.4%	24.0%

Se procedió a ejecutar los cálculos correspondientes a los estados de resultados que nos proporcionan información para calcular el VAN en 1'004,403 USD y TIR 45.45%.

Tabla 29
Estado de resultados bajo el escenario pesimista.

EERR (USD \$)	0	1	2	3	4	5
Venta		1'961,511	2'424,428	2'996,593	3'796,383	4'926,946
Costo de venta directo		197,719	203,650	209,760	216,053	222,534
Costo de venta x fletes		714,116	882,648	1'090,953	1'382,128	1'793,726
Utilidad Bruta		1'049,676	1'338,130	1'695,880	2'198,203	2'910,686
Margen bruto		53.5%	55.2%	56.6%	57.9%	59.1%
Gastos de venta		392,302	484,886	599,319	759,277	985,389
Gastos administrativos		29,873	30,769	31,692	32,643	33,622
Gastos de marketing		19,615	24,244	29,966	37,964	49,269
Otros gastos	852,600	0	0	341,040	0	0
Utilidad operativa	-852,600	607,886	798,231	693,864	1'368,320	1'842,406
Margen operativo		31.0%	32.9%	23.2%	36.0%	37.4%
Depreciación		70,410	63,662	57,573	52,080	47,123
Gastos financieros		195,916	195,916	195,916	195,916	195,916
Utilidad antes de impuestos	-852,600	341,560	538,653	440,374	1'120,323	1'599,367
Impuesto a la renta		179,326	235,478	204,690	403,654	543,510
Utilidad Neta	-852,600	162,233	303,175	235,684	716,669	1'055,857
Margen neto		8.3%	12.5%	7.9%	18.9%	21.4%

De igual forma se ejecutaron los flujos de caja libre para los tres escenarios, moderado, pesimista y optimista, obteniendo así el estado de resultado, lo que permite que se tenga visión de la capacidad del proyecto en asumir los compromisos con los acreedores y mantener la adecuada liquidez que permita la sostenibilidad del proyecto a través del tiempo, dichos análisis se reflejan en las tablas 30, 31 y 32.

Tabla 30

Flujo de Caja Económico: Flujo de Caja Libre (FCL) por Medio del NOPAT escenario Moderado.

Concepto	0	1	2	3	4	5
EBIT		716,936	933,017	860,460	1.579,380	2'116,320
Impuesto a la renta		211,496	275,240	253,836	465,917	624,314
Impuesto a la renta diferido		0	0	0	0	0
Participación de trabajadores 5%		35,847	46,651	43,023	78,969	105,816
Total de impuesto a la renta		247,343	321,891	296,859	544,886	730,130
NOPAT		469,593	611,126	563,601	1'034,494	1'386,189
Depreciación y Amortización		266,326	259,578	253,490	247,996	243,039
Inversión						
Activo Fijo	-645,600			-258,240		
Activo Intangibles	-207,000			-82,800		
Recuperación del Activo		0	0	0	0	0
FCL	-852,600	735,920	870,704	476,051	1'282,490	1'629,228

Tabla 31

Flujo de Caja Económico: Flujo de Caja Libre (FCL) por Medio del NOPAT escenario pesimista.

Concepto	0	1	2	3	4	5
EBIT		607,886	798,231	693,864	1'368,320	1'842,406
Impuesto a la renta		179,326	235,478	204,690	403,654	543,510
Impuesto a la renta diferido		0	0	0	0	0
Participación de trabajadores 5%		30,394	39,912	34,693	6,416	92,120
Total de impuesto a la renta		209,721	275,390	239,383	472,070	635,630
NOPAT		398,165	522,841	454,481	896,249	1'206,776
Depreciación y Amortización		266,326	259,578	253,490	247,996	243,039
Inversión						
Activo Fijo	-645,600			-258,240		
Activo Intangibles	-207,000			-82,800		
Recuperación del Activo		0	0	0	0	0
FCL	-852,600	664,492	782,419	366,931	1'144,246	1'449,815

Tabla 32

Flujo de Caja Económico: Flujo de Caja Libre (FCL) por Medio del NOPAT escenario Optimista.

Concepto	0	1	2	3	4	5
EBIT		1'044,087	1'337,376	1'360,247	2'212,560	2'938,061
Impuesto a la renta		308,006	394,526	401,273	652,705	866,728
Impuesto a la renta diferido		0	0	0	0	0
Participación de trabajadores 5%		52,204	66,869	68,012	110,628	146,903
Total de impuesto a la renta		360,210	461,395	469,285	763,333	1'013,631
NOPAT		683,877	875,981	890,961	1'449,227	1'924,430
Depreciación y Amortización		266,326	259,578	253,490	247,996	243,039
Inversión						
Activo Fijo	-645,600			-258,240		
Activo Intangibles	-207,000			-82,800		
Recuperación del Activo		0	0	0	0	0
FCL	-852,600	950,204	1'135,559	803,411	1'697,223	2'167,469

c. Simulaciones Empleadas para Validar las Hipótesis

Como sustento de prueba de hipótesis para la viabilidad de los resultados del proyecto, se inició analizando la sensibilidad del VAN del flujo proyectado para el escenario moderado, aplicando simulación de Montecarlo descritos en la figura 12 y 13, se obtuvo una probabilidad de 0.20% como riesgo de pérdida para VAN menor a cero y se calculó una probabilidad de 95.4% para VAN mayor a \$ 1'000,000.00 y con ello se aceptó la hipótesis

Figura 12

Simulación de Montecarlo con las Variables Base para la Estimación del VAN Mayor a 0 (500 interacciones)

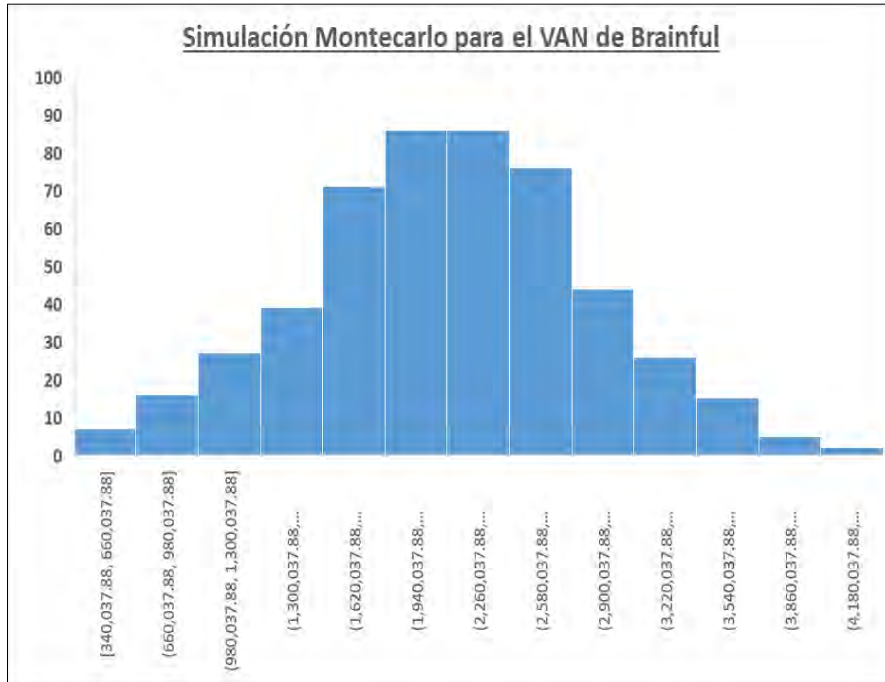
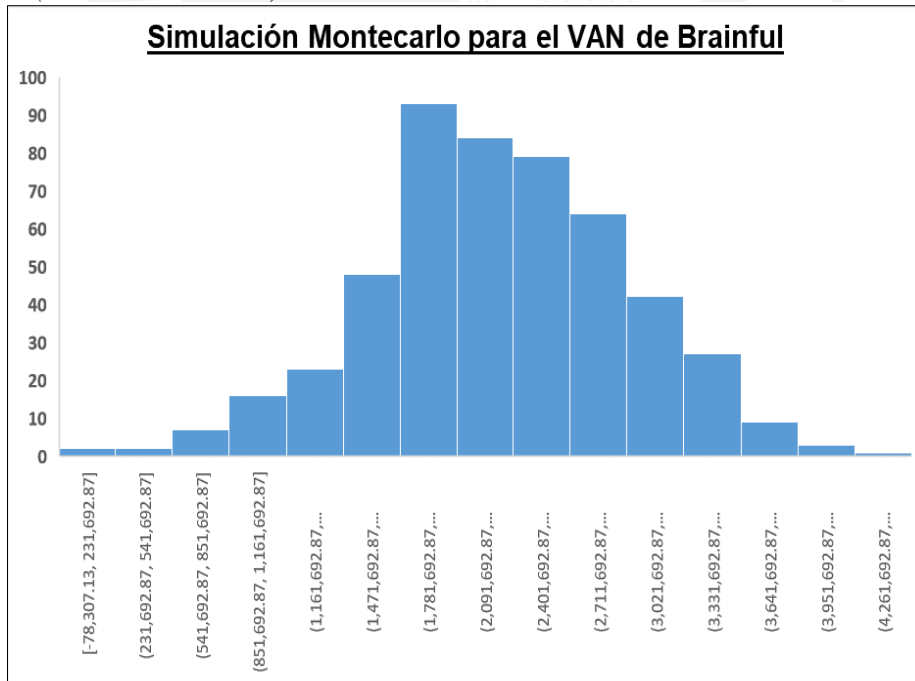


Figura 13

Simulación de Montecarlo con las Variables Base para la Estimación del VAN Mayor a \$ 1'000,000.00(500 interacciones)



Asimismo, con la intención de ampliar y consolidar la comprobación de la hipótesis se replicaron los análisis de indicadores claves de toma de decisiones financiera, tales VAN, TIR y *Payback* para los escenarios moderado, optimista y pesimista, reflejados en la tabla 33, con lo cual se reafirma la validez del proyecto, dado se observa indicadores positivos para los estados resultados así como para la revisión de flujo de caja económico, en especial para el escenario moderado lo que permite mantener y afianzar la validez de la hipótesis expuesta, la misma que es corroborada en la tabla 34, donde se describen el resumen de las pruebas de deseabilidad, factibilidad y viabilidad sustentado en cada caso son su respectivo instrumento de prueba.

Tabla 33
Resumen de deseabilidad, factibilidad y viabilidad.

Escenario	Optimista	Moderado	Pesimista
COK	18%	18%	18%
VAN-E	2'195,446	1'004,403	607,388
TIR-E	76.75%	45.45%	34.09%
<i>Payback - E</i>	1.56	2.61	3.21
VAN-F	3'408,573	2'302,001	1'933,144
TIR-F	120.53%	91.02%	80.65%
<i>Payback - F</i>	0.90	1.13	1.24

Tabla 34
Resumen de deseabilidad, factibilidad y viabilidad.

Dimensión	Hipótesis	Prueba	Resultado	¿Se acepta?
Deseabilidad	Se estima que empresas de construcción adquirirán NFU triturado como insumo para fabricación de asfalto	Prueba 1: Encuesta a 10 empresas generadoras de NFU.	Se genera NFU suficiente para poner en marcha la planta. TAM: 81,595 Tn	Si
		Prueba 2: Encuesta realizada a 35 representantes de empresas de construcción.	El 100% está dispuesto a adquirir NFU triturado	Si
		Prueba 3: Entrevista realizada a diez representantes de empresas potenciales de compra.	El 66% está dispuesto a adquirir NFU triturado	Si
Factibilidad	El presupuesto de <i>marketing</i> ayudará a conseguir el crecimiento y rentabilidad esperado	Prueba 4: Simulación de Montecarlo	Los resultados fueron los esperados, con un promedio estimado de 3.8	Si
Viabilidad	El VAN será mayor a 1'000,000 USD \$ en el acumulado de 5 años	Prueba 5: Viabilidad del proyecto en sus tres escenarios	Los resultados fueron positivos en el escenario positivo y moderados; sin embargo, en el pesimista, está bastante cerca del 1'000,000 USD \$	Si

Capítulo 7. Solución Sostenible

7.1. Relevancia social de la solución

Se determina la relevancia social del proyecto de inversión *Brainful* enfocado en la ODS 12 como indica la Organización de las Naciones Unidas, “Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles”, donde se reconoce la necesidad de sumar esfuerzos para frenar la contaminación ambiental y el efecto que tiene en el cambio climático así como en la salud de las personas, en el 2021 la Organización Mundial de la Salud (OMS) estableció directrices mundiales sobre la calidad de aire con el objetivo de mitigar las muertes a causa de la contaminación del aire.

Para determinar el Índice de Relevancia Social (IRS), se evaluó la ODS 12, analizando el aporte a la propuesta de solución, es así que se describe el IRS como la relación de metas vinculados la propuesta y las metas totales de la ODS señalada, por lo que se detecta que se vinculan cuatro metas, teniendo IRS siguiente, sustentado en tabla 35.

$$\text{IRS (PTP)} = 7/11$$

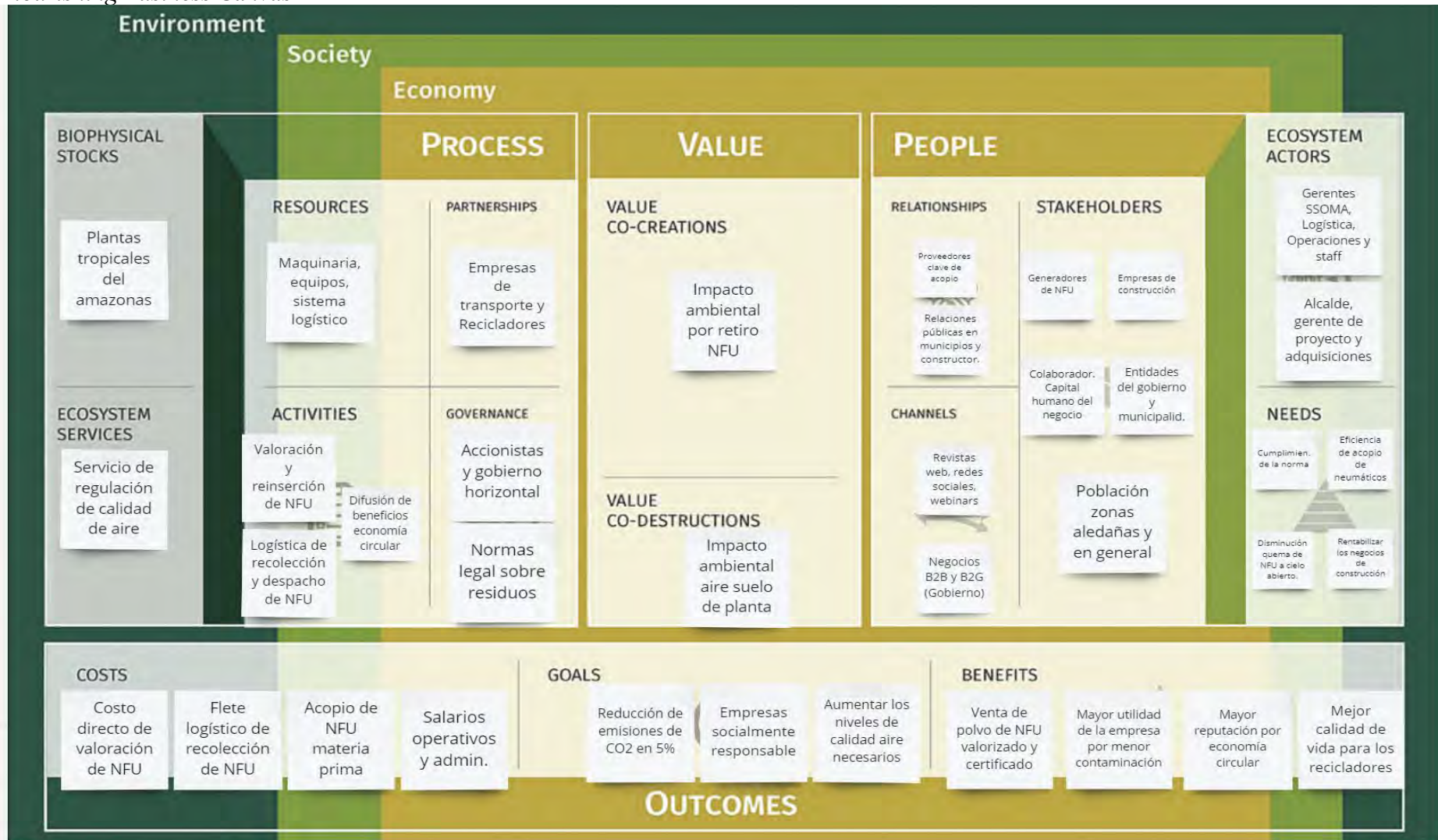
$$\text{IRS (PTP)} = 0.64 \rightarrow 64\%$$

Tabla 35
Evaluación de Impacto de ODS 12.

Ítem	Descripción de la Meta	Impacto en Proyecto de Inversión
12.1	Aplicar el Marco Decenal de Programas sobre Modalidades de Consumo y Producción Sostenibles, con la participación de todos los países y bajo el liderazgo de los países desarrollados, teniendo en cuenta el grado de desarrollo y las capacidades de los países en desarrollo	Se impulsará el uso de tecnologías internacionales que sirvan para adoptar políticas de economía circular ya comprobadas a fin de transformar los NFU en material particulado para aplicación de asfalto modificado
12.2	De aquí a 2030, lograr la gestión sostenible y el uso eficiente de los recursos naturales	Se busca mitigar la contaminación del aire, suelo y ríos al retirar los NFU y transformarlos para aplicación de asfalto modificado, permitiendo así el uso de suelos y ríos para el cultivo
12.4	De aquí a 2020, lograr la gestión ecológicamente racional de los productos químicos y de todos los desechos a lo largo de su ciclo de vida, de conformidad con los marcos internacionales convenidos, y reducir significativamente su liberación a la atmósfera, el agua y el suelo a fin de minimizar sus efectos adversos en la salud humana y el medio ambiente	Se sustenta en la economía circular para el reaprovechamiento de los NFU para aplicación en asfalto modificado adoptando metodologías de mitigación de contaminación ambiental internacionales desarrolladas en Europa y EEUU.
12.5	De aquí a 2030, reducir considerablemente la generación de desechos mediante actividades de prevención, reducción, reciclado y reutilización	Se busca implementar estrategias de reutilización a través de la transformación de NFU, reduciendo la contaminación y generando material competitivo para aplicación en asfalto modificado
12.6	Alentar a las empresas, en especial las grandes empresas y las empresas transnacionales, a que adopten prácticas sostenibles e incorporen información sobre la sostenibilidad en su ciclo de presentación de informes	Se busca concientizar a todo nivel organizacional respecto a la importancia de la economía circular como medio de sostenibilidad y rentabilidad corporativa
12.7	Promover prácticas de adquisición pública que sean sostenibles, de conformidad con las políticas y prioridades nacionales	Se apalancan la estrategia en la normativa gubernamental actual del estado peruano para fomentar la disposición adecuada de los NFU bajo Decreto supremo D.S. 024-2021-MINAM
12.a	Ayudar a los países en desarrollo a fortalecer su capacidad científica y tecnológica para avanzar hacia modalidades de consumo y producción más sostenibles	Se orienta a adoptar las mejores estrategias de optimización de procesos y economía circular para apoyar a las empresas generadoras de NFU a reducir la huella de carbono e impacto ambiental.

Así mismo se desarrolló el *Flourishing Business Canvas*, descrito en la figura 14, con el fin que se pueda visualizar de manera más amigable y completa, de qué manera el proyecto de negocio impacta en la sociedad; es decir, no solo se evalúa a nivel financiero sino también a nivel social. Teniendo como relevancia, como el proyecto impacta de manera positiva y negativa, y quienes son los *stakeholders*.

Figura 14
Flourishing Business Canvas



7.2. Rentabilidad social de la solución

En el emprendimiento social de inversión se busca establecer acciones concretas para mitigar la contaminación ambiental a causa de la generación de NFU, para lo cual se usó la economía circular como herramienta fundamental de generación de valor social, por lo que la principal misión en este capítulo será describir el cálculo del valor actual de la proyección de beneficios y perjuicios que conlleva la implementación de la propuesta de solución, debido a que el proyecto posee como propósito colaborar en la reducción de impacto ambiental a los generados de NFU y la transformación de estos en material particulado con mejores propiedades de calidad para la aplicación en asfalto modificado.

En tal sentido se consideran como beneficios generados la creación de empleo formal, al contratar personal que posea experiencia en el reciclaje de residuos sólidos; el precio competitivo, al entregar material particulado a un costo menor del mercado con mejores prestaciones en calidad; reducción de emisiones CO₂, al retirar los NFU del proceso de quema pública así como el retiro de NFU de riberas de ríos u orillas de mar así mismo se consideran como perjuicios generado al consumo de energía eléctrica de planta de trituración propuesta, consumo de combustible y emisión de CO₂ de las unidades de transporte, el uso de material de cómputo y telefónico de soporte a la gestión de la planta, los resultados se muestran en la tabla 36.

Para el cálculo del costo de emisión de CO₂ se utilizó la información de SENDECO₂, donde se refleja el costo en 91.28 euros, bajo el tipo de cambio a 1.10 del Banco Central de Reserva del 14 abril del 2023, se obtiene USD \$82.98, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 37.

Tabla 36
Proyección de ingresos / beneficios sociales.

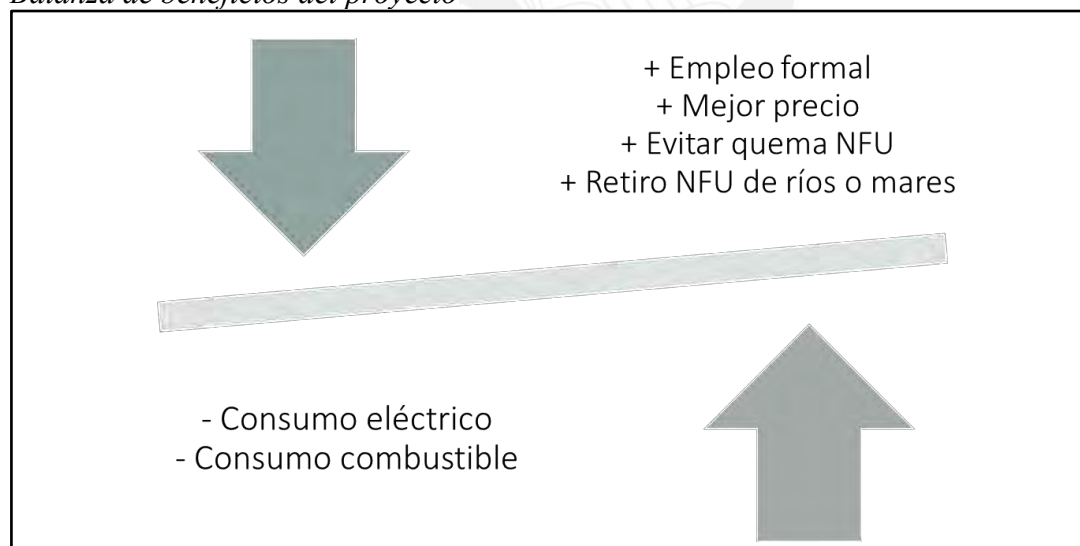
AÑO (USD \$)	1	2	3	4	5
Empleo Formal	126,199	126,199	126,199	126,199	126,199
Precio al consumidor	77,604	93,124	111,749	137,451	173,189
Reducción de Emisión de CO2	257,582	309,098	370,918	456,229	574,848
Beneficio social total	461,384	528,421	608,866	719,879	874,236

Tabla 37
Consolidado de emisión de CO2 y Costo social total.

AÑO (USD \$)	1	2	3	4	5
Consumo Eléctrico en CO2	722	722	722	722	722
Consumo Combustible en CO2	987	987	987	987	987
Costo Social total	1,709	1,709	1,709	1,709	1,709

En la figura 15 se muestra un resumen gráfico de las variables de beneficio y perjuicio de la aplicación del proyecto.

Figura 15
Balanza de beneficios del proyecto



Por último, tras calcular los beneficios y costos sociales de proyecto de inversión para la sociedad y el impacto en el medio ambiente, se procederá a realizar los descuentos de los flujos de beneficios menos los flujos de costos sociales proyectados a una tasa de referencia Seminario (2017), publicado vía el Ministerio de Economía y Finanzas del Perú (MEF) debe

de ser de 8%. En la tabla 38 se puede observar que el VAN Social de proyecto de inversión es de \$2'480,879. Ello quiere decir que, el VAN social del negocio representa el 247% del valor del VAN financiero.

Tabla 38
Proyección social financiera de proyecto de inversión

AÑO (USD \$)	1	2	3	4	5
Beneficio social total	461,384	528,421	608,866	719,879	874,236
Costo social total	-1,709	-1,709	-1,709	-1,709	-1,709
Utilidad Social	459,675	526,712	607,156	718,170	872,527

Tasa	8%
VAN	2'480,879

Se prevé que el proyecto de inversión *Brainful*, generará beneficios social unitario mensual al implementar 63 puestos de trabajos, de los cuales el 73% corresponden a la formalización de 43 puestos de empleos provenientes de actividades vulnerables como recicladores y personal no calificado aledaños a nuestro centro de operaciones, la entrega al mercado de producto con un precio de entrada del 2.5% menos que el existente en el mercado y lo más relevante está en el retiro en promedio 4,470 toneladas de Co2 anualmente que estarían impactando en la quema y/o el arrojo de NFU al medio ambiente.

En base a lo planteado, se concluye que proyecto de inversión es una solución financieramente viable, y con generación de valor para la sociedad, cumpliendo con el compromiso de mitigar el impacto ambiental de la generación de NFU planteado como reto social de equipo emprendedor.

Capítulo 8. Conclusiones y Recomendaciones

8.1. Conclusiones

1. De acuerdo a los resultados obtenidos se concluyó que el proyecto es viable, obteniendo un VAN de USD \$1'004,403 al final de los cinco años, un TIR de 45.45% y un *payback* de 2.61 años.
2. Con respecto a la contribución hacia el medio ambiente, representado por el Índice de Relevancia Social (IRS), se obtuvo un valor de 64%, lo cual refleja muy bien el beneficio que se obtendría al poder darle un destino beneficioso a la gran cantidad de NFU que se genera anualmente.
3. En el análisis resulta imprescindible el hecho de que el gobierno mediante el Decreto Supremo N°024 -2021 MINAM vigente desde el 23 de julio de 2021, ha establecido una normativa que asegura una continuidad de abastecimiento de los NFU, gracias a la responsabilidad compartida con los productores.
4. El proyecto se financiará con inversores ángeles de diferentes lugares, como ONG's, programas de inversión públicas, entre otras; por otro lado, de requerir una inversión adicional, se ha contemplado apalancamiento bancario.
5. Se logró un VAN social de USD \$2'480,879 luego de los cinco años, esto en base al aporte de la disminución del CO2 equivalente.

8.2. Recomendaciones

1. Considerando que el mercado peruano es incipiente con respecto al uso del polvo de NFU como modificador del asfalto mientras que los países vecinos como Colombia, Ecuador, Argentina y México ya se encuentran más desarrollados, se debe generar un plan de expansión hacia mercados internacionales.

2. Se deberá trabajar en alianzas con entidades gubernamentales para que se implemente la obligatoriedad del uso del polvo de NFU como una norma dentro de las características técnicas del pavimento.
3. Difundir de manera técnica, que el uso de NFU triturado en el asfalto, genera una mezcla con mucha más durabilidad en el tiempo, generando ahorro en el presupuesto público.
4. Generar políticas públicas para que el gobierno promueva presupuesto de financiamiento para proyectos de valoración de NFU.



Referencias

- Agencia de Protección del Medio Ambiente. (1997). *Emisiones al aire de la combustión de llantas usadas*. https://www3.epa.gov/ttnca1/dir1/tire_esp.pdf
- Asociación Automotriz del Perú. (2022). *Estadísticas del Sector Automotor*.
<https://aap.org.pe/estadisticas/>
- Asociación Automotriz del Perú (2022). *Informe mensual enero 2022*
<https://aap.org.pe/informes-estadisticos/enero-2022/Informe-Enero-2022.pdf>
- Asociación Peruana de Capital Semilla y emprendedor (2022), *Reporte de Inversiones de Capital Emprendedor en Perú 2022*. https://16b4b2e1-5518-44c9-afd7-596f76c777cc.filesusr.com/ugd/71bb4f_dfa1c5c29cca4270b98d3b57ae637f5d.pdf
- Banco Mundial (2022). *El costo global para la salud de la contaminación del aire*.
<https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/c96ee144-4a4b-5164-ad79-74c051179eee>
- Banco Mundial (2022). *Emisiones de CO2 - Latin American & Caribbean*
<https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.CO2E.KT?locations=ZJ>
- Carreteras Pan-americanas. (2021). *Asfalto para carreteras con neumáticos reciclados*. <https://www.carreteras-pa.com/productos-y-tecnologia/asfalto-para-carreteras-con-neumaticos-reciclados/>
- Biswnager Perú (2022). *Consultoría de disposición de propiedades industriales*
- Centro Nacional de Investigaciones Metalúrgicas (2012). *Aprovechamiento energético de residuos: el caso de los neumáticos fuera de uso*
<http://www.energia2012.es/sites/default/files/Aprovechamiento%20energ%C3%A9tico%20de%20residuos%20de%20caso%20de%20los%20neum%C3%A1ticos%20fuera%20de%20uso.pdf>

Díaz, G. (2018). *Maquinaria pesada: ¿cuáles son los equipos más pedidos?*

<https://elcomercio.pe/economia/dia-1/maquinaria-pesada-son-equipos-pedidos-noticia-496745-noticia/?ref=ecr>

Fariño Vera, (2022) *Análisis del impacto ambiental causado por la fabricación, uso y*

disposición final de neumáticos. [Tesis de Grado, Universidad Politécnica Salesiana,

Ecuador] <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/23599/1/UPS-GT003983.pdf>

Grados, M. (2018). *La importancia de una regulación especial para la Gestión de los*

Neumáticos Fuera de Uso en el Perú [Tesis de Maestría, Pontificia Universidad

Católica del Perú].

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15644/Grados_Miiteenn_Importancia_regulaci%C3%B3n_especial1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Maguiña, Alberth (2018). *Importación y comercialización de excavadoras en el mercado peruano*.

https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/11280/Magui%C3%B1a_Cuadros_Alberth_Jhon.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Ministerio de Energía y Minas del Perú (2020). *Reporte semestral de monitoreo del mercado de hidrocarburos*.

https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Reportes_de_Mercado/Osinergmin-RSMMH-I-2020.pdf

Ministerio de Energía y Minas del Perú (2021). *Reporte semestral de monitoreo del mercado de hidrocarburos*.

https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Reportes_de_Mercado/Osinergmin-RSMMH-Nov-2021.pdf

Ministerio del Ambiente del Perú (2021). *Reporte estadístico departamental 2021*.

<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/lima-reporte-estadistico-departamental-diciembre-2021>

Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (2017). *Concursos y licitaciones*.

<http://www.proviasnac.gob.pe:81/frmConcursosyLicitaciones.aspx?idmenu=1350>

Negocios y Empresas. (s.f.). *Innovación incremental / Definición, ventajas y casos de éxitos*

<https://negociosyempresa.com/innovacion-incremental-que-es/>

Organización Mundial de la Salud (2016). *Indicador ODS 11.6.2 Concentraciones de*

partículas finas (PM2.5). [https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-\(pm2-5\)](https://www.who.int/data/gho/data/indicators/indicator-details/GHO/concentrations-of-fine-particulate-matter-(pm2-5))

The Institute for Health Metrics and Evaluation (2019). *Global burden of disease*.

Organización Mundial de la Salud (2021). *Nuevas directrices mundiales sobre la calidad del aire*

Our World in Data (2019). *Deaths from air pollution 1999 to 2019*

<https://ourworldindata.org/grapher/air-pollution-deaths-country?tab=chart&country=~PER>

Organización Mundial de la Salud (2021). *Nuevas directrices mundiales sobre la calidad del*

aire <https://www.who.int/es/news/item/22-09-2021-new-who-global-air-quality-guidelines-aim-to-save-millions-of-lives-from-air-pollution>

Petróleos del Perú (2023). *Lista de precios de asfaltos de la Gerencia Planeamiento y Gestión*

https://www.petroperu.com.pe/Storage/tbl_listas_de_precio/fld_1177_Archivo_file/1331-b4Zg7Sj6Lw8Um3P.pdf

Sacyr. (2023). *RARx, Tendencia mundial de la economía circular*.

<https://www.sacyr.com/-/rarx>

Ries, E. (2011). *The Lean Startup: How Today's Entrepreneurs Use Continuous Innovation to Create Radically Successful Businesses*. Crown Business.

Scheaffer, R., Mendenhall, W., Ott, R., & Gerow, K. (2011). *Elementary Survey Sampling* (7th ed.). Cengage Learning.

SUNAT Aduanas (2021). *Importaciones de cauchos*.

<https://www.sunat.gob.pe/operatividadaduanera/index.html>

Superintendencias de Bancas, Seguros y AFP (2023), *Tasa de Interés Promedio del Sistema Bancario*

<https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPPortal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>



Apéndice A

Preguntas objetivo para las entrevistas

Tabla A1

Preguntas objetivo y sustento de las encuestas.

Ítem	Pregunta	Sustento
1	¿Con qué frecuencia cambian sus neumáticos y cuántos vehículos tienen en su empresa? ¿Les dan un descuento por entregar sus neumáticos usados?	El objetivo es cuantificar la cantidad de neumáticos que tienen según la flota que posee la empresa o sus clientes directos. Así mismo, se buscó interiorizar en la frecuencia de recambio de neumáticos para cuantificar la cantidad de NFU.
2	¿Qué tipo de procesos y beneficios tienen sus proveedores de desechos? ¿Estarías dispuesto a pagar por el servicio de desechado de neumáticos? ¿Por qué?	El objetivo es conocer el nivel de relacionamiento de las empresas con proveedores “EORS” y los procesos de desecho de residuos peligrosos. Así mismo, se busca conocer las ventajas y formas de comercialización y recolección de los desechos y residuos sólidos peligrosos. Finalmente, se plantea indagar en la intención de compra.
3	¿Cómo desecha los neumáticos usados en su empresa? ¿Qué necesita para implementar un plan o método de reciclado de neumáticos? ¿Lo considera un problema? ¿Por qué?	El objetivo es indagar sobre cómo tratar el principal recurso del negocio y las diversas formas actuales para el manejo de estos residuos peligrosos. Así mismo, se busca evidenciar la necesidad de implementación de formas de recolección, transporte, acopio y tratamiento de NFU a través de aliados estratégicos que se encarguen de estas actividades.
4	¿Qué metodologías de reproceso de neumáticos conoce? ¿Los viste aplicados en el Perú? ¿En qué rubro?	El objetivo es indagar sobre el conocimiento de estrategias, procesos y procedimientos de economía circular. Así mismo, se busca información de la competencia participante en el proceso de transformación de NFU.
5	¿Conocen alguna norma que regule desde el gobierno, local o nacional, el manejo de desechos de neumáticos?	El objetivo es obtener del entrevistado el grado de conocimiento de la norma gubernamental vigente desde el 2022 y que obliga a los involucrados en procesos productivos, de fabricación, comercializadoras y usuarios a transportar, reciclar, almacenar y transformar los NFU.

Apéndice B

Resumen de preguntas y respuestas a los entrevistados

Tabla B1

Resumen de preguntas y respuesta a los entrevistados

Entrevistado	K. Nishimura (Lima)	Víctor Díaz (Lima)	Mauro Vásquez (Trujillo)	Luis Espiritu (Lima)	L. Purizaca (Trujillo)
Pregunta	Sub Gerente de operaciones en Arval Relsa	Jefe de logística en Motores Diesel Andinos S.A.	Gerente en Autonort Nor Oriente SAC	Jefe de mantenimiento Triny Rental	Jefe de operaciones en Helix
¿Con qué frecuencia cambian sus neumáticos y cuántos vehículos tienen en su empresa?	- 6000 vehículos - \$300,000 anual de compra de neumáticos - 8300 neumáticos compraron el 2021	- 14 camionetas - 40 neumáticos comprados el 2021 - No hay frecuencia determinada de reemplazo de neumáticos	- 5 unidades propias - Cambian neumáticos entre 30,000 y 50,000 Km por factores climáticos	- 335 unidades - Cambian neumáticos cada 35,000 Km - No obtienen beneficios por la entrega de NFU	- 60 vehículos en Perú y 40 en México - Cambio de neumáticos por inspección de vida útil a 5 mm de altura de cocada - No existe modalidad de beneficios por entrega de usados
¿Les dan un descuento por entregar sus neumáticos usados?	- Cambian neumáticos antes del fin de vida útil - No cuentan con beneficio por la compra de neumáticos nuevos.	- No cuentan con ningún beneficio por la compra de neumáticos nuevos	- No brindan ningún beneficio por la venta de neumáticos nuevos		
¿Qué tipo de procesos y beneficios tienen sus proveedores de desechos?	- Llevan los neumáticos por m3. - Percibe valor en el certificado	- Si cuentan con proveedores de desechos homologados - Busca que entreguen certificados - Si la ley ordena, pagaría por el servicio de desechar	- No tienen mecanismo de disposición final de NFU, pero están trabajando con la matriz para la implementación a toda la red.	- Cuentan con proveedores para desechos de metales, aceites y papeles - Si pagara por el servicio de desecho de residuos.	- Cuenta con empresa proveedora de reciclaje - Si pagaría por el servicio de desecho de neumáticos porque así lo hace con los aceites usados.
¿Estarías dispuesto a pagar por el servicio de desecho de neumáticos?	- Busca buen precio y no está ligado a la compra de usados - Si paga por el servicio de desecho.				
¿Por qué?					
¿Cómo desecha los neumáticos usados en su empresa? ¿Qué necesita para implementar un plan o método de reciclado de neumáticos? ¿Lo considera un problema? ¿Por qué?	- Cede la responsabilidad al proveedor que le brinda los certificados. - El proveedor acopia y cobra por la disposición final - Lo considera necesario y no un problema	- Actualmente no recicla NFU y las vende a proveedor indistinto. - El resto de desechos la entrega a proveedores - No es un problema por su bajo volumen	- Específicamente no desechan neumáticos - Necesitan que la implementación de los desechos de NFU sea acompañado de baterías, aceites y otros residuos peligrosos	- Donan gran parte para parques y jardines - Necesitan que les demuestren qué hacen con los desechos - Tienen problemas de acopio de NFU.	- Los envía para reencauche, aunque no recomienda su uso por temas de seguridad - El acopio de NFU ocupa espacio y requiere de ello.

Continuación Tabla B1*Resumen de preguntas y respuesta a los entrevistados*

Entrevistado	K. Nishimura (Lima)	Víctor Díaz (Lima)	Mauro Vásquez (Trujillo)	Luis Espiritu (Lima)	L. Purizaca (Trujillo)
Pregunta	Sub Gerente de operaciones en Arval Relsa	Jefe de logística en Motores Diesel Andinos S.A.	Gerente en Autonort Nor Oriente SAC	Jefe de mantenimiento en Triny Rental	Jefe de operaciones en Helix
¿Cómo desecha los neumáticos usados en su empresa? ¿Qué necesita para implementar un plan o método de reciclado de neumáticos? ¿Lo considera un problema? ¿Por qué?	- Cede la responsabilidad al proveedor que le brinda los certificados. - El proveedor acopia y cobra por la disposición final - Lo considera necesario y no un problema	- Actualmente no recicla NFU y las vende a proveedor indistinto. - El resto de desechos la entrega a proveedores - No es un problema por su bajo volumen	- Específicamente no desechan neumáticos - Necesitan que la implementación de los desechos de NFU sea acompañado de baterías, aceites y otros residuos peligrosos	- Donan gran parte para parques y jardines - Necesitan que les demuestren qué hacen con los desechos - Tienen problemas de acopio de NFU.	- Los envía para reencauche, aunque no recomienda su uso por temas de seguridad - El acopio de NFU ocupa espacio y requiere de ello.
¿Qué metodologías de reproceso de neumáticos conoce? ¿Los viste aplicados en el Perú? ¿En qué rubro?	- Trituración para canchas de gras sintético. - Transformación para insumo de carteras. - Uso en parques recreativos.	- Conoce la transformación en asientos para muebles. - Lo vio en el norte del Perú.	- No conoce y no lo ve de manera industrial por la baja rentabilidad. - En Perú faltan empresas de reproceso de NFU	- Sólo conoce el reencauche que alarga la vida útil del neumático	- Reproceso de residuos para asfalto de carreteras.
¿Conocen alguna norma que regule desde el gobierno, el manejo de NFU?	- Conoce de la existencia de la ley que salió este año, pero no a detalle.	- No conoce de la norma vigente.	- Si está al tanto de las normas de NFU a través de Toyota.	- Si, porque es una empresa homologada con sus clientes.	Si conoce la norma y requiere el cumplimiento por seguridad.

