

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Plan de negocios para la creación de una empresa productora de telas a partir de botellas PET recicladas para contribuir al desarrollo sostenible en la ciudad de Bucaramanga.

Nicolás García Gómez y Juan Esteban Ortega Aguillón

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial

Director

Héctor Armando Barrera Cáceres

Mag. En Administración

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas

Escuela de Estudios Industriales y Empresariales

Bucaramanga

Septiembre, 2024

Dedicatoria

Quiero dedicar a mis padres, Rubiela y Armando que son los que me han brindado la educación, el amor y toda la fuerza para seguir con todos los desafíos durante la carrera hasta este proyecto de trabajo de grado. También a mis amigos, especialmente a Joel, Ivan, Bayter y Diego. A todos mis primos, especialmente a Juan, Pipe, David y Camilo; a mis ti@s y a mis abuel@s. A mis gatos Gary y Kiara que han sido fiel compañía. En resumen, a todas aquellas personas que saben que pusieron un granito en mi para este camino y se alegran de todo mi proceso. Por último, quiero dedicarle este trabajo a dos referentes que han hecho que mi mentalidad y mis aspiraciones siempre estén en lo más alto: Cristiano Ronaldo dos Santos Aveiro y Emmanuel Gazmey Santiago.

Nicolas Garcia Gomez

Con profunda gratitud y emoción, dedico este trabajo a mis padres, Elsa y Lorenzo, cuyo amor incondicional y apoyo inquebrantable han sido el cimiento sobre el cual he construido mis sueños. Su sacrificio y guía constante me han permitido llegar hasta aquí. A mis hermanos, Lorena y Felipe, por ser mis cómplices y alentadores en este camino; especialmente a ti, Felipe, por los valores y la riqueza cultural que has sembrado en mí, moldeando mi carácter y visión del mundo. A mi fiel compañero Napoleón, cuya presencia silenciosa ha sido un bálsamo en las largas jornadas de estudio. A Héctor Barrera, cuya guía y retroalimentación han sido fundamentales. A mis compañeros de estudio, con quienes he compartido incontables horas de trabajo, y momentos han hecho de este viaje académico una experiencia inolvidable. Al

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

ingeniero Jorge, mi jefe, cuyo apoyo y comprensión han sido invaluable, permitiéndome balancear mis responsabilidades laborales con mis aspiraciones académicas. A todos ustedes que creyeron en mí y me apoyaron en la consecución de mi sueño de convertirme en Ingeniero Industrial de la UIS, les dedico este logro. Su confianza y apoyo han sido el motor que me ha impulsado a perseverar y a dar lo mejor de mí mismo en cada etapa de este camino.

Juan Esteban Ortega Aguillón

Tabla de contenidos

Introducción	17
Tabla de cumplimiento de objetivos	17
1. Generalidades del Proyecto	18
1.1 Justificación de la Idea de Negocio	18
1.2 Objetivos	21
1.2.1 Objetivo General	21
1.2.2 Objetivos Específicos	21
2. Marco de Referencia	23
2.1 Marco de Antecedentes	23
2.2 Marco Teórico	25
3. Análisis del Entorno	26
3.1 Análisis PESTEL	26
3.1.1 Factores Políticos	28
3.1.2 Factores Económicos	29
3.1.3 Factores Sociales	31
3.1.4 Factores Tecnológicos	32
3.1.5 Factores Ecológicos	34

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

3.1.6 Factores Legales	35
3.2 Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter	36
3.2.1 Poder de Negociación de los Proveedores	37
3.2.1 Poder de Negociación con los Compradores	38
3.2.3 Amenaza de nuevos entrantes	39
3.2.4 Amenaza de Productos Sustitutos	40
3.2.5 Rivalidad Entre Competidores Existentes	41
3.3 Perfil de Capacidad Interna (PCI)	42
4. Análisis de Mercado y Plan de Mercado	43
4.1 Producto y Sus Características	43
4.2 Análisis de Investigación de Mercado Cualitativo: Entrevistas a Profundidad.	43
4.2.1 Metodología de la Investigación Cualitativa	44
4.2.2 Resultados y Análisis de la Investigación Cualitativa	44
4.3 Análisis de Investigación de Mercado Cuantitativo: Encuesta de Mercado	46
4.3.1 Metodología de Investigación Cuantitativa	47
4.3.1 Resultados y Análisis de la Investigación Cuantitativa	48
4.3.2 Conclusiones de la Investigación Cuantitativa	51
4.3.3 Recomendaciones Estratégicas	51
4.4 Análisis de Competencia Directa e Indirecta	51

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4.4.1 Competencia Directa	51
4.4.2 Competencia Indirecta	52
4.4.3 Productos Sustitutos	53
4.4.4 Estrategia de Precios	53
4.4.5 Estrategia Promocional	54
4.4.6 Estrategia de Distribución	54
4.4.7 Estrategia de Producto	54
4.4.8 Estrategias en los 5 Tipos de Marketing	55
5. Investigación de un Método Químico Optimizado para Modificar la Estructura Molecular del PET y Mejorar la Calidad de la Fibra de Tela	56
5.1 Revisión de literatura sobre técnicas químicas para procesar PET	56
5.1.1 Glicolisis	56
5.1.2 Metanólisis	56
5.1.3 Hidrólisis	57
5.1.4 Disolución selectiva	57
5.2 Asistencia Técnica de Ingenieros Químicos Profesionales	57
6. Análisis Técnico	59
6.1 Características del Producto	59
6.2 Descripción del proceso productivo	60

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTTELLAS PET

6.3 Requerimientos y Costos de Operación	64
6.3.1 Maquinaria	64
6.3.2 Equipo	66
6.3.3 Mano de Obra Directa	67
6.3.4 Materia Prima	67
6.4 Diagrama de Flujo	68
6.5 Estudio de Métodos y Tiempos	68
6.5.1 Estudio de Tiempos	68
6.5.2 Estudio de Métodos	70
6.5.3 Mejoras potenciales	70
6.6. Análisis de Cuello de Botella	71
6.6.1. Metodología del análisis	71
6.6.2. Identificación de Cuellos de Botella	71
6.6.3. Análisis de Impacto	71
6.6.4. Estrategias para Mitigar los Cuellos de Botella	72
6.7. <i>Layout</i> de la Planta	73
6.8. Localización de la Planta	73
6.8.1. Método del Centroide	73
6.8.2. Proveedores y Centros de Acopio Considerados	74

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6.8.3. Cálculo del centroide (actualizado con datos reales)	74
6.8.4. Resultado del análisis	75
6.8.5. Consideraciones adicionales	75
6.9. Planeación de abastecimiento: materias primas, insumos, proveedores.	75
6.9.1. Materias Primas Principales	76
6.9.2. Insumos Secundarios	76
4.9.3. Estrategias de Gestión de Proveedores	77
6.9.4. Plan de Contingencia	78
6.10. Análisis de Capacidad Instalada Máxima y Requerida	78
6.10.1 Análisis por Etapa del Proceso	78
6.10.2 Cálculo de Capacidad Instalada Máxima	79
6.10.3. Capacidad Requerida	79
6.10.4 Análisis de Utilización	79
6.11. Simulación	80
7. Análisis organizacional	80
7.1 Organigrama y Descripción de Puestos	80
7.2 Determinación de cantidad de personal requerido	81
7.3 Mecanismos de reclutamiento, selección y tipos de contratos	81
7.4 Aspectos jurídicos y normativos aplicables	82

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTTELLAS PET

7.5. Estructura y costos del personal	83
8. Análisis legal y revisión de normatividad	84
8.1 Asesoría jurídica para constitución legal de la empresa	84
8.2 Revisión de requisitos legales y permisos de operación	84
8.3 Trámites de registro mercantil, RUT, uso de suelo, entre otros.	84
8.4 Registro de marca y patentes	85
9. Análisis del impacto social y ambiental	85
9.1. Técnicas participativas con grupos de interés para evaluar impacto social:	85
9.2. Matriz Leopold	90
9.2.1. Análisis de matriz Leopold	91
9.3. Conclusiones análisis impacto social y ambiental	92
9.4. Estrategias de compensación y economía circular	93
10. Evaluación financiera	93
10.1 Indicadores económico-financieros	94
10.1.1 Crecimiento del sector	94
10.1.2 Comportamiento de los precios	94
10.1.3 Tasa de oportunidad	95
10.1.4 Impuesto de renta	95
10.1.5 Tasa de intereses del crédito	96

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET	10
10.2 Inversión Inicial	96
10.3 Elaboración de proyecciones de ingresos, costos y flujos.	97
10.3.1 Ingresos y costos	97
10.3.2 Flujos de caja	98
10.4 Construcción de estados financieros proyectados	99
10.4.1 utilidad neta	99
10.4.2 Estados financieros	100
10.5 Cálculo de indicadores financieros	102
10.6 Análisis de sensibilidad y evaluación de escenarios	102
10.7 Conclusiones y recomendaciones:	103
11. Análisis Estratégico	103
11.1 Misión	104
11.2 Visión	104
11.3 Objetivos Estratégicos	104
11.4 Factores Críticos de Éxito	104
11.5 Análisis FODA	105
11.5.1 Fortalezas	105
11.5.2 Debilidades	105
11.5.3 Oportunidades	105

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

11.5.4 Amenazas	106
11.5.5 Estrategias FODA	106
11.6 Análisis de la Cadena de Valor	106
11.6.1 Actividades Primarias	106
11.6.2 Actividades de Apoyo	107
11.6.3 Generación de Valor	107
11.7 Modelo de Negocio Canvas	107
11.8. Conclusiones del análisis estratégico	108
12. Constitución legal y puesta en marcha de la empresa	108
12.1 Trámites de constitución legal ante notaría y registro mercantil	108
12.1.1 Consulta de homonimia y registro de marca	108
12.1.2 Constitución legal	109
12.1.3 Registro Mercantil	110
12.2 Obtención de Permisos y de Licencias Requeridos	110
12.3. Adecuación de instalaciones y adquisición de equipos	111
Conclusiones	111
Recomendaciones	112
Referencias	114

Lista de tablas

Tabla 1. Productos y descripción	52
Tabla 2. Productos y descripción	53
Tabla 3. Detalles de maquinaria	64
Tabla 4. Detalles de equipo	66
Tabla 5. Detalles mano de obra	67
Tabla 6. Detalles Materia Prima	68
Tabla 7. Estudio de tiempos	68
Tabla 8. Datos para cálculo del centroide	74
Tabla 9. Datos Cx y Cy	74
Tabla 10. Evolución de la inflación	94
Tabla 11. Tasas de oportunidad Activas	95
Tabla 12. Inversión Inicial	96
Tabla 13. Comportamiento del crédito	97
Tabla 14. Ingresos, costos y flujos	97
Tabla 15. Flujos de caja	99
Tabla 16. Utilidad neta	99
Tabla 17. Estados financieros	100
Tabla 18. Viabilidad financiera	102

Lista de figuras

Figura 1. Variaciones IPC	30
Figura 2. Tasa de aprovechamiento, y tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos y productos residuales generados	34
Figura 3. Organigrama Metamorfosis S.A.S.	80
Figura 4. Costos totales de personal	83
Figura 5. Pregunta 1	86
Figura 6. Pregunta 2	87
Figura 7. Pregunta 3	87
Figura 8. Pregunta 4	88
Figura 9. Pregunta 5	88
Figura 10. Pregunta 6	89
Figura 11. Pregunta 7	89
Figura 12. Pregunta 8	90
Figura 13. Matriz de Leopold	91
Figura 14. PIB textil y confecciones	94
Figura 15. Consulta de homonimia	108
Figura 16. Búsqueda de distintivos	109

Lista de apéndices

- Apéndice A. Matriz de perfil de capacidad interna.
- Apéndice B. Transcripción entrevistas a profundidad.
- Apéndice C. Encuesta de Mercadeo (Análisis Cuantitativo).
- Apéndice D. Análisis del proceso químico Ing. Andrés Carvajal.
- Apéndice E. Diagrama de flujo del proceso productivo.
- Apéndice F: Estudio y Cálculo de Tiempos por Operación.
- Apéndice G. Distribución de planta.
- Apéndice H. Plano Layout Metamorfosis S.A.S.
- Apéndice I. Simulación del proceso productivo.
- Apéndice J. Asesoría Legal a Metamorfosis S.A.S.
- Apéndice K. Análisis financiero.

Resumen

Título: Plan de negocios para la creación de una empresa productora de telas a partir de botellas PET recicladas para contribuir al desarrollo sostenible en la ciudad de Bucaramanga.¹

Autores: Nicolás García Gómez, Juan Esteban Ortega Aguillón²

Palabras clave: Telas sostenibles, botellas PET, Economía circular, sostenibilidad.

Descripción: Este proyecto de grado presenta el plan de negocios para Metamorfosis S.A.S., una empresa innovadora dedicada a la producción de telas sostenibles a partir de botellas PET recicladas en Bucaramanga, Colombia. La iniciativa surge como respuesta a la creciente preocupación ambiental y la demanda de alternativas sostenibles en la industria textil. El estudio abarca un análisis exhaustivo del mercado, revelando una tendencia creciente hacia productos textiles ecológicos y una disposición de los consumidores a pagar un precio *premium* por estos. La investigación de mercado, que incluyó entrevistas a profundidad y encuestas cuantitativas, demostró un alto interés en telas hechas de PET reciclado, con un 96.7% de los encuestados expresando su intención de uso. El análisis técnico detalla el proceso de transformación de botellas PET en telas de alta calidad, abordando aspectos como la maquinaria requerida, el *layout* de la planta y los controles de calidad necesarios. También, se evalúa el impacto social y ambiental, proponiendo estrategias de economía circular y compensación ambiental. Se estima que la empresa contribuirá significativamente a la reducción de residuos plásticos y a la creación de empleos en la región. Metamorfosis S.A.S. se presenta como una oportunidad de negocio viable y sostenible, alineada con las tendencias globales de economía circular y moda sostenible, con un potencial significativo de crecimiento e impacto positivo en la industria textil colombiana.

¹ Trabajo de grado

² Facultad de ingenierías Fisicomecánicas. Escuela de Estudios Industriales y Empresariales. Director Héctor Armando Barrera Cáceres. Mag. en administración.

Abstract

Title: Business Plan for the Creation of a company that produces fabrics from recycled PET bottles to contribute to sustainable development in the city of Bucaramanga.³

Authors: Nicolás García Gómez, Juan Esteban Ortega Aguillón⁴

Keywords: Sustainable fabrics, PET bottles, Circular economy, Sustainability.

Description: This project presents the business plan for Metamorfosis S.A.S., an innovative company dedicated to the production of sustainable fabrics from recycled PET bottles in Bucaramanga, Colombia. The initiative arose in response to growing environmental concerns and the demand for sustainable alternatives in the textile industry. The study encompassed a comprehensive market analysis, revealing a growing trend toward eco-friendly textile products and consumers' willingness to pay a premium price for them. The market research, which included in-depth interviews and quantitative surveys, demonstrated a high interest in fabrics made from recycled PET, with 96.7% of respondents expressing their intention to use them. The technical analysis details the process of transforming PET bottles into high-quality fabrics, addressing aspects such as the machinery required, the plant layout, and the necessary quality controls. It also evaluates the social and environmental impact, proposing circular economy and environmental compensation strategies. It is estimated that the company will contribute significantly to the reduction of plastic waste and the creation of jobs in the region. Metamorfosis S.A.S. presents itself as a viable and sustainable business opportunity, aligned with global trends in circular economy and sustainable fashion, with significant growth potential and positive impact on the Colombian textile industry.

³ Degree project

⁴ Faculty of Physicomechanical Engineering. School of Industrial and Business Studies. Director Héctor Armando Barrera Cáceres. M.Sc. in Management.

Introducción

El presente proyecto de grado propone un plan de negocios para la creación de Metamorfosis S.A.S., una empresa que buscaría transformar botellas PET recicladas en telas sostenibles en la ciudad de Bucaramanga. Esta iniciativa surge como respuesta a dos desafíos críticos en el contexto actual: la gestión de residuos plásticos y la necesidad de alternativas sostenibles en la industria textil.

El momento actual presenta una coyuntura favorable para este tipo de emprendimientos, impulsada por una creciente preocupación ambiental y un cambio en los patrones de consumo hacia productos más sostenibles. La industria textil, tradicionalmente asociada con un alto impacto ambiental, está experimentando una transformación hacia prácticas más responsables, creando oportunidades para nuevos modelos de negocio basados en la economía circular.

Para evaluar la viabilidad de este emprendimiento, el presente documento desarrolla un análisis exhaustivo que abarca:

- Un estudio de mercado que evalúa la demanda potencial y las preferencias del consumidor
- Un análisis técnico que define los procesos y requerimientos operativos
- Una evaluación organizacional y legal que establece la estructura propuesta para la empresa
- Un análisis financiero que determina la viabilidad económica del proyecto
- Una valoración del impacto social y ambiental que tendría la empresa en la región

De esta manera, este plan de negocios pretende demostrar cómo Metamorfosis S.A.S. podría convertirse no solo en una empresa rentable, sino también en un agente de cambio que contribuya al desarrollo sostenible de Bucaramanga y su área metropolitana, alineándose con las tendencias globales hacia una economía circular y ambientalmente responsable.

Tabla de cumplimiento de objetivos

Objetivo	Capítulo
----------	----------

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Realizar un análisis del entorno y del sector de telas ecológicas, incluyendo un estudio del macroentorno mediante investigación de documentos de fuentes secundarias y entrevistas a expertos del sector textil y ecológico.	Capítulo 3
Analizar el comportamiento y las tendencias del mercado para las telas ecológicas a partir de botellas PET recicladas mediante entrevistas a profundidad, grupos focales y técnicas de curva de valor en Bucaramanga y su área metropolitana.	Capítulo 4
Investigar e implementar un método químico más eficiente para modificar la estructura molecular del PET y mejorar la calidad de la fibra de tela producida.	Capítulo 5
Realizar un análisis técnico detallado determinando procesos mediante revisión de literatura, visitas de campo y consultas a expertos. Adicionalmente, utilizar pruebas piloto y simulaciones virtuales para evaluar el producto.	Capítulo 6
Efectuar un análisis organizacional diseñando el organigrama, manual de funciones y estructura salarial mediante comparativos con empresas similares.	Capítulo 7
Llevar a cabo un análisis legal mediante asesoría jurídica especializada para determinar el tipo de empresa y revisar regulaciones ambientales y del sector aplicables.	Capítulo 8
Analizar el impacto social a través de técnicas participativas con grupos de interés y el impacto ambiental realizando una matriz de riesgo ambiental.	Capítulo 9
Realizar el análisis financiero elaborando proyecciones de ingresos, costos e inversiones; construyendo flujos de caja proyectados y evaluando mediante indicadores financieros como TIR y VPN.	Capítulo 10
Desarrollar un análisis estratégico definiendo la visión, misión y objetivos estratégicos, identificando factores críticos de éxito, elaborando un análisis FODA y un plan de mercadeo integral (pruebas de concepto, estrategias de precio y plaza, entre otros) para el planteamiento de dichas estrategias.	Capítulo 11

1. Generalidades del Proyecto

1.1 Justificación de la Idea de Negocio

Se ha identificado una tendencia creciente hacia el consumo de productos ecológicos y amigables con el medio ambiente, impulsada por una mayor conciencia ambiental de los consumidores y regulaciones más estrictas sobre el uso de materiales no renovables. Específicamente en el sector textil, se proyecta un aumento en la demanda de telas recicladas y de origen sostenible, ya que marcas y consumidores buscan reducir su huella ambiental. Según un estudio de mercado global realizado por la firma *Grand View Research*, el mercado mundial de telas ecológicas y sostenibles está proyectado para crecer a una tasa compuesta anual del 9,2% entre 2022 y 2030, alcanzando un valor de \$92.980 millones para el año 2030. El estudio encontró que los principales impulsores de este crecimiento son la creciente conciencia ambiental de los consumidores, especialmente de las generaciones más jóvenes como los *millennials*, que están dispuestos a pagar un precio *premium* por productos ecológicos; La implementación de regulaciones gubernamentales más estrictas que restringen el uso de fibras y procesos contaminantes en la industria textil; y Las iniciativas de sostenibilidad adoptadas por las principales marcas y minoristas de moda para reducir su huella ambiental.

Sin embargo, la oferta actual de telas ecológicas es limitada y con procesos de producción poco eficientes. Esta brecha entre la demanda creciente por parte de consumidores "verdes" y la oferta restringida de materiales textiles ecológicos, representa una oportunidad de negocio potencialmente atractiva.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Al utilizar innovadores procesos para reciclar botellas PET en fibras de alta calidad, nuestra empresa tendría una ventaja competitiva en costos y diferenciaría su producto con propiedades técnicas superiores. Además, al ubicarse en Bucaramanga, un importante núcleo de la industria textil colombiana, la empresa aprovecharía la disponibilidad de mano de obra calificada y una ubicación estratégica cerca de clientes potenciales clave.

En cuanto al análisis del sector, esta empresa pertenece según la Cámara de Comercio de Bucaramanga al código 1311, que corresponde a la preparación e hilatura de fibras textiles. Se considera competencia directa a aquellas empresas que operan en el mismo mercado, ofreciendo productos que satisfacen las mismas necesidades del consumidor final, independientemente de la tecnología o procesos de fabricación empleados. Considerando lo anterior y sabiendo el sector perteneciente, es vital conocer qué empresas del área metropolitana de Bucaramanga y otras ciudades objetivo, se dedican a la fabricación y venta de textiles, y cuántas son de tela a base de PET.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Desarrollar un plan de negocios para establecer una empresa productora de telas ecológicas a partir del reciclaje de botellas PET en la ciudad de Bucaramanga, mediante la implementación de un método químico eficiente que modifique la estructura molecular del PET para obtener la fibra textil, contribuyendo a la reducción del impacto ambiental y fomentando prácticas sostenibles, ofreciendo una solución innovadora que aproveche los desechos plásticos para crear telas.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

1.2.2 Objetivos Específicos

Realizar un análisis del entorno y del sector de telas ecológicas, incluyendo un estudio del macroentorno mediante investigación de documentos de fuentes secundarias y entrevistas a expertos del sector textil y ecológico.

Analizar el comportamiento y las tendencias del mercado para las telas ecológicas a partir de botellas PET recicladas mediante entrevistas a profundidad, grupos focales y técnicas de curva de valor en Bucaramanga y su área metropolitana.

Investigar e implementar un método químico más eficiente para modificar la estructura molecular del PET y mejorar la calidad de la fibra de tela producida.

Realizar un análisis técnico detallado determinando procesos mediante revisión de literatura, visitas de campo y consultas a expertos. Adicionalmente, utilizar pruebas piloto y simulaciones virtuales para evaluar el producto.

Efectuar un análisis organizacional diseñando el organigrama, manual de funciones y estructura salarial mediante comparativos con empresas similares.

Llevar a cabo un análisis legal mediante asesoría jurídica especializada para determinar el tipo de empresa y revisar regulaciones ambientales y del sector aplicables.

Analizar el impacto social a través de técnicas participativas con grupos de interés y el impacto ambiental realizando una matriz de riesgo ambiental.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Realizar el análisis financiero elaborando proyecciones de ingresos, costos e inversiones; construyendo flujos de caja proyectados y evaluando mediante indicadores financieros como TIR y VPN.

Desarrollar un análisis estratégico definiendo la visión, misión y objetivos estratégicos, identificando factores críticos de éxito, elaborando un análisis FODA y un plan de mercadeo integral (pruebas de concepto, estrategias de precio y plaza, entre otros) para el planteamiento de dichas estrategias.

2. Marco de Referencia

2.1 Marco de Antecedentes

Aunque el tereftalato de polietileno (PET) fue patentado por científicos británicos en 1941 para la fabricación de fibras textiles, no fue hasta años recientes que su uso en la industria textil cobró relevancia. A medida que la conciencia sobre el impacto ambiental de los plásticos desechables aumentaba, empresas líderes como Patagonia, Nike y Decathlon comenzaron a explorar el uso de PET reciclado proveniente de botellas plásticas como una alternativa más sostenible para la fabricación de prendas de vestir y productos deportivos. La iniciativa ayuda a reducir los desechos plásticos que terminan en vertederos y océanos, y disminuye la dependencia de la industria textil en el petróleo como materia prima. En los últimos 5 años, se han realizado varios trabajos de grado relacionados con la producción de telas a partir del reciclaje de botellas de plástico PET, lo cual guarda una estrecha relación con nuestro proyecto de creación de una empresa dedicada a este propósito en la ciudad de Bucaramanga. Uno de los trabajos relevantes

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

es el realizado por Forero (2023), en su trabajo "Obtención de fibra textil a partir del reciclado del plástico (PET)", describe detalladamente el proceso de transformación del PET para obtener fibra textil, con el objetivo de crear conciencia sobre la importancia del reciclaje de plásticos y disminuir su impacto ambiental. Los resultados muestran que el 97% del material recibido es aprovechado y que la empresa analizada tiene potencial de incrementar su productividad. Este trabajo aporta información técnica sobre la obtención de fibra textil a partir de PET reciclado, fundamental para crear una empresa dedicada a ello en Bucaramanga (Forero, 2023).

Otro antecedente importante es la tesis de Pérez (2022), en su "Estudio de factibilidad para la creación de una empresa transformadora de plástico a fibra textil en Boyacá", donde analiza la factibilidad de crear una empresa que transforme plástico PET en hilo textil. Determina que el proyecto es viable económicamente, con una TIR de 15% y un VPN positivo, y que la empresa transformaría anualmente alrededor de 629.200 kg de plástico PET. Este trabajo aporta información valiosa sobre la metodología para evaluar la factibilidad de un proyecto similar, así como cifras orientadoras sobre la demanda y el potencial de reciclaje de PET (Pérez, 2022)

Finalmente, es relevante mencionar la investigación de Doria y Garcés (2023), en su trabajo "Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora en prendas de vestir ecológicas en el Departamento del Atlántico", determinaron que existe un mercado potencial para prendas de vestir ecológicas en el Atlántico, especialmente entre mujeres de 18 a 39 años de estrato 3 con poder adquisitivo moderado. Además, evaluaron proveedores y procesos de fabricación sostenibles. Estas conclusiones son relevantes, ya que confirman la tendencia hacia

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

productos textiles ecológicos y aportan información sobre el mercado objetivo y aspectos técnicos (Doria y Garcés, 2023).

Los trabajos analizados dan información técnica detallada sobre el proceso de obtención de fibras textiles a partir de PET reciclado, metodologías para evaluar la viabilidad económica y financiera de estos proyectos y datos relevantes sobre la demanda de productos textiles sostenibles. Esta información servirá como base y antecedente valioso para el desarrollo de nuestro plan de negocios en la ciudad de Bucaramanga.

2.2 Marco Teórico

El presente proyecto está inmerso en la economía circular y el desarrollo sostenible, que busca redefinir el concepto de “residuo” transformándolo en un recurso valioso. Según el segundo principio de la economía circular planteado por la fundación Ellen MacArthur (s.f), se debe buscar el diseño de productos que permitan el reciclaje y la reutilización de materiales, con el objetivo de eliminar la noción de desecho.

En esta línea, están las teorías de la ecología y el metabolismo industrial, que determinan que las actividades económicas son sistemas integrados al ecosistema, donde los residuos de una actividad pueden convertirse en insumos para otra, es decir, se cierra el ciclo de los materiales y la energía para crear sistemas industriales circulares (Carrillo, 2009).

Por otra parte, existen las teorías del desarrollo sostenible como el *triple bottom line* expuesta por John Elkington donde propone que las organizaciones además de buscar la rentabilidad económica deben minimizar los impactos ambientales negativos y generar

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

beneficios reales para la sociedad creando un nuevo concepto de empresas de triple impacto o las *B-Corporations* (García, 2015).

En consecuencia, una empresa que esté alineada a este tipo de misiones, se convierte en un aliado para el ambiente y la población. Sin embargo, como cualquier otra organización, su creación requiere un riguroso plan de negocios. Para el análisis estratégico y de mercado de esta planeación, se pueden utilizar instrumentos como el análisis PESTEL y las 5 fuerzas de Porter para comprender los factores políticos, económicos, sociales, tecnológicos y legales además de los competidores, proveedores, compradores y amenaza de sustitutos (Fernández, 2013). También el análisis de las tendencias del consumidor y el comportamiento de la demanda por productos *eco-friendly* en base a estudios de mercadeo.

Desde el punto de vista técnico, se utilizan los conocimientos en los procesos químicos y de polímeros para diseñar un proceso eficiente que aproveche las propiedades fisicoquímicas del PET: resistencia a la tracción y a los productos químicos, transparencia, fácil fabricación y robustez frente al fuego (Loganayagan, et al, 2021).

Finalmente, se debe resaltar las teorías de evaluación de proyectos de inversiones y valoración de empresas, soportándolas con metodologías que permiten cuantificar externalidades ambientales y beneficios sociales que se plasman en los indicadores y flujos de caja como el retorno social de la inversión.

3. Análisis del Entorno

3.1 Análisis PESTEL

Se trata de una herramienta que permite conocer e investigar sobre los diferentes factores del macroentorno que afectan al proyecto, es decir, brinda un análisis sobre los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ecológicos y legales.

Para Torres (2019), las características a las que responde el análisis PESTEL en cada factor de su estructura corresponde a:

- **Políticos:** Subvenciones públicas dependientes de los gobiernos, política fiscal del país, tratados comerciales (incluyendo sus modificaciones) y posibles efectos de los partidos políticos gobernantes sobre la sociedad y la empresa.
- **Económicos:** Ciclos económicos del país propio y países de interés, políticas económicas del gobierno, inflación y niveles de rentas, tipos de interés, segmentación en las clases económicas de la población, tasa de desempleo, entre otros.
- **Socioculturales:** Cambios en gustos o modas que afecten el consumo, nivel de ingresos, conciencia por la salud, formas de comunicación, cambios a nivel poblacional (tasas de natalidad, mortalidad, esperanza de vida) y rasgos religiosos de interés.
- **Tecnológicos:** Agentes que promueven la innovación, inversiones en I + D de los países o continentes, aparición de nuevas tecnologías en la actividad empresarial estudiada, tecnologías disruptivas que pueden afectar desde otros sectores, promoción del desarrollo tecnológico, usos de energía y nuevas formas de producción y distribución.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Ecológicos:** leyes de protección ambiental, regulación sobre el consumo de energía y reciclaje de residuos, concienciación social ecológica y preocupación el calentamiento global, contaminación y cambio climático.
- **Legales:** licencias, leyes sobre empleo, derechos de propiedad intelectual, leyes de seguridad laboral y sectores protegidos o regulados.

Teniendo claro el desarrollo que debe tener este tipo de análisis, es necesario delimitarlo al contexto nacional de Colombia con especial enfoque hacia la región de Santander y la ciudad de Bucaramanga en aspectos en los que sea clave y diferencial hacerlo.

3.1.1 Factores Políticos

En Colombia existen diferentes políticas que fomentan el reciclaje y la economía circular que resultan beneficiosas para nuevos emprendimientos sostenibles. Una de ellas es la Estrategia Nacional de Economía Circular (2019) impulsada por el ministerio de ambiente, que busca garantizar el eficiente uso de los recursos de las diferentes industrias teniendo en cuenta la recuperación de los ecosistemas y el correcto flujo circular de los materiales, el agua y la energía. Además, el principal objetivo de esta estrategia es consolidar un modelo circular que se establezca en el país y que responda al reto socio ambiental de “producir conservando y conservar produciendo”.

Por otra parte, el gobierno colombiano establece regulaciones como mecanismo más severo de lograr el cumplimiento de las empresas respecto a las problemáticas del medio ambiente. Por ejemplo, en el artículo 4 del capítulo II de la ley 2232 de 2022 de Colombia, se decreta la prohibición y sustitución gradual de los plásticos de un solo uso con el fin de

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

garantizar el aprovechamiento de residuos plásticos y generar alternativas sostenibles en la búsqueda del modelo de economía circular. Esta ley también resalta la importancia de la reutilización, el reciclaje y coprocesamiento como medios para alcanzar beneficios ambientales y socioeconómicos.

En la misma línea, la alcaldía de Bucaramanga ha mostrado interés en proyectos de sostenibilidad. Por ejemplo, el lanzamiento del *#EcoChallenge* en Bucaramanga que involucra a estudiantes en la recolección de residuos reciclables (Alcaldía de Bucaramanga, 2024), demuestra el compromiso de la administración con la sostenibilidad y la educación ambiental. Por otra parte, en años anteriores también se realizaron campañas de este tipo como la misión recicla donde la Empresa de Aseo de Bucaramanga (EMAB), el Acueducto Metropolitano de Bucaramanga (AMB), la secretaria de salud y medio ambiente municipal se unieron para ofrecer un proyecto basado en el intercambio de materiales reciclables por puntos redimibles en recargas y minutos de celular (Vanguardia, 2022).

3.1.2 Factores Económicos

Uno de los factores que más ha afectado a la economía global es la pandemia por el covid-19. Según el Fondo Monetario Internacional (2024) el PIB real en Colombia se redujo al 1,2 % en 2023 por los impactos de la crisis sanitaria del covid-19, señalando como principal causa la desaceleración de la demanda interna. Adicionalmente, existen otras problemáticas globales que amenazan continuamente la economía del país. Una de ellas es el conflicto geopolítico que, de agudizarse, generará dificultades en el comportamiento de la cadena de

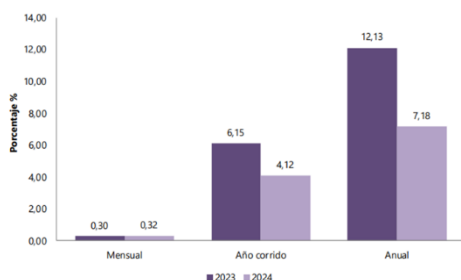
PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

suministro y la elevación de los precios mundiales de los alimentos afectando el crecimiento económico colombiano y aumentando las presiones inflacionarias.

Las proyecciones económicas para Colombia se han estudiado a la baja en los tiempos recientes. Según el Banco Mundial, mientras que a principios de 2024 se esperaba un crecimiento del 1,8%, en su actualización del mes de abril la cifra se redujo al 1,3%. Sin embargo, se vaticina un repunte de la economía para los años siguientes, con un crecimiento previsto del 3,2% para 2025 y del 3,1% para el año 2026 (La República, 2024). Estas proyecciones dejan ver que, aunque existen desafíos actuales que desaceleran el crecimiento económico, se espera una recuperación gradual de la economía colombiana en el mediano plazo.

En cuanto a la inflación, las cifras proporcionadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) muestran una tendencia a la baja, conservando aun niveles elevados. Según el DANE (2024), las variaciones del Índice de Precios al Consumidor en los dos últimos años son las plasmadas en la Figura 1

Figura 1. Variaciones IPC



Nota. Tomado de DANE; IPC (2024).

El gráfico muestra que para junio hay un incremento ligero del 0,02% para 2024. Sin embargo, la variación año corrido muestra una mejora significativa pasando de un 6,15% a un

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4,12% en 2024. Más notable aun es la variación donde hay una reducción de casi el 5% llegando al 7,18% para el 2024. De igual forma el panorama es preocupante, ya que una inflación anual superior al 7 % trae problemas a consumidores y empresas por las presiones en los costos y el poder adquisitivo, lo que podría afectar la demandad de bienes y servicios, incluido el sector textil.

Respecto al producto interno bruto (PIB) industrial en Colombia, se divide por sectores para realizar un análisis económico más específico. En este caso, de Inexmoda (2024) se obtiene que el sector de interés (textil) representa el 8% del PIB industrial, es decir, que las cifras indican que es un sector significativo y establecido dentro de la situación económica actual del país. A pesar de ello, en 2023 el PIB correspondiente a las actividades textiles y de confección presentó una disminución notable del 15,5 % respecto al año anterior (Informe sectorial textil y confecciones, 2023).

Desde una perspectiva más específica, el sector textil en la ciudad Bucaramanga según su cámara de comercio (2021) indica que para 2022 se crearon 604 nuevas empresas de confecciones que representan el 54,1% de los negocios emergentes en el sector de la moda. En total, existen 4058 empresas registradas en el sistema moda y de estas el 50% corresponden a las confecciones.

3.1.3 Factores Sociales

El desempleo y la desigualdad continúan siendo desafíos significativos en Colombia, lo que podría impactar en la demanda de productos *premium* o sostenibles. Según el DANE, en mayo de 2024, la tasa de desocupación en las 13 principales ciudades y áreas metropolitanas se

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

situó en 10,3%, dejando ver una mejoría respecto al 11,2% registrado en mayo de 2024. A su vez, la tasa global de participación aumentó 1,4% alcanzando el 67,1% en mayo de 2024 frente al 65,7% del mismo mes del año anterior (DANE, 2024). Sin embargo, la desigualdad en la distribución de ingresos sigue siendo pronunciada; el 10% de la población con mayores ingresos concentra el 54,7% de los recursos, mientras que el 50% más pobre tan solo accede al 10% del ingreso total (La República, 2023). Esto marca un desequilibrio económico que muestra la incapacidad que puede tener un gran porcentaje de la población para adquirir productos de mayor valor agregado o aquellos con componente sostenible.

En Colombia, se observa una creciente conciencia ambiental respecto a temas que se relacionan al consumo de plástico y al reciclaje de este. Según el estudio realizado por el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el 71,1% de los hogares colombianos reportó haber reducido el consumo de bolsas plásticas tras la implementación del impuesto a estas. Además, en la clasificación de basuras por tipo de materiales en los hogares colombianos, ha pasado de un 36,5 % en 2013 a un 44,6% en 2017. El estudio resaltó que las personas con educación superior (75,1%) han reducido más el uso de bolsas plásticas respecto a los que no tiene educación secundaria (66,4%). Además, la reducción en el uso de bolsas plásticas muestra una tendencia respecto al estrato social, donde, los estratos 5 y 6 alcanzan hasta el 86%. Similar patrón se analizó en las prácticas de reciclaje, donde el 82,2% de los hogares en estratos altos separan sus residuos para reciclar, respecto al 36,9% en el estrato 1. Los datos muestran la creciente conciencia ambiental y el arraigamiento de esta hacia segmentos más educados de la población y a estratos económicos más altos.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

En cuanto al gasto de los hogares en moda, las proyecciones realizadas por Inexmoda indican una cifra cercana a los 34 billones de pesos en 2023, lo que representaría un crecimiento del 7% al 8% en términos corrientes respecto al 2022 (Informe sectorial textil y confecciones, 2023). Dichas proyecciones se basan en la expectativa de que las festividades pendientes en el año como diciembre y Halloween impulsen el consumo en el sector.

3.1.4 Factores Tecnológicos

En los últimos años, Colombia está asumiendo compromiso con la innovación y el desarrollo tecnológico. Según datos del DANE (2021), en 2021 la inversión total en Investigación y Desarrollo (I+D) intramuros en los sectores investigados alcanzó la cifra de los 3,3 billones de pesos. Esta suma fue distribuida principalmente para las empresas (1,9 billones de pesos) y las instituciones de educación superior (1,3 billones de pesos), lo cual indica un entorno propicio para la innovación y adopción de nuevas tecnologías.

Por otra parte, la digitalización del comercio y la industria en Colombia está experimentando un crecimiento notable, lo que podría facilitar la conexión entre proveedores y clientes. María Fernanda Quiñones, presidente ejecutiva de la Cámara Colombiana de Comercio Electrónico, prevé un crecimiento del 17% en las ventas totales de bienes y servicios a través del comercio electrónico o *e-commerce* para 2024. Aunque se proyecta una caída del 13% en las ventas minoristas en línea en 2023, se espera una recuperación con un aumento del 8% para 2024 (La República, 2024). Esto indica, una tendencia hacia la consolidación del *e-commerce* en el país, generando nuevas oportunidades de mercados y nuevos canales de distribución para las empresas e instituciones especialmente a las que se adapten a las demandas del entorno digital.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Por su parte Bucaramanga podría proporcionar un ecosistema favorable para la innovación en procesos de reciclaje. Sus parques tecnológicos son los siguientes: Parque tecnológico de Guatiguará, Neomundo, Parque Tecnológico e Industrial de Santander y Tecnópolis.

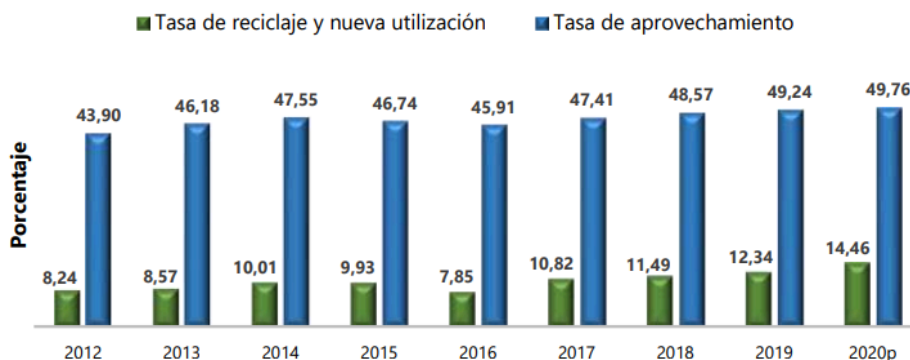
En el ámbito tecnológico del reciclaje de plásticos PET y su tratamiento, existen diversas empresas que han logrado innovaciones significativas que puede potenciar esta industria. Un ejemplo destacado es la *start-up* suiza DePoly, fundada en 2020, que ha revolucionado la despolimerización química. Esta tecnología permite convertir plásticos PET en precursores de calidad virgen a temperatura ambiente y presión estándar, sin necesidad de clasificación previa ni eliminación de contaminantes (Tecnología del Plástico, 2023).

3.1.5 Factores Ecológicos

En el contexto de la sostenibilidad ambiental, Colombia ha mostrado una tendencia general positiva en el manejo de residuos. Según el DANE (2022), las estadísticas respecto a la tasa de aprovechamiento y la tasa de reciclaje y nueva utilización en los últimos años son las plasmadas en la figura 2.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Figura 2. Tasa de aprovechamiento, y tasa de reciclaje y nueva utilización de residuos sólidos y productos residuales generados



Nota. Tomado de DANE (2022)

En la figura 2 se observa que la tasa de aprovechamiento de residuos ha aumentado de manera constante, pasando de un 43,90% en 2012 a llegar al 49,76 % en 2020, lo que mejora la gestión de desechos a nivel nacional. Paralelamente, la tasa de reciclaje y nueva utilización ha experimentado un crecimiento más pronunciado, elevándose de 8,24% en 2012 a 14,46% en 2020, con un incremento notable entre 2019 y 2020. En consecuencia, las cifras reflejan un avance en las prácticas de economía circular del país, lo que favorece iniciativas empresariales enfocadas en el reciclaje y la transformación de materiales como el PET.

En lo que respecta a la industria textil y la moda colombiana, se observa una creciente tendencia hacia prácticas más sostenibles e innovadoras. En este caso, eventos como Colombiatex de las Américas muestran esta evolución. En 2020, esta plataforma, reconocida como la más importante del sector en América Latina, enfatizó la sostenibilidad ambiental. La feria exhibió tendencias eco-amigables que integran moda y tecnología, con una gran participación internacional (Inexmoda, 2020). Así mismo, se abordó la implementación de la

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

“Ruta de la Sostenibilidad Ambiental” que subraya la creciente relevancia de los modelos de negocios sostenibles en el sector, como respuesta a la demanda de consumidores más conscientes (Centro RS, 2020). Este enfoque ilustra la transformación del sector textil en Colombia hacia prácticas que sean más responsables con el medio ambiente.

3.1.6 Factores Legales

En el aspecto legal, el sector textil en Colombia está sujeto a regulaciones en materia de seguridad laboral. Por ejemplo, el decreto 1072 de 2015, que establece la obligatoriedad de implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) para todas las empresas. Este marco normativo exige la adopción de medidas para proteger a los trabajadores contra los riesgos relacionados a estas actividades como las exposiciones a partículas textiles en el aire o los niveles elevados de ruido.

El marco legal laboral también está regulado por el Código Sustantivo del Trabajo colombiano. Según este código se establece una jornada máxima de 48 horas semanales y para una planta de producción continua, los turnos nocturnos (10 pm a 6 am) tienen un recargo del 35% sobre el valor de la hora diurna.

En Colombia, con el fin de controlar los impactos negativos de la industria del país, existen regulaciones ambientales estipuladas en el ministerio de ambiente. Para el sector de interés, se destacan:

- **Resolución 0631 de 2015:** establece los parámetros y valores límites máximos permisibles en vertimientos. Una empresa que lava botellas PET deberá tratar sus aguas

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

residuales antes del vertimiento, cumpliendo con límites como un pH entre 6.0 y 9.0, y una Demanda Química de Oxígeno (DQO) máxima de 400 mg/L O₂.

- **Decreto 1076 de 2015:** expresa que las emisiones atmosféricas en procesos industriales como la fundición de PET deben controlarse. Por ejemplo, para material particulado, el límite es de 50 mg/m³ en fuentes fijas.
- **Resolución 1407 de 2018:** reglamenta la gestión ambiental de residuos de envases y empaques. Aunque se enfoca en estos materiales, sienta las bases para futuras regulaciones que podrían afectar a productores textiles, requiriendo planes de recolección y reciclaje post-consumo.

3.2 Análisis de las Cinco Fuerzas de Porter

Es un instrumento utilizado para estudiar el entorno y complementa al análisis PESTEL. “Son utilizadas para encontrar las fortalezas y amenazas existentes en una determinada fracción del mercado con el fin de guiar a la correcta toma de decisiones y así lograr la sostenibilidad en una empresa” (Espinoza y Espinoza, 2020).

De acuerdo con Torres (2019) y Riquelme (2015) la estructura y descripción de las 5 fuerzas que componen este modelo son:

- **Amenaza de la entrada de nuevos competidores:** Se usa para detectar empresas que tienen características o productos similares en el mercado. Este tipo de amenaza puede depender varios tipos barreras de entrada: Economía de escala, diferenciación, requerimiento de capital, acceso a canales de distribución o ventajas de costo independientes

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Poder de negociación de los proveedores:** Proporciona a los proveedores herramientas necesarias para poder alcanzar un objetivo.
- **Poder de negociación de los compradores:** El cliente tiene diversas ofertas en el mercado como productos o servicios similares o sustitutos en el mercado. En consecuencia, pueden tener exigencias que alteren (reduzcan) los precios de manera notable.
- **Amenazas de productos sustitutos:** Cuando los sustitutos comienzan a tomar fuerza siendo una opción real, eficaz y más económica respecto al ofrecido por la empresa, genera una reducción tanto de los precios como de los ingresos de esta.
- **Rivalidad entre las empresas:** La competencia directa entre empresas que ofrecen productos similares lleva a un mercado saturado con muchos competidores. Esto resulta en un lento crecimiento de la industria, mayores costos, y dificultades para diferenciar productos. La intensa rivalidad impulsa estrategias costosas e innovación constante para destacar sobre la competencia.

3.2.1 Poder de Negociación de los Proveedores

Bajo a moderado:

- **Alta disponibilidad de botellas PET:** La disponibilidad de materia prima dentro del área metropolitana de Bucaramanga es alta, pues solo en la ciudad de Bucaramanga se recogen alrededor de 567 toneladas de residuos lo que indica una gran cantidad materia prima disponible, ya que de los residuos recogidos solo el 2.02% se recicla (Concejo Municipal de Bucaramanga, 2022).

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Diversidad de fuentes:** Para asegurar el suministro constante de materia prima se harán alianzas con supermercados, empresas de bebidas y restaurantes para no depender solo de recicladores y centros de acopio.
- **Bajo costo de cambio:** La naturaleza del material (PET post-consumo) permite cambiar fácilmente entre proveedores sin costos significativos.

Factores que aumentan el poder:

- **Calidad del PET:** Proveedores que ofrezcan PET pre-clasificado o limpio.
- **Volumen y consistencia de suministro:** Al aumentar las fuentes de suministro se garantizará el volumen y la consistencia para ello se crearán constantemente alianzas con empresas que generen desechos o que capten PET.

Estrategias:

Desarrollar un programa de recolección directo, posiblemente en colaboración con programas gubernamentales como se hizo en 2020 con la “misión recicla”. Establecer contratos a largo plazo con grandes generadores de residuos PET (ej. hoteles, restaurantes, instituciones educativas). Invertir en tecnología de clasificación y limpieza para reducir la dependencia de PET pre procesado.

3.2.2 Poder de Negociación con los Compradores

Moderado a alto:

- **Volumen de compra:** Las grandes marcas de moda y fabricantes textiles pueden realizar compras en volúmenes importantes, aumentando su poder de negociación. Esto se

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

evidencia en los hallazgos del estudio de mercado realizada., donde se encontró que el 53.3% de las empresas encuestadas en Bucaramanga y su área metropolitana efectúan pedidos mensuales de más de 1,000 metros de tela.

- **Sensibilidad al precio:** La industria textil colombiana es altamente competitiva, con presión de importaciones baratas, lo que aumenta la sensibilidad al precio.

Factores que reducen el poder:

- **Creciente demanda de productos sostenibles:** Según *Allied Market Research* (s.f), se proyecta un crecimiento anual del 8.7% en el mercado de telas ecológicas hasta 2030.
- **Diferenciación del producto:** La naturaleza reciclada y sostenible del producto puede reducir la sensibilidad al precio para ciertos compradores.

Estrategias:

Obtener certificaciones de sostenibilidad reconocidas internacionalmente. Establecer alianzas estratégicas con marcas de moda comprometidas con la sostenibilidad. Diversificar la cartera de clientes incluyendo sectores no tradicionales (ej. automoción, construcción).

3.2.3 Amenaza de nuevos entrantes

Moderada:

- **Barreras tecnológicas:** El proceso de conversión de PET a fibra textil requiere conocimientos especializados y tecnología avanzada.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Inversión inicial significativa:** Se requiere una inversión importante en maquinaria especializada.
- **Economías de escala:** Empresas establecidas como Enka de Colombia tienen ventajas en costos debido a su escala de operación.

Factores que aumentan la amenaza:

- **Crecimiento del mercado:** La tasa de crecimiento anual compuesta del 24.5% en el sector de textiles sostenibles puede atraer nuevos competidores.
- **Políticas de apoyo:** Iniciativas como la Estrategia Nacional de Economía Circular en Colombia pueden incentivar la entrada de nuevos actores en el reciclaje de PET.

Estrategias:

Invertir continuamente en I+D para mantener una ventaja tecnológica, especialmente en el método químico para modificar la estructura molecular del PET. Establecer acuerdos de exclusividad con proveedores clave y clientes importantes. Desarrollar una marca fuerte asociada con innovación y sostenibilidad en Bucaramanga y la región.

3.2.4 Amenaza de Productos Sustitutos

Alta:

- **Telas convencionales:** Por su menor costo, el poliéster y algodón tradicionales siguen dominando el mercado.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Innovaciones en fibras ecológicas:** Se desarrolla y gana popularidad los nuevos materiales sostenibles que incluyen fibras naturales como el bambú y el cáñamo, fibras recicladas de diversas fuentes (como el algodón reciclado), y materiales innovadores a base de proteínas o celulosa regenerada (Vesti La Natura, s.f)

Estrategias:

Enfatizar los beneficios ambientales específicos de las telas de PET reciclado (ej. reducción de residuos plásticos en Bucaramanga). Desarrollar mezclas con otras fibras sostenibles para crear productos únicos. Educar a los consumidores y clientes B2B sobre los beneficios de las telas de PET reciclado.

3.2.5 Rivalidad Entre Competidores Existentes

Moderada a alta:

- **Competidores nacionales establecidos:** Empresas como Enka de Colombia, Ecohilandes y Ekored ya tienen presencia en el mercado de fibras recicladas a nivel nacional.

- **Competencia local limitada:** En Bucaramanga, no se identificaron competidores directos que produzcan telas de PET reciclado, lo que representa una oportunidad.

- **Crecimiento del mercado:** El rápido crecimiento del sector puede moderar la intensidad de la rivalidad al proporcionar oportunidades para todos los actores.

Factores que intensifican la rivalidad:

- **Diferenciación limitada:** La naturaleza del producto (fibra de PET reciclado) puede hacer difícil la diferenciación entre fabricantes.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Barreras de salida:** Las altas inversiones en equipos especializados pueden crear barreras de salida, intensificando la competencia en tiempos difíciles.

Estrategias:

Enfocarse en el mercado local de Bucaramanga y Santander inicialmente, aprovechando la falta de competidores directos en la región. Desarrollar alianzas estratégicas con marcas de moda locales y diseñadores emergentes en Bucaramanga. Invertir en marketing para construir una fuerte identidad de marca asociada con la sostenibilidad y el desarrollo local. Diversificar la oferta de productos para incluir aplicaciones técnicas además de la moda (ej. textiles industriales, materiales de construcción).

3.3 Perfil de Capacidad Interna (PCI)

El PCI es una herramienta para evaluar las fortalezas y debilidades de una empresa respecto a las oportunidades y amenazas del microentorno, por lo que permite implica realizar un diagnóstico del desarrollo de las capacidades internas. Según Serna y Díaz (2015), el PCI tiene como enfoque las siguientes categorías: Capacidad directiva, capacidad competitiva (o de mercadeo), capacidad financiera, capacidad tecnológica (productiva), capacidad del talento humano

Estas categorías serán evaluadas en una matriz de perfil de capacidad interna que contendrá los factores que afectan cada una de las capacidades a los cuales se le asignará un valor alto, medio o bajo correspondiente al nivel de fortaleza, debilidad e impacto según el

estado de la empresa como se muestra en Apéndice A: Matriz de Perfil de Capacidad Interna (PCI)

4. Análisis de Mercado y Plan de Mercado

Este estudio de mercado tiene como objetivo evaluar la viabilidad y el potencial de mercado para EcoPET Metamorfosis, una innovadora tela sostenible producida a partir de botellas PET recicladas.

4.1 Producto y Sus Características

EcoPET Metamorfosis es una tela innovadora y sostenible producida a partir de botellas PET recicladas. Este producto es una solución ecológica para la industria textil, combinando la responsabilidad ambiental con la calidad y funcionalidad.

Características principales: Esta innovadora tela representa un avance significativo en el sector textil, destacándose por su compromiso con la sostenibilidad al ser fabricada íntegramente con materiales reciclados. Su versatilidad la hace ideal para una amplia gama de aplicaciones, desde ropa deportiva hasta moda casual y uniformes. En términos de calidad, ofrece propiedades comparables o incluso superiores a las telas convencionales, garantizando durabilidad, comodidad y alto rendimiento. Este producto demuestra que es posible crear textiles de excelente calidad a partir de materiales reciclados, marcando un hito en la innovación textil. Además, su proceso de producción se distingue por su reducido impacto ambiental, minimizando el uso de agua y energía, y disminuyendo las emisiones de CO₂ en comparación con la producción de telas tradicionales.

4.2 Análisis de Investigación de Mercado Cualitativo: Entrevistas a Profundidad.

Como parte de nuestra investigación de mercado para evaluar la viabilidad de producir telas a partir de botellas PET recicladas en Bucaramanga, se realizaron entrevistas a profundidad con cuatro actores clave del sector textil y de moda. Estas entrevistas tenían como objetivo analizar el comportamiento y las tendencias del mercado para las telas ecológicas.

La transcripción de estas entrevistas se encuentra en el Apéndice B: Transcripción entrevistas a profundidad.

4.2.1 Metodología de la Investigación Cualitativa

Se llevaron a cabo entrevistas semiestructuradas con los siguientes perfiles: Silvia Sánchez, administradora de tiendas de Adidas en Bucaramanga; Andrés Carvajal, director Comercial de Deportivos Carvajal; Andrés Godoy, dueño de De Godoy; y William Ramirez, dueño de Gutsy. Las entrevistas se centraron en temas como la demanda actual de productos sostenibles, los desafíos en la implementación de telas ecológicas, y las perspectivas futuras del mercado.

4.2.2 Resultados y Análisis de la Investigación Cualitativa

4.2.2.1 Demanda y Percepción del Mercado.

Crecimiento de la demanda: Todos los entrevistados coinciden en que hay una tendencia creciente hacia productos sostenibles, aunque en diferentes grados. La administradora de Adidas señala que la demanda ha sido "súper positiva", con clientes dispuestos a pagar precios más altos por productos sostenibles; Andrés Carvajal menciona que las grandes marcas

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

están empezando a interesarse, pero aún representan un pequeño porcentaje de su producción total; De Godoy ve una transición gradual hacia telas ecológicas, esperando que los costos disminuyan en los próximos 5 años.

Segmento de mercado: Se identifica un nicho específico para estos productos: Según William Ramírez (dueño de Gutsy), el mercado principal son las tiendas deportivas y consumidores de ropa con alto contenido de expandex. Por su parte, la administradora de Adidas confirma que los jóvenes y deportistas son los más interesados en productos sostenibles.

4.2.2.2 Desafíos y Barreras.

Costo: Es el desafío más mencionado por todos los entrevistados; Andrés Carvajal señala que los productos hechos con materiales reciclados pueden costar más del doble que los convencionales; De Godoy mencionó estar dispuesto a pagar hasta un 10% más por telas ecológicas.

Educación del consumidor: La falta de información y conciencia ambiental es una barrera significativa: El dueño de Gutsy enfatiza la necesidad de educar a los consumidores sobre el impacto ambiental; De Godoy menciona que, en Colombia, los clientes no suelen buscar activamente productos ecológicos.

Calidad y durabilidad: Es crucial que las telas ecológicas mantengan o superen la calidad de las convencionales. De Godoy destaca la importancia de la durabilidad, dando una calificación de 5/5 a esta característica.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4.2.2.3 Oportunidades y Tendencias.

Beneficios para las empresas: Además de mejorar la imagen de marca, el uso de materiales reciclados puede ofrecer beneficios tributarios; Potencial de exportación: El dueño de Gutsy sugiere que estos productos tienen mejor acogida en otros países, lo que podría representar una oportunidad de exportación. Diversificación de materiales: De Godoy menciona el uso de fibras alternativas como eucalipto y cáñamo, sugiriendo un mercado en expansión para diversos tipos de materiales sostenibles.

4.2.2.4 Conclusiones del Análisis Cualitativo.

Existe un mercado creciente para telas y productos hechos con materiales reciclados, especialmente en el sector de ropa deportiva y entre consumidores jóvenes. El mayor desafío es el costo elevado de estos productos, lo que sugiere la necesidad de optimizar los procesos de producción para reducir precios. Por otra parte, la educación del consumidor es crucial para el éxito de estos productos en el mercado colombiano. Resaltar que la calidad y durabilidad de las telas ecológicas deben ser comparables o superiores a las convencionales para ganar aceptación en el mercado. Adicionalmente, hay oportunidades para diversificar en diferentes tipos de fibras sostenibles, no limitándose solo al PET reciclado. Por último, el mercado de exportación podría ser una vía de crecimiento importante, dado el mayor interés en productos sostenibles en otros países.

4.3 Análisis de Investigación de Mercado Cuantitativo: Encuesta de Mercado

Como complemento a las entrevistas realizadas anteriormente, se realizó una encuesta estructurada a una muestra representativa de empresas del sector textil en Bucaramanga y su área

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

metropolitana. El objetivo de esta encuesta fue obtener datos cuantitativos sobre la percepción, interés y potencial demanda de telas fabricadas a partir de botellas PET recicladas.

Los resultados de la encuesta en conjunto con las preguntas se encontrarán en el Apéndice C: Encuesta de Mercadeo (Análisis Cuantitativo).

4.3.1 Metodología de Investigación Cuantitativa

4.3.1.1 Diseño de la Muestra.

- **Población objetivo:** Empresas del sector textil en Bucaramanga y su área metropolitana.
- **Tamaño de la población:** 172 empresas
- **Tamaño de la muestra ideal:** 49 empresas
- **Tamaño de la muestra real:** 30 empresas
- **Nivel de confianza:** 90%
- **Margen de error:** 10%

El tamaño de la muestra ideal se calculó utilizando la siguiente fórmula para poblaciones finitas:

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot q}{d^2 \cdot (N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

N = tamaño de la población (172)

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Z = nivel de confianza al 90% (1.645)

p = probabilidad de éxito (0.5)

q = probabilidad de fracaso (0.5)

d = margen de error (0.1)

Aplicando la fórmula:

$$n = \frac{132 * 1,645^2 * 0,5 * 0,5}{0,1^2 * (172 - 1) + 1,645^2 * 0,5 * 0,5}$$

n 49

Es importante señalar que debido a la complejidad de acceder a los tomadores de decisiones en las empresas (administradores, dueños o personas con poder de decisión), solo se logró encuestar a 30 empresas. Esta limitación en el tamaño de la muestra se debe tener en cuenta al interpretar los resultados, ya que puede afectar la precisión y generalización de los mismos.

4.3.1 Resultados y Análisis de la Investigación Cuantitativa

4.3.1.1 Perfil de los Encuestados y Su Impacto en el Mercado.

Los encuestados representan principalmente a empresas que producen o venden: Camisetas y blusas (86.7%), pantalones y faldas (80%), chaquetas y abrigos (36.7%) y trajes formales (36.7%).

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4.3.1.2 Análisis de la Percepción de Telas Sostenibles y barreras.

1. Uso actual: el 26.7% ya utiliza telas ecológicas esporádicamente. Un 40% no las ha usado pero está interesado. Por último, el 23.3% no está seguro o desconoce estas telas
2. Interés futuro: 93.3% estaría interesado en utilizar telas ecológicas hechas de botellas PET recicladas

Esto indica una percepción generalmente positiva, ya que muestra más de un 60% de encuestados que han utilizado telas ecológicas o estarían interesados en usarlas, y un alto interés potencial en telas sostenibles.

Los principales desafíos anticipados: Costo más elevado (96.7%), disponibilidad limitada (63.3%), variedad limitada de colores o texturas (56.7%), Falta de conocimiento sobre el producto (53.3%). Estas barreras sugieren la necesidad de educar al mercado, mejorar la disponibilidad y variedad, y encontrar formas de reducir costos o justificar el precio premium.

4.3.1.3 Análisis de la Disposición a Pagar, Proyecciones y análisis de la Demanda

Disposición a pagar más por telas ecológicas:

- 40% pagaría hasta un 5% más
- 30% pagaría entre 6% y 10% más
- 16.7% pagaría entre 11% y 15% más

Esto indica que hay una disposición significativa a pagar un precio premium por telas ecológicas, pero principalmente dentro del rango de 5-10% sobre el precio de telas convencionales.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Demanda en los últimos 12 meses:

- 20% notó un ligero aumento en la demanda
- 53.3% no notó cambios
- 26.7% no aplica o no está seguro

Proyección de uso en los próximos 12 meses:

- 43.3% planea usar 1-10% (promedio 5.5%)
- 40% planea usar 11-25% (promedio 18%)
- 13.3% planea usar 26-50% (promedio 38%)

El promedio ponderado de la proyección de uso es del 14.77%. Estos datos sugieren un crecimiento moderado cercano al 15% pero consistente en la demanda de telas ecológicas, con una proyección de adopción significativa en el corto plazo.

Para estimar la demanda mensual promedio por empresa, se utiliza el punto medio de cada rango y una cantidad conservadora de 1000 metros para la categoría "Más de 1000 metros". Calculando el promedio ponderado, se obtiene una demanda mensual promedio por empresa de 750.15 metros.

La Demanda anual por empresa será:

$$750.15 \text{ metros} \times 12 \text{ meses} = 9001.8 \text{ metros al año}$$

Ahora, recalculamos la demanda total del mercado:

$$9001.8 \text{ metros} * 172 \text{ empresas} = 1'548,309.6 \text{ metros de tela al año}$$

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Teniendo en cuenta el promedio ponderado de uso proyectado de 14.77%, entonces la demanda potencia anual de telas ecológicas equivale a:

$$1\,548,309.6 \times 14,77 = 228,685.33 \text{ metros}$$

Asumiendo que Metamorfosis S.A.S. pueda capturar inicialmente el 13,55% de este mercado potencial, la demanda anual para la empresa será de 30,986.86 metros de tela ecológica al año.

4.3.1.4 Análisis de las Características Valoradas y Canales de Información

Las características más valoradas (durabilidad, suavidad, transpirabilidad) proporcionan una guía clara para el desarrollo y mejora continua del producto. La importancia de la durabilidad (primera en la lista) se alinea bien con la naturaleza de las telas PET recicladas, que suelen ser muy resistentes. En cuanto a los canales de información, la preferencia por el correo electrónico (80%) y las redes sociales (70%) sobre métodos más tradicionales como ferias (66.7%) sugiere una oportunidad para una estrategia de marketing digital fuerte y personalizada.

4.3.2 Conclusiones de la Investigación Cuantitativa

El mercado de telas sostenibles muestra un alto interés pero con cautela, ofreciendo una oportunidad de liderazgo para EcoPET Metamorfosis en este nicho. Aunque existe conciencia, persiste la necesidad de educar sobre los beneficios de las telas PET recicladas. Se proyecta un crecimiento significativo pero gradual, con consumidores sensibles al precio pero dispuestos a pagar por sostenibilidad dentro de ciertos límites. Este escenario presenta un terreno fértil para que EcoPET Metamorfosis se establezca como pionera, abordando las barreras actuales y capitalizando el creciente interés en soluciones textiles ecológicas.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4.3.3 Recomendaciones Estratégicas

La estrategia propuesta combina un precio premium inicial con ajustes por volumen, marketing digital personalizado, alianzas con marcas locales y una campaña educativa continua. Este enfoque busca posicionar el producto, atraer diversos clientes, aumentar la visibilidad y abordar preocupaciones sobre calidad e impacto ambiental de las telas PET recicladas.

4.4 Análisis de Competencia Directa e Indirecta

4.4.1 Competencia Directa

- **EcoHilandes:** Empresa familiar ubicada en La Estrella, Antioquia. Produce telas ecológicas a partir de botellas PET recicladas y retales sobrantes de corte. Produce Aproximadamente 120 toneladas mensuales de hilo. Sus clientes más importantes son Comfama, Fino Lino, Grupo Nutresa, entre otros.
- **Ekored:** Ubicada en Medellín, se dedica al abastecimiento, procesamiento y comercialización de material reciclado, incluyendo PET. Procesa más de 3,000 toneladas mensuales de PET. Ha desarrollado alianzas con más de 200 empresas para el reciclaje de PET
- **Enka de Colombia S.A.:** Fundada en 1964, produce polímeros y fibras sintéticas de poliamida (Nylon) y poliéster, incluyendo fibras recicladas. Líder en el mercado colombiano con una capacidad de reciclaje de 35,000 toneladas de botellas PET al año. Exporta a más de 20 países.
- **Poliéster reciclado:** Otras empresas producen poliéster reciclado representan competencia directa como Fabricato y Telares Medellin.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4.4.2 Competencia Indirecta

Comprende aquellas empresas que en su producción diaria incluyan los siguientes productos

Tabla 1. *Productos y descripción*

Producto	Descripción
Lana orgánica	Opción sostenible para tejidos de abrigo.
Lino	Fibra natural con propiedades de frescura.
Ramina	Fibra natural resistente.
Seda orgánica	Alternativa de lujo sostenible.
Bambú	Fibra celulósica con propiedades antibacterianas.
Modal	Tipo de rayón con propiedades mejoradas.
WEGANOOL	Fibra innovadora y sostenible.
NewLife	Posiblemente otra marca de fibra sintética reciclada

4.4.3 Productos Sustitutos

Los productos que pueden sustituir a Metamorfosis S.A.S son aquellos que además del enfoque ecológico, presentan un producto final con características técnicas similares:

Tabla 2. *Productos y descripción*

Producto	Descripción
Algodón orgánico	Versión más ecológica del algodón convencional.
Algodón reciclado	Fibra natural con propiedades de frescura.
Cáñamo	Fibra natural resistente.
Lyocell	Alternativa de lujo sostenible.
Viscosa	Fibra celulósica con propiedades antibacterianas.
Econonyl	Tipo de rayón con propiedades mejoradas.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

4.4.4 Estrategia de Precios

La estrategia de precios de Metamorfosis S.A.S. se basa en un análisis comparativo de los precios por metro de tela de empresas textiles ubicadas en Bucaramanga, su mercado objetivo principal, y Medellín, una de las ciudades más relevantes e innovadoras en este tipo de telas en Colombia.

Las empresas consideradas en este análisis son Kilo-Encajes, Telas Lafayette, Talleres Medellín y Tex Fit. Según esta comparativa, los precios para satín estampado oscilan entre \$14,500 y \$15,500, mientras que para seda poliéster (chifón) varían entre \$15,000 y \$16,500.

Teniendo en cuenta estos rangos y buscando posicionarse como un producto premium y diferenciado por su calidad y sostenibilidad, Metamorfosis S.A.S. ha establecido precios de \$15,900 por metro para el satín estampado y \$16,300 por metro para el chifón, situándose en la parte superior de los rangos identificados y un 7% por encima de las telas convencionales.

Precio de introducción: Se ofrecerá un descuento de lanzamiento del 5% durante los primeros 3 meses para atraer a los clientes potenciales, incentivándolos a probar el producto y generando un impulso inicial en las ventas.

Condiciones comerciales:

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Términos de pago escalonados:** 15 días para pedidos menores a 500 metros, 30 días para pedidos de 500-1000 metros, 45 días para pedidos superiores a 1000 metros y Ofrecer un descuento adicional del 2% por pago anticipado.

Descuentos: Por volumen: 5% (>1000m), 10% (>5000m), 15% (>10000m); Descuento por fidelidad: 3% adicional para clientes que realicen compras regulares durante 6 meses consecutivos; y Descuento por referidos: 5% en la próxima compra por cada nuevo cliente referido que realice una compra.

4.4.5 Estrategia Promocional

La estrategia de promoción se centra en colaboraciones con diseñadores, educación mediante webinars y un concurso de diseño sostenible. Se complementa con la creación de contenido de valor a través de blog y podcast, y publicidad nativa en medios locales de moda y negocios.

4.4.6 Estrategia de Distribución

La distribución se basa en showrooms físicos en Bucaramanga y Medellín, un hub de innovación, e-commerce B2B personalizado, presencia en marketplaces especializados y pop-up stores en eventos. El transporte se realiza mediante alianzas con logística verde y se ofrece trazabilidad en tiempo real de los pedidos.

4.4.7 Estrategia de Producto

Características tangibles: Desarrollar una línea de telas con propiedades técnicas avanzadas (antimicrobianas, repelentes al agua, etc.). Crear una paleta de colores exclusiva

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

inspirada en la naturaleza de Santander. Ofrecer diferentes texturas y pesos para adaptarse a diversas aplicaciones (desde ropa deportiva hasta alta costura).

Características intangibles: EcoPET ofrece storytelling del proceso mediante códigos QR, informes de impacto ambiental y una comunidad exclusiva para clientes. Se diferencia por co-creación de telas, programa de reciclaje post-venta y garantía extendida, enfatizando transparencia, sostenibilidad y calidad superior.

4.4.8 Estrategias en los 5 Tipos de Marketing

Marketing 1.0 (Centrado en el producto): Crear un catálogo técnico detallado con todas las especificaciones y pruebas de rendimiento de EcoPET Metamorfosis y desarrollar un comparativo visual y táctil entre EcoPET y telas convencionales para demostraciones en ferias.

Marketing 2.0 (Centrado en el consumidor): Implementar un sistema de retroalimentación continua con encuestas post-compra y grupos focales trimestrales y crear perfiles de cliente ideales y personalizar la comunicación y ofertas según estos perfiles.

Marketing 3.0 (Centrado en los valores): Lanzar una campaña "Un Metro, Un Árbol" donde se planta un árbol por cada 100 metros de tela vendida y colaborar con artistas locales para crear obras de arte con residuos plásticos, exponiendo el mensaje de sostenibilidad.

Marketing 4.0 (Compromiso social): Iniciar un programa de capacitación en costura y diseño sostenible para comunidades vulnerables y crear una serie de documentales cortos sobre el impacto del fast fashion y cómo EcoPET está cambiando el paradigma.

Marketing 5.0 (Centrado en la humanidad usando inteligencia artificial): Desarrollar un "Configurador de Telas Inteligente" que utiliza IA para recomendar la mejor tela según el proyecto del cliente; Implementar un sistema de predicción de demanda basado en IA para optimizar la producción; y reducir el desperdicio Crear un asistente virtual de diseño sostenible que ayude a los clientes a maximizar el uso de EcoPET en sus colecciones.

5. Investigación de un Método Químico Optimizado para Modificar la Estructura Molecular del PET y Mejorar la Calidad de la Fibra de Tela

5.1 Revisión de literatura sobre técnicas químicas para procesar PET

5.1.1 Glicolisis

La glicolisis es un proceso de descomposición química que utiliza un glicol (la mayoría de las veces se usa etilenglicol) para romper las cadenas de PET (Herrera y Estrada, 2012). El proceso implica: El proceso de transformación del PET reciclado en fibras textiles implica la limpieza y trituración del material, seguido por una reacción química con etilenglicol a altas temperaturas. El resultado, BHET, se separa, purifica y se re-polimeriza para formar nuevo PET, que finalmente se extrude en fibras. Este método permite reciclar eficientemente el plástico PET en material textil de alta calidad.

5.1.2 Metanólisis

La metanólisis es un proceso químico que utiliza metanol para descomponer el PET en sus componentes básicos (Bertolotti et al., 2005). El proceso incluye: En el proceso de metanólisis, el PET reciclado se limpia, tritura y reacciona con metanol bajo alta presión y

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

temperatura, descomponiéndose en dimetil tereftalato (DMT) y etilenglicol. Estos componentes se separan por destilación y cristalización, se purifican y luego se repolimerizan para formar nuevo PET, que finalmente se procesa en fibras. Este método ofrece una vía eficiente para reciclar PET en material textil de alta calidad.

5.1.3 Hidrólisis

La hidrólisis utiliza agua para descomponer el PET, ya sea en condiciones ácidas, alcalinas o neutras (Bertolotti et al., 2005). A continuación, se presenta el proceso general: El proceso de hidrólisis para reciclar PET comienza con la limpieza y trituración del material, seguido por la selección del medio de reacción (ácido, alcalino o neutro). El PET triturado reacciona con el medio elegido bajo condiciones específicas, descomponiéndose en ácido tereftálico (TPA) y etilenglicol. El TPA se separa por filtración y se purifica, mientras que el etilenglicol se recupera por destilación. Finalmente, estos componentes se repolimerizan y procesan en fibras, ofreciendo otra alternativa efectiva para el reciclaje de PET en textiles.

5.1.4 Disolución selectiva

Este método implica disolver el PET en un solvente específico, dejando atrás las impurezas (Centro Tecnológico ITENE, 2020). El proceso consiste en: En el proceso de disolución selectiva, el PET reciclado se limpia, tritura y se mezcla con un solvente específico bajo condiciones controladas. La solución resultante se filtra para eliminar impurezas, y luego el PET se recupera mediante evaporación del solvente o precipitación. El material recuperado se seca y procesa en fibras, mientras que el solvente se purifica y recicla. Este método ofrece una

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

alternativa eficiente para reciclar PET en textiles de alta calidad, minimizando la degradación del polímero y permitiendo la eliminación efectiva de contaminantes.

5.2 Asistencia Técnica de Ingenieros Químicos Profesionales

Para obtener una perspectiva profesional acerca de los métodos de reciclaje PET estudiados, como se certifica en el Apéndice D: Informe técnico del proceso químico, consultamos a Andrés Carvajal, Ingeniero químico con múltiples especializaciones, incluyendo gerencia de proyectos, producción de hidrocarburos, gestión de integridad y corrosión, además de dos maestrías en campos relacionados. Sus análisis y recomendaciones para la empresa son los siguientes:

El ingeniero destaca que el proceso actual, basado en transformaciones físicas y mecánicas, presenta ventajas significativas ya que no requiere de productos químicos adicionales. Además, reduce la necesidad de sistemas complejos de manejo químico y minimiza los requisitos de licencias. Sin embargo, recomiendo profundizar en aspectos técnicos de cada etapa del proceso.

Entre los métodos químicos alternativos, el ingeniero recomienda la hidrólisis alcalina como la mejor opción. Este proceso utiliza hidróxido de sodio (NaOH), que es económico, fácil de manejar y no altamente tóxicos, Además, el proceso es relativamente simple y tiene buen potencial de escalabilidad.

Por otro lado, cuestiona los métodos como la despolimerización química, glicolisis, metanólisis, reciclaje enzimático y pirólisis debido a la necesidad de altas temperaturas y presiones, uso de sustancias peligrosas, o falta de desarrollo a escala industrial.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

El Ing. Morales Carvajal concluye que el proceso actual (físico-mecánico) es la opción más favorable, seguido por la hidrólisis alcalina si se considera un método químico. Recomienda evitar métodos que requieran condiciones extremas o sustancias peligrosas, realizar análisis detallados de costos, pruebas piloto, y evaluar la calidad del producto final de cada método.

Finalmente, resalta la importancia de que la empresa esté actualizada sobre avances en tecnologías de reciclaje PET, especialmente en el reciclaje enzimático, que podría ser una gran opción en el futuro. Adicionalmente, considera la posibilidad de colaborar con instituciones de investigación para estar a la vanguardia de las innovaciones en este campo.

6. Análisis Técnico

El siguiente análisis técnico evalúa la viabilidad operativa de metamorfosis, con lo que tendremos una visión general del proceso operativo para tomar decisiones estratégicas.

6.1 Características del Producto

1. **Composición:** 100% poliéster reciclado proveniente de botellas PET post-consumo.
2. **Características Físicas:** Pesa Aproximadamente 180 g/m² y tiene un ancho de 150 cm.
3. **Propiedades Mecánicas:** Alta resistencia y elongación y buena resistencia al desgarro.
4. **Propiedades de Confort:** Excelente transpirabilidad y secado rápido.
5. **Durabilidad:** Alta resistencia a la abrasión, resistencia al *peeling* y solidez del color.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6. **Sostenibilidad:** Reducción significativa de emisiones de CO₂ comparado con poliéster virgen; ahorro considerable de agua en el proceso de producción; contribuye a la reducción de residuos plásticos; y reduce la huella de carbono comparado con telas convencionales.

7. **Control de Calidad:** Inspección visual y táctil en múltiples etapas del proceso, pruebas de laboratorio para propiedades físicas y químicas, y sistema de trazabilidad desde la botella PET hasta la tela final.

8. **Aplicaciones Recomendadas:** Ropa deportiva y de outdoor, uniformes y ropa de trabajo, y moda casual.

9. **Cuidado y Mantenimiento:** Lavado a máquina a temperatura moderada y secado a baja temperatura.

6.2 Descripción del proceso productivo

El proceso de producción de la tela ecológica Metamorfosis empieza con la adquisición y recepción de las botellas PET post-consumo que pasa por diversos procesos físicos y químicos. A continuación, se realiza una descripción breve de las etapas necesarias para la obtención del producto final:

Recepción de materia prima: En esta etapa, se adquieren las botellas PET post consumo del proveedor. Se verifica que el material cumpla con las especificaciones acordadas como el tipo de PET, nivel de limpieza, y ausencia de contaminantes que entorpezcan su procesamiento. Las botellas se clasifican y se almacenan en áreas designadas dentro de la planta.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Trituración: Los envases limpios se trituran para ser convertidos en pequeñas escamas. El tamaño de estas debe estar entre 8 y 12 milímetros para facilitar los procesos posteriores.

Lavado: Las escamas trituradas pasan a un proceso de lavado intensivo mediante detergentes especiales y agua caliente. Con ello se busca la eliminación de residuos, adhesivos y otras impurezas.

Separación por densidad: En este proceso, se separan las escamas PET de otros materiales como polipropileno o polietileno (de tapas o etiquetas) que pueden haber quedado después del lavado. Esto se logra mediante tanques de flotación en el que se identifica el PET por ser más denso que el agua respecto a los otros plásticos que flotan.

Enjuague y secado: Las escamas de PET se enjuagan con agua limpia y se pasan por secadores industriales con el fin de alcanzar unos niveles de humedad deseados.

Fundición: Con las escamas de PET obtenidas en procesos anteriores, se calientan en hornos industriales a temperaturas entre 260 y 280 °C. Este calor transforma el material sólido en un líquido viscoso.

Filtración: El PET fundido pasa por un sistema de filtros para eliminar partículas no deseadas e impurezas. Este paso es clave para asegurar la calidad y uniformidad de la fibra final.

Extrusión: El PET filtrado se fuerza a través de hileras (placas con pequeños orificios). Tras pasar por ellas, el PET toma forma de filamentos continuos muy finos.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Enfriamiento: Inmediatamente después de la extrusión, los filamentos se enfrían rápidamente con aire frío. Este proceso solidifica los filamentos y permite unas propiedades físicas definidas.

Estiramiento: Los filamentos enfriados se estiran mecánicamente para alinear las moléculas de polímero y aumenta la resistencia y elasticidad de la fibra.

Rizado y corte: En esta etapa se crea una ondulación de las fibras que permite mejorar propiedades textiles como la suavidad, elasticidad y capacidad de retención del calor

Preparación de la fibra: Las fibras cortadas se abren y se mezclan logrando una distribución uniforme. Las fibras se peinan para alinearlas y eliminar las más cortas, asegurando una calidad consistente.

Hilatura: Las fibras preparadas se transforman en hilo. Para ello, se utiliza la hilatura por anillos como método y así las fibras se estiran, se tuercen y se enrollan para formar un hilo continuo con la resistencia y el grosor deseados.

Bobinado y urdido: El hilo producido se enrolla en bobinas o conos. Posteriormente, los hilos de las bobinas se disponen en paralelo en el plegador (cilindro). Esto formará hilos longitudinales que determinan las características necesarias para el tejido final.

Tejido: Mediante la máquina de tejido circular se entrelaza la urdimbre (hilos longitudinales) con la trama (hilos transversales) creando un tejido tubular.

Desenrollado y corte: El tejido tubular se desenrolla y se corta longitudinalmente para obtener un tejido plano. Este proceso requiere gran precisión para evitar daños en el tejido.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Inspección inicial y relajación del tejido: Se realiza una inspección visual para detectar defectos en el tejido como agujeros, irregularidades o variaciones del color.

Variaciones del color: Se deja relajar el tejido producido durante un periodo determinado con el objetivo de equilibrar las tensiones.

Lavado: Este proceso implica limpiar la tela para eliminar cualquier impureza, en este caso, aceites o residuos que hayan quedado de las etapas anteriores.

Teñido: En este paso, se prepara una solución de tinte según el color deseado. Luego, se somete a un proceso de teñido a presión en una máquina química que le permite tener un color uniforme a la tela.

Secado: Después del teñido, la tela vuelve a pasar por la máquina cilíndrica, que además de lavar también tiene la función de secar. De esta manera, se elimina la humedad de la tela de manera uniforme.

Ratinado y corte: Para esta etapa se trata la superficie de la tela a través de cepillado con dientes de acero donde se logra mejorar su textura y apariencia dando el acabado deseado. Posterior a ello, se utiliza la máquina cortadora que permite el corte de la tela en las dimensiones requeridas para el producto final.

Control de calidad: Esta fase crucial se realiza en dos etapas. La primera consiste en inspecciones visuales y táctiles y la segunda con pruebas de propiedades físicas y químicas. De no pasar estas pruebas. Se reprocesa el producto según sea necesario.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Vaporizado: Es un proceso que utiliza vapor de agua para relajar las fibras del tejido, eliminar arrugas y mejorar la apariencia. Para ello, se usa la máquina de vapor que permite también estabilizar el tejido y mejorar su tacto.

Embalaje y almacenamiento: Para finalizar todo el proceso productivo se debe realizar el embalaje del producto en rollos de cartón o doblado en piezas. A su vez, es importante etiquetar cada producto para proceder a almacenarlos en el área designada y preparada para con condiciones controladas para preservar la calidad de la tela.

6.3 Requerimientos y Costos de Operación

6.3.1 Maquinaria

Para la selección de la maquinaria requerida en Metamorfosis S.A.S., se realizó una búsqueda en el mercado internacional, principalmente en proveedores asiáticos que dominan la fabricación de equipos para el procesamiento de PET y producción textil. Es importante mencionar que el mercado de esta maquinaria especializada es relativamente concentrado, lo que naturalmente limitó las opciones disponibles. Sin embargo, esta característica del mercado facilitó el proceso de selección, ya que los fabricantes identificados son reconocidos en la industria y ofrecen equipos con especificaciones estandarizadas.

La maquinaria seleccionada corresponde a versiones semi-industriales, dimensionadas específicamente para una producción objetivo de 50 metros de tela por día. Esta escala de producción, junto con las restricciones presupuestales propias de un emprendimiento en fase inicial, permitió definir claramente las características técnicas requeridas. Los equipos elegidos

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

garantizan la capacidad productiva necesaria mientras mantienen un balance óptimo entre funcionalidad y costo, asegurando la viabilidad financiera del proyecto sin comprometer la calidad del proceso productivo.

A continuación, se presenta el detalle de la maquinaria seleccionada, organizada por zonas de producción, incluyendo sus especificaciones técnicas, capacidades y costos:

Tabla 3. *Detalles de maquinaria*

Maquinaria	Descripción	Cantidad	Proveedor	Costo (Pesos colombianos)
Máquina para retirar etiqueta y tapas	Permite retirar las etiquetas adheridas a las botellas de plástico.	1	Sinoped Equipment	10'000.000
Máquina trituradora	Convierte las botellas en pequeños pedazos de aproximadamente 10 mm	1	Polystar	7'000.000
Máquina para el lavado del PET	Allí el material molido se sumerge en agua que en el fondo posee un tornillo sin fin que gira lentamente.	1	Gwell	5'500.000
Maquinaria de fundición y extrusión	Sistema combinado que procesa el PET triturado y limpio, transformándolo en una masa viscosa mediante calor controlado (260-280°C), para luego formar filamentos continuos a través de una matriz perforada.	1	Jiangsu Faygo	7'550.000
Máquina de estirado	Utiliza rodillos de velocidad variable y control térmico para alargar la fibra. Reduce su diámetro mientras aumenta su cristalinidad y	1	Jiangsu Faygo	5'500.000

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

	orientación molecular, mejorando así sus propiedades físicas.			
Maquinaria para embalar	Equipo con guías convergentes y compartimento de aire turbulento. Incluye rodillos de conducción y sistema de enredo de filamentos.	1	Sinoped	2'500.000
Máquina circular	Dispositivo rotatorio con múltiples entradas para hilos y mecanismo de tejido continuo.	1	Santoni	15'000.000
Máquina cilíndrica	Unidad con tambor rotativo, sistemas de aspersión de agua y circulación de aire caliente.	1	Thanh Long	11'000.000
Cortadora	Aparato con cuchillas de precisión ajustables y plataforma de alimentación de tela continua.	1	Eastman	6'250.000
Ratinado	Equipo con rodillos de alimentación y cepillo rotatorio de dientes de acero ajustables. Incluye sistema de tensión de tela y control de velocidad.	1	Wuxi Weifeng	13'000.000
Máquina de vapor	Cámara presurizada con generador de vapor integrado. Cuenta con soportes ajustables para tela y sistema de circulación de vapor uniforme.	1	Thanh Long	14'000.000
Total Maquinaria				116'800.000

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6.3.2 Equipo

Además de la maquinaria industrial, la producción eficiente de textiles a partir de botellas PET recicladas requiere diversos equipos auxiliares y herramientas. La siguiente tabla enumera estos elementos esenciales para el funcionamiento óptimo de la planta:

Tabla 4. Detalles de equipo

Equipo	Descripción	Cantidad	Costo total (Pesos colombianos)
Instalaciones eléctricas	Sistema completo de cableado y conexiones para suministrar energía a toda la planta y oficinas.	1	1'500.000
Cableado y mano de obra	Servicios de instalación eléctrica, incluyendo materiales y trabajo especializado.	1	850.000
Equipos de oficina	Conjunto que incluye escritorios, sillas, útiles de oficina e impresora para el área administrativa.	1	4'100.000
Señalización	Seis unidades de señales de seguridad y orientación distribuidas por la planta y oficinas.	6	210.000
Aire acondicionado	Dos unidades de climatización para mantener una temperatura adecuada en las áreas de trabajo.	2	6'000.0000
Equipos de cómputo	Tres ordenadores para las tareas administrativas y de control de producción.	3	6'000.000
Estanterías industriales	Estructura metálica para almacenamiento de Materia prima y producto terminado.	4	2'600.000
Carretilla manual	Multiusos especialmente para transporte general de materiales e insumos	1	600.000
Carro transportador	Especializado para transportar rollos de tela. Incluye soportes acolchados	1	900.000
Báscula industrial	Plataforma de pesaje que permite el control de entrada y salida de materiales	1	2'000.000
Sistema de drenaje	Sistema para evacuación eficiente de aguas residuales del proceso productivo	1	8'000.000
Sistema contra incendios	Red básica de prevención y control de incendios	1	17'000.000

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Piso epóxico industrial	Recubrimiento especializado para áreas de producción	1	15'000.000
Total costo de equipo			63'960.000

6.3.3 Mano de Obra Directa

El éxito en la conversión de botellas PET en productos textiles depende del manejo y uso de la maquinaria y equipo por parte del capital humano involucrado. En consecuencia, se presentan los requerimientos de personal para llevar a cabo la operación.

Tabla 5. *Detalles mano de obra*

Cargo	Descripción	Cantidad	Salario (Pesos colombianos)
Supervisor de producción	Coordina los procesos de transformación del PET en tela realizados por el grupo de operarios.	1	1'950.000
Operarios	Encargados directos de la transformación del PET en tela.	3	1'300.000

6.3.4 Materia Prima

Para la determinación del precio de las botellas PET como materia prima, se ha tenido en cuenta “Informe de Encuesta de Precios del Mercado de Reciclaje en Colombia” (2023). Este informe proporciona un análisis detallado de los precios promedio de comercialización de materiales reciclables a nivel nacional, incluyendo datos específicos para el PET cristal. De esta manera, las tendencias de precio observadas, y los rangos de precios reportados, permiten establecer un precio de 1467 pesos colombianos por kilogramo.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Por otra parte, el costo de la pintura textil se estima en 1500 pesos colombianos por kilogramo. Este precio se ha determinado por factores como la eficiencia de los colorantes modernos, la reducción en el consumo de productos químicos auxiliares como la sal y soda cáustica; y los beneficios ambientales derivados de una menor carga de efluentes (Colorquímica, s.f).

Tabla 6. *Detalles Materia Prima*

Tipo	Cantidad Anual (kg)	Precio por kg	Costo Total Anual	Costo Mensual
Botellas PET	50,957	\$1,467	\$74,753,919	\$6,229,493
Pintura	15,287	\$1,500	\$22,930,500	\$1,910,875

6.4 Diagrama de Flujo

El diagrama de flujo del proceso productivo de Metamorfosis. Está contenido el en Apéndice E: Diagrama de flujo del proceso productivo.

6.5 Estudio de Métodos y Tiempos

6.5.1 Estudio de Tiempos

El estudio de tiempos para el proceso productivo de Metamorfosis S.A.S se desarrolló siguiendo la metodología establecida por Niebel y Freivalds (2014) en su obra "Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo". Esta metodología se seleccionó por su reconocimiento en la industria y su aplicabilidad específica a procesos de manufactura.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

El proceso de estimación consideró tres elementos fundamentales:

1. Tiempo Normal de Operación Se estableció el tiempo base para cada operación considerando:
 - Especificaciones técnicas de la maquinaria seleccionada
 - Estándares de la industria textil y de reciclaje
 - Factores de valoración del ritmo de trabajo
2. Suplementos Se aplicaron los suplementos recomendados por la Organización Internacional del Trabajo (OIT):
 - 5% por necesidades personales
 - 4% por fatiga básica
 - 3% por trabajar de pie
 - 2% por condiciones del ambiente de trabajo Total de suplementos: 14%
3. Tiempo Estándar El tiempo final para cada operación se calculó aplicando la fórmula:

$$\text{Tiempo Estándar} = \text{Tiempo Normal} \times (1 + 0.14)$$

La medición se realizó para un lote estándar de producción de 50 metros de tela, que representa la unidad base de producción establecida para la planta. El análisis detallado del estudio de tiempos, que incluye las mediciones base, factores de valoración, aplicación de suplementos y cálculos del tiempo estándar para cada operación del proceso productivo, se encuentra documentado en el Apéndice F: Estudio y Cálculo de Tiempos por Operación. Los resultados son los siguientes:

Tabla 7. *Estudio de tiempos*

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

N°	Operación	Tiempo (min)	Descripción
1	Clasificar las botellas	25	Separación manual o automática por tipo y color
2	Retirar tapas y etiquetas	15	Separación manual o automática de etiquetas y tapas
3	Moler	10	Conversión de botellas en escamas de 8-12 mm
4	Lavar	12	Lavado intensivo con detergentes especiales y agua caliente
5	Secar y controlar con temperatura	15	Secado de escamas hasta nivel de humedad deseado
6	Fundir	12	Calentamiento a 260-280°C para obtener líquido viscoso
7	Filtrar	10	Eliminación de impurezas y partículas no deseadas
8	Extruir	10	Formación de filamentos continuos muy finos
9	Enfriar	15	Enfriamiento rápido con aire frío
10	Estirar/Rizar la fibra de poliéster	5	Alineación de moléculas y mejora de propiedades
11	Cortar	15	Corte en longitudes específicas
12	Embalar	12	Preparación para el proceso de tejido
13	Tejido circular	5	Formación de tejido tubular
14	Lavado	8	Eliminación de impurezas y residuos
15	Teñido	15	Aplicación de color uniforme
16	Secado	20	Eliminación de humedad post-teñido
17	Ratinado	10	Mejora de textura y apariencia
18	Corte	8	Corte en dimensiones requeridas
19	Primer test	8	Inspección visual y táctil
20	Segundo test	6	Pruebas de propiedades físicas y químicas
21	Vaporización	5	Relajación de fibras y mejora de apariencia
22	Embalaje	5	Preparación para almacenamiento y distribución

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Tiempo total del proceso: 246 minutos

6.5.2 Estudio de Métodos

6.5.2.1 Mejoras potenciales

Automatización de la clasificación de botellas para reducir el tiempo de la operación 1.
Implementación de un sistema de secado más eficiente para reducir el tiempo de la operación 5 y 16.
Optimización del proceso de teñido para reducir el tiempo de la operación 15.

6.5.2.2 Eliminación de desperdicios

Reducir los tiempos de espera entre operaciones, especialmente entre el tejido y el lavado de la tela. Implementar un sistema de control de calidad continuo para reducir la necesidad de reprocesos.

6.5.3 Mejoras potenciales

Inversión en tecnología de clasificación automática para reducir el tiempo de la primera operación. Optimizar el proceso de secado mediante la implementación de tecnología más eficiente. Mejorar el proceso de teñido mediante la implementación de tecnología más avanzada o la mejora de las fórmulas de tinte. Implementar un sistema de producción continua para minimizar los tiempos muertos entre operaciones. Capacitar al personal en múltiples operaciones para aumentar la flexibilidad de la línea de producción. Establecer un programa de mantenimiento preventivo para reducir los tiempos de inactividad no planificados. Por último, Implementar un sistema de monitoreo en tiempo real para identificar y resolver rápidamente los cuellos de botella.

6.6. Análisis de Cuello de Botella

El análisis de cuello de botella es fundamental para optimizar el proceso de producción de Metamorfosis S.A.S. En este estudio se identifican las etapas del proceso que limitan la producción global.

6.6.1. Metodología del análisis

El proceso de producción de telas a partir de botellas PET recicladas en Metamorfosis S.A.S. Consta de 22 etapas, desde la clasificación inicial de las botellas hasta el embalaje final del producto. Se ha realizado un estudio detallado del tiempo requerido para cada una de esas 22 etapas del proceso de producción de un rollo de tela de 50 metros, basado en el estudio de métodos y tiempos previamente realizados.

6.6.2. Identificación de Cuellos de Botella

Se identificaron los siguientes cuellos de botella potenciales: Clasificación de botellas (25 minutos), secado final (20 minutos), retiro de tapas y etiquetas (15 minutos), secado inicial y control de temperatura (15 minutos); y Teñido (15 minutos)

6.6.3. Análisis de Impacto

Clasificación de botellas: Este proceso inicial, siendo el más largo, tiene un impacto crítico en toda la cadena de producción.

Secado final: Como una de las últimas etapas, el secado final puede crear acumulaciones significativas de producto semiterminado, afectando la eficiencia global y el tiempo de entrega.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Retiro de tapas y etiquetas: Esta etapa manual al inicio del proceso puede crear retrasos que afecten todas las operaciones subsiguientes.

Secado inicial y control de temperatura: Un proceso de secado ineficiente en esta etapa puede llevar a problemas de calidad en etapas posteriores y retrasar todo el proceso.

Teñido: La duración del proceso de teñido puede crear acumulaciones de material en espera, afectando la eficiencia global.

6.6.4. Estrategias para Mitigar los Cuellos de Botella

Clasificación de botellas: Implementaremos un sistema de clasificación automatizado adaptado a las condiciones locales de Bucaramanga, se establecerán alianzas con proveedores locales para mejorar la preclasificación y Capacitaremos al personal en técnicas de clasificación rápida y eficiente.

Secado final: Inversiones en tecnología de secado eficiente y sostenible y la exploración de métodos de secado innovadores que se alineen con los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

3. **Retiro de tapas y etiquetas:** Evaluar la viabilidad de automatizar este proceso considerando el volumen de producción proyectado y optimización del diseño ergonómico del área de trabajo para mejorar la eficiencia si el proceso sigue siendo manual.

4. **Secado inicial y control de temperatura:** Investigación más tecnologías de secado rápido adaptadas a las condiciones climáticas de Bucaramanga e implementación de un sistema de monitoreo de temperatura y humedad para optimizar el proceso.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

5. **Teñido:** Explorar tintes ecológicos de rápida aplicación disponibles en el mercado colombiano y considerar la posibilidad de teñir las fibras antes del tejido para reducir el tiempo de procesamiento.

6.7. *Layout* de la Planta

La disposición física de la planta de Metamorfosis S.A.S. se diseñó utilizando la metodología de Distribución Sistemática de Planta (SLP - Systematic Layout Planning) desarrollada por Muther, complementada con el método de cálculo de superficies de Guerchet presentado por Díaz et al. (2013). Esta combinación de metodologías permite optimizar el flujo de materiales y la utilización del espacio, considerando tanto los requerimientos de área como las relaciones entre actividades.

El diseño considera tres tipos de superficies fundamentales:

- Superficie Estática (Ss): área ocupada por los equipos
- Superficie de Gravitación (Sg): área necesaria para la operación de los equipos
- Superficie de Evolución (Se): área requerida para el movimiento de materiales y personal

La distribución se organizó en cuatro células de trabajo principales:

1. Preparación Inicial: recepción y procesamiento de botellas PET
2. Procesamiento PET: transformación de escamas a fibra
3. Tejido y Acabado: producción de tela base
4. Acabados Finales: tratamientos y control de calidad

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Esta disposición celular permite:

- Minimizar las distancias recorridas
- Optimizar el flujo de materiales
- Reducir tiempos de proceso
- Mejorar el control de calidad

El análisis detallado de la distribución, incluyendo los cálculos de superficie, el plano normalizado y las especificaciones técnicas completas, se presenta en el Apéndice G: Layout y Distribución de Planta. Por otra parte se presenta el plano en el Apéndice H. Plano Layout Metamorfosis S.A.S.

6.8. Localización de la Planta

La localización óptima de la planta de Metamorfosis S.A.S. es crucial para minimizar los costos de transporte de materia prima y maximizar la eficiencia operativa. Para determinar la ubicación ideal, se utilizó el método del centroide, considerando la ubicación de los principales proveedores de botellas PET y centros de acopio en Bucaramanga y sus alrededores.

6.8.1. Método del Centroide

El método del centroide es una técnica cuantitativa utilizada en logística para determinar la ubicación óptima de instalaciones, minimizando los costos totales de transporte. Este método considera la ubicación de los puntos de suministro (en este caso, proveedores de botellas PET), ponderados por sus respectivos volúmenes, para calcular un punto central que minimice las distancias totales recorridas.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6.8.2. Proveedores y Centros de Acopio Considerados

Se consideraron los siguientes proveedores y centros de acopio, basados en la información del proyecto y la imagen proporcionada: Bello Renacer (Centro de reciclaje), Coopreser Ltda (Centro de acopio), REDISAN (Centro de reciclaje), Sandesol S.A. E.S.P. (Centro de acopio) y Centro De Acopio Departamental

6.8.3. Cálculo del centroide (actualizado con datos reales)

Para calcular el centroide, se utilizaron las coordenadas geográficas reales (latitud y longitud) de cada centro de acopio, ponderadas por su volumen estimado de suministro anual de botellas PET. A continuación, se presentan los cálculos detallados:

Tabla 8. Datos para cálculo del centroide

Proveedor	Latitud (Y)	Longitud (X)	Peso (Vi)		Vi * Xi	Vi * Yi
Bello renacer	70785020	-731504580	8153	-\$	5.963.996.815,00	\$ 577.086.681,00
Coopreser ltda	71291970	-731251900	12229	-\$	8.942.139.851,00	\$ 871.834.095,00
Redisan	71230590	-731295440	12229	-\$	8.943.505.834,00	\$ 871.082.885,00
Sandesol S.A.E.S.P.	71093220	-731108210	10191	-\$	7.450.327.684,00	\$ 724.510.991,00
Centro de acopio departamental	71238010	-731326830	8155	-\$	5.963.972.989,00	\$ 580.945.872,00
TOTAL			50957	-\$	37.263.943.173,00	\$ 3.625.459.524,00

Tabla 9. Datos Cx y Cy

Cx	-73,12860319
Cy	7,114774478

Por lo tanto, las coordenadas del centroide son:

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Latitud: 7.1147745° N y Longitud: 73.1286032° W

6.8.4. Resultado del análisis

Esta ubicación se encuentra en el área central de Bucaramanga, proporcionando un acceso equilibrado a los principales centros de acopio de la ciudad. La proximidad a estos proveedores clave facilitará la recolección eficiente del 50,957 kg de botellas plásticas requeridas anualmente.

6.8.5. Consideraciones adicionales

La ubicación propuesta para la planta de Metamorfosis S.A.S. se basa en un análisis preciso de datos reales de los centros de acopio, optimizando la distribución de proveedores y la logística. Esta localización minimiza distancias de transporte, potencialmente reduciendo costos y tiempos de recolección. Aunque matemáticamente óptima, la decisión final debe considerar factores prácticos como disponibilidad de terrenos y zonificación. Esta estrategia de ubicación proporciona una base sólida para la planificación eficiente de la recolección anual de 50,957 kg de botellas plásticas, maximizando la eficiencia operativa de la empresa.

6.9. Planeación de abastecimiento: materias primas, insumos, proveedores.

Este plan de abastecimiento considera las necesidades de materiales y gestión de proveedores, está diseñado para asegurar un suministro constante y eficiente de materias primas e insumos necesarios para la producción de telas a partir de botellas PET recicladas en Metamorfosis S.A.S.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6.9.1. Materias Primas Principales

6.9.1.1 Botellas PET post-consumo

Cantidad anual requerida: 50,957 kg; Frecuencia de abastecimiento: Semanal; proveedores potenciales: Centros de reciclaje locales en Bucaramanga, cooperativas de recicladores, empresas de bebidas para recolección directa y Puntos de acopio en centros comerciales y universidades.

Estrategia de abastecimiento: Establecer contratos a largo plazo con proveedores principales e implementar un programa de recolección comunitaria

6.9.1.2 Pigmentos y tintes ecológicos

Cantidad anual requerida: 15,287 kg; Frecuencia de abastecimiento: Mensual; Proveedores potenciales: Colorquímica S.A.S (Medellín), Sumicolor S.A.S (Bogotá) y Fabricantes internacionales de tintes ecológicos

Estrategia de abastecimiento: Priorizar proveedores que ofrezcan tintes certificados como ecológicos, mantener un stock de seguridad para los colores más utilizados y explorar opciones de tintes naturales para diversificar la oferta.

6.9.2. Insumos Secundarios

6.9.2.1 Productos químicos para el proceso

Tipos: Detergentes industriales, agentes de acabado, suavizantes; Frecuencia de abastecimiento: Trimestral; Proveedores potenciales: Química Orión S.A.S (Bucaramanga) y distribuidora de Químicos Industriales S.A. (Medellín)

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6.9.2.2 Materiales de embalaje

Tipos: Rollos de cartón, plástico biodegradable, etiquetas; Frecuencia de abastecimiento: Mensual; Proveedores potenciales: Cartones América S.A. (Cali) y smurfit Kappa Colombia (Medellín)

6.9.2.3 Repuestos y consumibles para maquinaria

Tipos: Filtros, cuchillas, rodillos, lubricantes; Frecuencia de abastecimiento: Según plan de mantenimiento; Proveedores potenciales: Representantes locales de los fabricantes de maquinaria y distribuidores industriales en Bucaramanga

4.9.3. Estrategias de Gestión de Proveedores

1. **Evaluación y selección:** Criterios: calidad, precio, confiabilidad, prácticas sostenibles. Realizar auditorías periódicas a proveedores clave
2. **Contratos y acuerdos:** Establecer contratos a largo plazo con proveedores principales y negociar descuentos por volumen y pronto pago
3. **Gestión de inventarios:** Implementar un sistema de inventario justo a tiempo para materias primas principales y mantener stock de seguridad para insumos críticos
4. **Diversificación:** Mantener al menos dos proveedores para cada materia prima o insumo crítico y explorar continuamente nuevas fuentes de abastecimiento
5. **Sostenibilidad:** Priorizar proveedores con prácticas sostenibles y certificaciones ambientales y colaborar con proveedores para reducir el impacto ambiental de la cadena de suministro

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

6. **Tecnología:** Implementar un sistema de gestión de relaciones con proveedores (SRM) y utilizar análisis de datos para optimizar el abastecimiento y predecir demanda

6.9.4. Plan de Contingencia

1. **Escasez de botellas PET:** Ampliar la red de recolección a ciudades cercanas e intensificar campañas de reciclaje comunitarias.

2. **Problemas con proveedores de tintes:** Mantener un stock de seguridad de tintes básicos y tener proveedores alternativos identificados y pre-aprobados.

3. **Interrupciones en la cadena de suministro:** Desarrollar planes de respuesta rápida para cada insumo crítico y mantener relaciones con proveedores de respaldo

6.10. Análisis de Capacidad Instalada Máxima y Requerida

Este análisis de capacidad instalada es crucial para optimizar las operaciones de Metamorfosis S.A.S. El estudio determina la máxima capacidad productiva de la planta y la compara con la demanda proyectada.

Para determinar la capacidad instalada máxima, analizaremos cada etapa del proceso productivo, identificando el cuello de botella que limita la producción total.

6.10.1 Análisis por Etapa del Proceso

Basado en el análisis de cuello de botella, se han identificado las siguientes etapas críticas que limitan la capacidad de producción: Clasificación de botellas (25 minutos), secado final (20 minutos) y retiro de tapas y etiquetas, secado inicial, y Teñido (15 minutos cada uno).

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

El cuello de botella principal del proceso es la clasificación de botellas, con un tiempo de procesamiento de 25 minutos por lote.

6.10.2 Cálculo de Capacidad Instalada Máxima

Considerando el cuello de botella principal (clasificación de botellas):

- **Capacidad por hora:** 2 lotes = 100 metros
- **Horas de trabajo diarias:** 8 horas
- **Días de trabajo al mes:** 26 días
- **Meses al año:** 12 meses

6.10.3. Capacidad Requerida

La capacidad requerida se mantiene según lo establecido anteriormente:

- **Producción diaria:** 98 metros
- **Capacidad Requerida Anual:** 30,576 metros/año

6.10.4 Análisis de Utilización

$$\%Utilización = \frac{Capacidad\ requerida}{Capacidad\ instalada\ máxima} * 100$$

$$\%Utilización = \frac{30,576}{249,600} * 100$$

$$\%Utilización = 12,25\%$$

6.11. Simulación

Para este ejercicio, se adopta la metodología para simulación de un proceso productivo realizado por Bustos (2024), en su trabajo de grado “Plan de negocios para la creación de una empresa productora y comercializadora de productos derivados de frutos secos en el municipio de Sabana de Torres, Santander” contenida en el capítulo 7.7.

La simulación se configuró con parámetros que reflejan los objetivos operativos de la empresa: una producción diaria objetivo de 100 metros, operando 26 días al mes para alcanzar una producción mensual de 2,600 metros. El proceso se simuló considerando lotes de producción de 50 metros, realizando 100 réplicas para asegurar la validez estadística de los resultados.

El estudio se desarrolló en varias etapas. Primero, se definieron las distribuciones de probabilidad para los tiempos de cada proceso, basándose en datos históricos y especificaciones técnicas de la maquinaria. Posteriormente, se generaron números aleatorios para simular la variabilidad natural del proceso, calculando los tiempos totales de ciclo para cada réplica. Finalmente, se realizó un análisis estadístico detallado de los resultados.

Los resultados de la simulación muestran que el tiempo promedio de ciclo es de 246.06 minutos por lote, con una desviación estándar de ± 3.2 minutos. El rango de tiempos observado va desde 239 hasta 254 minutos, y el proceso muestra una capacidad (C_p) de 1.24, lo que indica que es capaz de cumplir con las especificaciones establecidas.

El análisis de los resultados permite concluir que el proceso productivo muestra una variabilidad controlada dentro de los límites establecidos, y que la capacidad instalada es

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

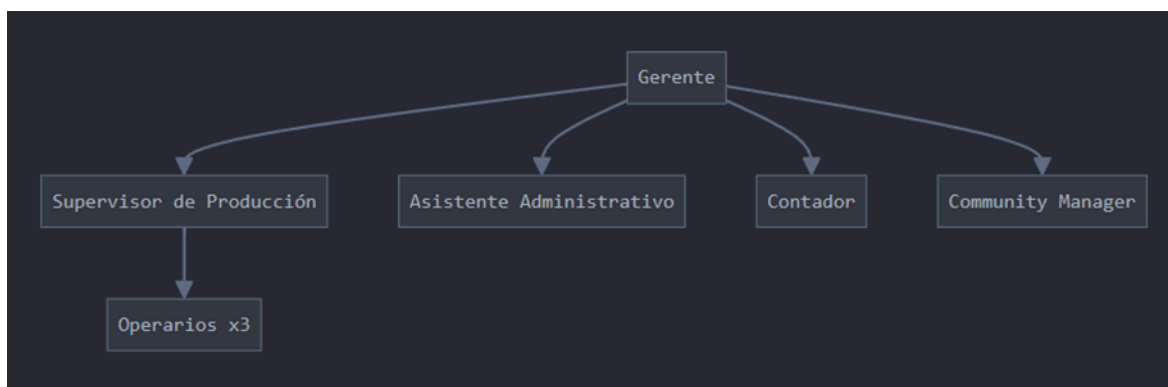
suficiente para cumplir con los objetivos de producción. Además, se identificaron oportunidades de mejora en los procesos que presentaron mayor variabilidad. Los datos detallados de las réplicas y el análisis completo se presentan en el Apéndice I: Simulación del Proceso Productivo.

7. Análisis organizacional

7.1 Organigrama y Descripción de Puestos

Organigrama propuesto

Figura 3. *Organigrama Metamorfosis S.A.S.*



Descripciones de cargos:

Gerente: Dirige la estrategia empresarial. Toma decisiones de alto nivel y supervisa todas las áreas. Gestiona relaciones clave con clientes y proveedores.

Supervisor de Producción: Coordina operarios y supervisa la producción. Controla la calidad y mantiene la maquinaria. Optimiza procesos y gestiona inventarios.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Asistente Administrativo: Apoya al Gerente en tareas administrativas. Gestiona documentos y coordina logística. Atiende a proveedores y clientes.

Contador: Maneja la contabilidad y finanzas. Prepara estados financieros y gestiona asuntos tributarios. Asesora en decisiones financieras.

Operarios: Manejan maquinaria de producción. Ejecutan procesos productivos y realizan control de calidad básico. Mantienen equipos.

Community Manager: Gestiona redes sociales y contenido digital. Implementa estrategias de marketing digital. Monitorea la reputación online de la marca.

7.2 Determinación de cantidad de personal requerido

La estructura inicial consta de 8 empleados: gerente, supervisor de Producción, operarios (3), asistente Administrativo, contador y Community Manager

7.3 Mecanismos de reclutamiento, selección y tipos de contratos

Reclutamiento: Publicación de ofertas en portales de empleo como CompuTrabajo y ElEmpleo, uso de redes profesionales como LinkedIn, alianzas con universidades locales de Bucaramanga y referencias de empleados y contactos de la industria textil local

Selección: Revisión de currículos y cartas de presentación, entrevistas iniciales telefónicas, entrevistas presenciales con el Gerente, pruebas técnicas para operarios y roles especializados y verificación de referencias laborales

Tipos de contratos:

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- **Gerente:** Contrato a término indefinido, salario integral de \$5,194,410
- **Asistente Administrativo:** Contrato a término indefinido, salario de \$1,300,000 más prestaciones.
- **Contador:** Contrato a término indefinido, salario de \$2,275,000 más prestaciones
- **Supervisor de Producción:** Contrato a término indefinido, salario de \$1,950,000 más prestaciones.
- **Operarios (x3):** Contrato a término fijo inicial de 6 meses (renovable), salario de \$1,300,000 más prestaciones cada uno
- **Community Manager:** Contrato por prestación de servicios, honorarios de \$1,820,000

7.4 Aspectos jurídicos y normativos aplicables

Metamorfosis S.A.S. se constituirá como una Sociedad por Acciones Simplificada en Bucaramanga. Cumplirá con el Código Sustantivo del Trabajo y el Decreto 1072 de 2015 (SG-SST). Para sus operaciones, se adherirá a la Resolución 0631 de 2015 (aguas residuales) y al Decreto 1076 de 2015 (emisiones atmosféricas). Seguirá la Ley 1672 de 2013 y la Resolución 1407 de 2018 para gestión de residuos. Obtendrá las licencias ambientales necesarias y registrará su marca. Respetará la jornada laboral de 48 horas semanales, con posibles turnos rotativos para operarios.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

7.5. Estructura y costos del personal

Después de identificar los perfiles y descripciones de cargos, se procede determinar los costos salariales por puesto. Para ello, se utilizan herramientas como la página web CompuTrabajo (2022), que proporciona estimaciones salariales actualizadas. Estos salarios se ajustan a factores como el tamaño de la organización y su ubicación geográfica, para reflejar con mayor precisión las condiciones del mercado laboral local.

A continuación, se presentan los costos totales del personal, incluyendo salario base, prestaciones sociales, entre otros factores exigidos por la ley. Esta estructura de costos integral permite una planificación financiera más precisa y acorde a las obligaciones legales de la empresa:

Figura 4. *Costos totales de personal*

Cargo	Cantidad	Salario	Nómina					Salario integral	Total
			Vacaciones	Parafiscales	Salud	Pensión	ARL		
Gerente	1	\$ 3.900.000,00	4,17%	8,00%	8,50%	12,00%	0,52%	\$ 5.194.410,00	\$ 5.194.410,00
Asistente administrativo	1	\$ 1.300.000,00	4,17%	8,00%	8,50%	12,00%	0,52%	\$ 1.731.470,00	\$ 1.731.470,00
Contador	1	\$ 2.275.000,00	4,17%	8,00%	8,50%	12,00%	0,52%	\$ 3.030.072,50	\$ 3.030.072,50
Supervisor	1	\$ 1.950.000,00	4,17%	8,00%	8,50%	12,00%	0,52%	\$ 2.597.205,00	\$ 2.597.205,00
Operarios	3	\$ 1.300.000,00	4,17%	8,00%	8,50%	12,00%	0,52%	\$ 1.731.470,00	\$ 5.194.410,00
Community Manager	1	\$ 1.820.000,00						\$ 1.820.000,00	\$ 1.820.000,00
Total Nómina									\$ 19.567.567,50

8. Análisis legal y revisión de normatividad

8.1 Asesoría jurídica para constitución legal de la empresa

La asesoría jurídica para la constitución legal de Metamorfosis S.A.S se llevó a cabo mediante un proceso de consulta. Para ello, se proporcionó a Darenth Juliana Calderón, especializada en derecho comercial, la información de la empresa y los aspectos que se deben

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

considerar para tomar decisiones legales. Con base en esta información, la abogada realizó un análisis y elaboró un informe detallado con las recomendaciones específicas para la constitución y operación de la empresa. Este informe está consignado en el Apéndice J: Asesoría Legal a Metamorfosis S.A.S , y será fuente principal para desarrollar el análisis legal y la revisión.

8.2 Revisión de requisitos legales y permisos de operación

Para operar legalmente, Metamorfosis S.A.S. debe clasificarse como planta de manejo industrial, ubicarse en una zona industrial apropiada de Bucaramanga, obtener la licencia de funcionamiento de la Alcaldía y el concepto de bomberos. Además, debe implementar un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo según el Decreto 1072 de 2015, cumplir con normas ambientales como el Decreto 1076 de 2015 y la Resolución 1407 de 2018, adherirse a las normas técnicas colombianas para textiles, y verificar el cumplimiento del Plan de Ordenamiento Territorial vigente.

8.3 Trámites de registro mercantil, RUT, uso de suelo, entre otros.

La formalización de Metamorfosis S.A.S. implica constituirse como Sociedad por Acciones Simplificada, registrarse en la Cámara de Comercio de Bucaramanga, obtener el Registro Único Tributario ante la DIAN, solicitar el permiso de uso de suelo industrial, e implementar un sistema de gestión de datos personales conforme a la Ley 1581 de 2012 y el Decreto 1377 de 2013.

8.4 Registro de marca y patentes

Para proteger su propiedad intelectual, Metamorfosis S.A.S. debe registrar las marcas "Metamorfosis" y "EcoPET Metamorfosis" en la Superintendencia de Industria y Comercio, realizando previamente una búsqueda de antecedentes marcarios. La empresa no buscará registrar patentes en esta etapa inicial debido a que sus procesos y productos no alcanzan el nivel de innovación requerido por la legislación colombiana de propiedad industrial para la concesión de patentes.

9. Análisis del impacto social y ambiental

9.1. Técnicas participativas con grupos de interés para evaluar impacto social:

Metodología

Para evaluar el impacto social de Metamorfosis S.A.S se utiliza como técnica las encuestas estructuradas Para ello, se difundió la encuesta vía WhatsApp y correo electrónico a 60 personas pertenecientes a grupos de interés con alta sensibilidad ambiental y hábitos de consumo ecológico.

Objetivos: El estudio de percepción social tiene como objetivos principales evaluar la conciencia pública sobre el impacto ambiental de la industria textil y las expectativas hacia empresas sostenibles en este sector. Busca medir la importancia que se otorga a las prácticas sostenibles, identificar áreas de mayor impacto positivo percibido, detectar posibles efectos negativos, y determinar indicadores efectivos para medir el impacto social. Esta investigación

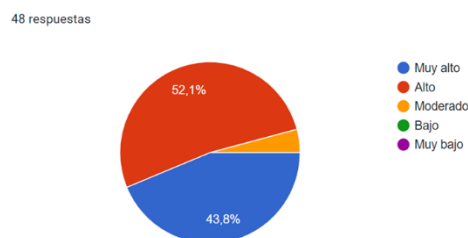
PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

proporcionará insights valiosos para guiar las estrategias de sostenibilidad y comunicación de Metamorfosis S.A.S., asegurando que sus iniciativas están alineadas con las expectativas y preocupaciones de la comunidad.

Análisis de resultados encuesta impacto social-Metamorfosis S.A.S

Pregunta 1. En su opinión, ¿cuál es el nivel de impacto ambiental de la industria textil convencional?

Figura 5. Pregunta 1

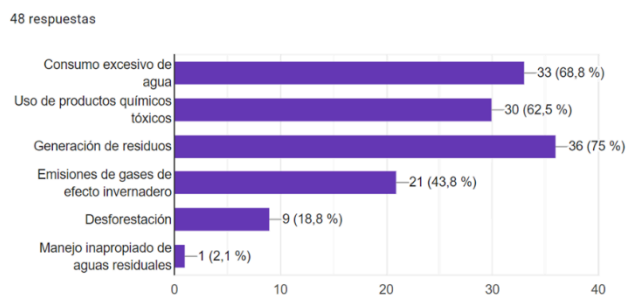


La gran mayoría (95,8%) considera que el impacto es alto o muy alto, lo que indica una fuerte conciencia ambiental y preocupación por el impacto ambiental de las prácticas actuales de la industria textil

Pregunta 2. ¿Cuáles cree que son los principales problemas ambientales asociados con la industria textil? (selecciones todos los que apliquen)

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

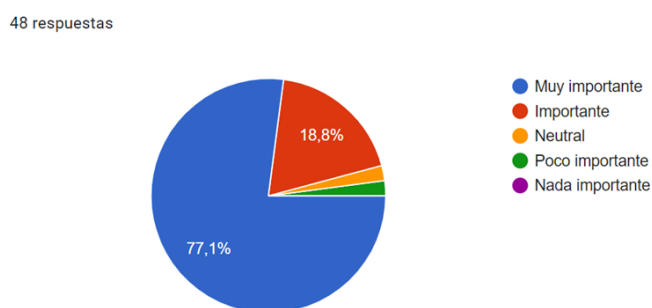
Figura 6. Pregunta 2



La figura 6 muestra que los principales problemas ambientales que preocupa a los encuestados son la generación de residuos, el consumo de agua y el uso de químicos tóxicos. Por tanto, las iniciativas sostenibles deberían enfocarse prioritariamente en estas áreas para tener mayor aceptación e impacto.

Pregunta 3. ¿Qué tan importante considera la implementación de prácticas sostenibles en la industria textil?

Figura 7. Pregunta 3

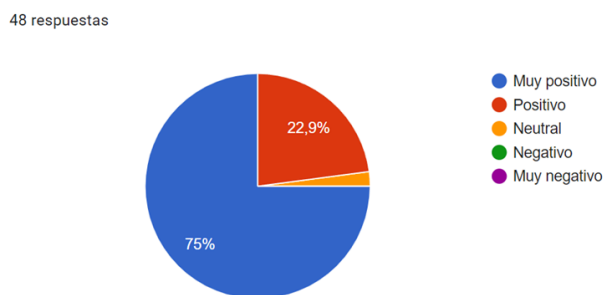


En cuanto a la importancia de las prácticas sostenibles, el 95.9% de los encuestados las considera importantes o muy importantes, demostrando un claro apoyo de los grupos interesados para implementar estas prácticas en la industria textil.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Pregunta 4. ¿Qué tan positivo cree que sería el impacto de una empresa que produce telas a partir de botellas PET recicladas en el desarrollo sostenible de Bucaramanga?

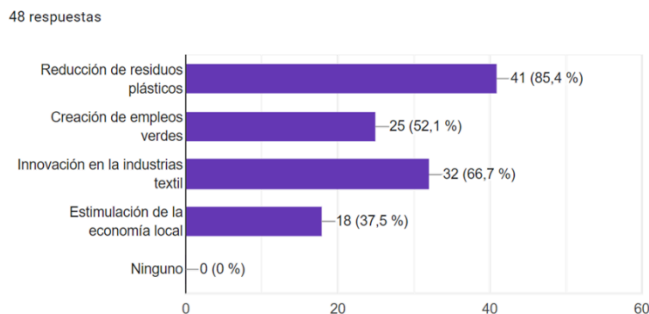
Figura 8. Pregunta 4



Los resultados permiten identificar un fuerte respaldo potencial para este tipo de iniciativas sostenibles en la industria textil local, logrando un alto nivel de percepción positiva llegando a un 97.9%.

Pregunta 5. ¿En qué áreas cree que una empresa dedicada a producir telas a partir de botellas PET recicladas podría tener el mayor impacto positivo? (Seleccione las que apliquen)

Figura 9. Pregunta 5



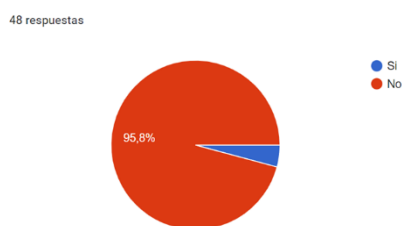
La reducción de residuos plásticos y la innovación son vistas como los beneficios más significativos de los 4 propuestos, sugiriendo que estos aspectos deberían ser centrales en la

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

propuesta de valor y comunicación de la empresa. Por otra parte, ninguno de los encuestados considera que existe otra área que genere el mayor impacto positivo.

*Pregunta 6. ¿Identifica algún posible impacto social negativo de este tipo de empresa?
¿Si responde sí, cuál sería este impacto?*

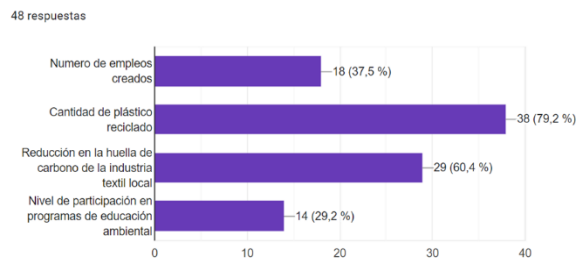
Figura 10. Pregunta 6



En esta pregunta, la gran mayoría (95,8%) no percibe que este tipo de empresas produzca impactos sociales negativos, demostrando una aceptación social para estos emprendimientos sostenibles. Respecto a la minoría, identifican un consumo de energía proveniente de fuentes no renovables en el reciclaje y la transformación del PET, y el uso de productos químicos nocivos en el procesamiento del plástico.

Pregunta 7. ¿Qué indicadores cree que serían útiles para medir el impacto social de una empresa textil sostenible?

Figura 11. Pregunta 7

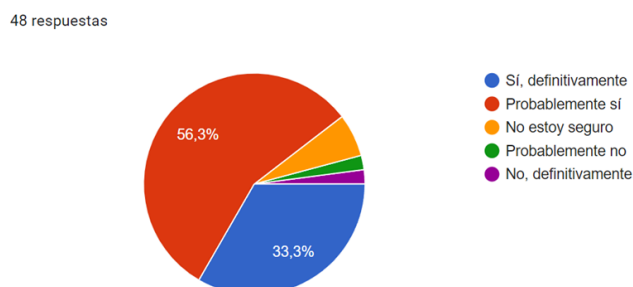


PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Los indicadores más valorados se relacionan con el reciclaje y la reducción de la huella de carbono en la industria textil, indicando que estos deberían ser los principales puntos de medición y comunicación del impacto de la empresa. Los otros dos indicadores pueden ser secundarios a los más votados ya que superan el 28 % de valoración.

Pregunta 8. ¿Estaría interesado en participar en futuras iniciativas o programas relacionados con la industria textil sostenible en Bucaramanga?

Figura 12. Pregunta 8



Existe un alto nivel de interés (89,6%) en la participación en iniciativas y programas que promuevan la industria textil sostenible en Bucaramanga, mostrando un terreno fértil para el desarrollo de estas y un gran potencial de participación comunitaria.

9.2. Matriz Leopold

Es uno de los métodos sistemáticos utilizados para evaluar impactos ambientales. Consiste en una matriz muestra las interacciones entre las actividades humanas y los actores ambientales. Las columnas de la matriz presentan las acciones del hombre que pueden alterar el medio ambiente y las filas corresponden a los factores ambientales susceptibles de ser alterados. Realizando el cruce entre filas y columnas se obtienen las interacciones existentes entre las acciones y los factores ambientales (Ramos, 2004).

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

En este caso, la escala de impacto irá del -3 al +3, donde -3 es el mayor impacto negativo, y +3 es el impacto positivo más alto; obteniendo la siguiente matriz:

Figura 13. *Matriz de Leopold*

Factores ambientales/actividades	Recolección de botellas PET	Proceso de reciclaje	Producción de fibras textiles	Teñido y acabado	Operaciones de planta	Transporte y logística
Gestión de residuos	+3	+3	-1	-2	-1	-2
Consumo de energía	-1	-1	-2	-2	-1	-2
Calidad del agua	0	-1	-2	-2	0	0
Calidad del aire	-1	-1	-2	-1	-1	-2
Ruido	-1	-2	-2	-1	-2	-1
Uso de recursos	+3	+2	+1	-1	-1	+1

9.2.1. Análisis de matriz Leopold

Gestión de residuos: La recolección de botellas PET (+3) y el proceso de reciclaje (+3) tienen el mayor impacto positivo, contribuyendo a la reducción de residuos de plásticos en Bucaramanga. Sin embargo, la producción de fibras y teñido generar algunos residuos.

Consumo de energía: Todas las actividades tienen un impacto negativo en el consumo de energía, siendo la producción de fibras textiles; y el teñido y acabado las más intensivas (+2 cada una). Esto implica que es un área de oportunidad para implementar medidas de eficiencia energética y considerar fuentes de energía renovable.

Calidad de agua: El mayor impacto negativo se observa en el teñido y acabado (-2) y la producción de fibras (-2). Será crucial implementar sistemas de tratamiento de aguas residuales y explorar tintes eco-amigables.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Calidad del aire: Los impactos son generalmente leves (-1) a moderados (-2), con la producción de fibras; y el transporte y logística teniendo el mayor impacto. Por tanto, se recomienda implementar sistemas de filtración y control de emisiones.

Ruido: El proceso de reciclaje, la producción de fibras y las operaciones de plantas tienen el mayor impacto (-2). Será importante implementar medidas de aislamiento acústico y protección para los trabajadores.

Uso de recursos: La recolección de botellas PET (+3) y el proceso de reciclaje (+2) tienen un impacto positivo al reutilizar materiales. Además, los procesos restantes tienen un impacto neutro o ligeramente negativo.

9.3. Conclusiones análisis impacto social y ambiental

En conclusión, el proyecto tiene un fuerte impacto positivo en la gestión de residuos y el uso de recursos, alineándose con los objetivos de sostenibilidad y economía circular. Por otra parte, presenta desafíos ambientales en los que se destaca el consumo de energía y la calidad de agua, especialmente en los procesos de producción y teñido. En consecuencia, se recomienda: Invertir en tecnologías de eficiencia energética y explorar fuentes de energía renovable, implementar un sistema avanzado de tratamiento de aguas residuales, Investigar y adoptar tintes y procesos de acabado más ecológicos, Desarrollar un plan de gestión de ruido para minimizar el impacto en trabajadores y comunidad, y Continuar y expandir los programas de recolección de botellas PET para maximizar el impacto positivo en la gestión de residuos.

9.4. Estrategias de compensación y economía circular

Compensación Ambiental: Implementar un programa de reforestación en áreas degradadas de Bucaramanga, plantando un árbol por cada tonelada de PET reciclado. También, establecer alianzas con ONG 's locales para proyectos de limpieza de ríos y áreas naturales. Por último, Invertir en tecnologías de captura de carbono para compensar las emisiones de la planta.

Economía circular: Desarrollar un sistema de logística inversa con clientes para recolectar y reciclar prendas hechas con las fibras de Metamorfosis S.A.S. al final de su vida útil. Adicionalmente, Implementar un programa de "cero residuos" en la planta, buscando formas de reutilizar o reciclar todos los subproductos del proceso. Finalmente, colaborar con diseñadores locales para crear líneas de ropa 100% reciclables y biodegradables.

Innovación sostenible: Invertir en I+D para mejorar la eficiencia energética de los procesos de reciclaje y producción y Desarrollar nuevas aplicaciones para los subproductos del proceso de reciclaje de PET.

10. Evaluación financiera

Esta sección presenta un análisis financiero de Metamorfosis S.A.S. destacando los aspectos claves para la viabilidad del proyecto. Para una revisión exhaustiva, se ha incluido el Apéndice K: Análisis financiero, que contiene los cálculos detallados, proyecciones financieras a cinco años, estados de resultados, balances generales, flujos de caja, e indicadores financieros.

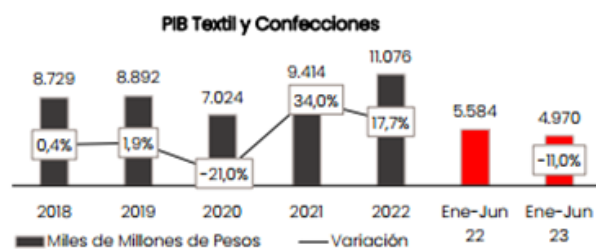
PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

10.1 Indicadores económico-financieros

10.1.1 Crecimiento del sector

La cantidad de tela vendida se calcula teniendo en cuenta la variación porcentual del aporte al PIB del sector textil y de confecciones para los años 2018, 2019, 2022 y 2023. De esta forma se obtiene un incremento del 2,25% en las ventas con variaciones en los años respectivos del 0,4%, 1,9%, 17,7% y 11% obtenidas en el informe sectorial (2023). Los años 2020 y 2021 no hacen parte de la estimación debido a que se consideran datos atípicos por la pandemia ocasionada por COVID-19.

Figura 14. PIB textil y confecciones



Nota. Tomado de DANE (2023)

10.1.2 Comportamiento de los precios

En cuanto a los precios, el cálculo se realizará acudiendo a las cifras del Banco de la República de los últimos 5 años para obtener el promedio. En consecuencia, se obtiene que los precios crecen a una tasa del 6,69%.

Tabla 10. Evolución de la inflación

Año	Inflación (%)
2019	3,80

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

2020	1,61
2021	5,62
2022	13,12
2023	9,28
Promedio	6,69

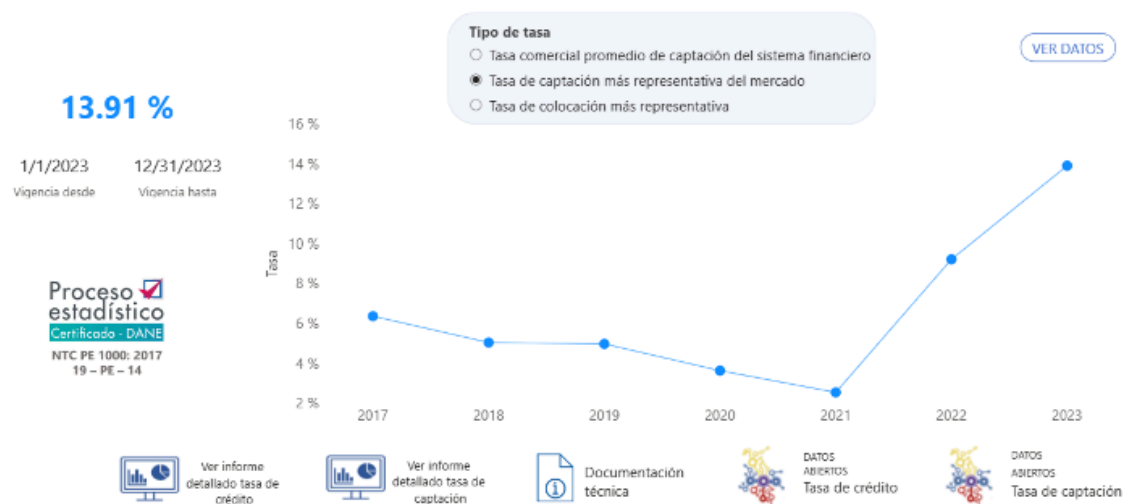
Nota. Tomado de Banco de la República

10.1.3 Tasa de interna de retorno

Para determinar la tasa de retorno del proyecto, se analizaron dos fuentes principales: la Superintendencia Financiera de Colombia, que reporta una tasa de captación representativa del mercado de 13.91% como se muestra en la figura 15 , y el análisis de la prima de riesgo país calculada para Colombia durante octubre de 2024, que promedió 8.06% según los datos históricos de Datosmacro.com. Sin embargo, considerando que Metamorfosis S.A.S es un emprendimiento en fase inicial, se ha optado por establecer una tasa de retorno del 20%, conformada por la tasa base de 13.91% más una prima de riesgo ajustada de 7.09%. Esta decisión se fundamenta en tres aspectos clave: primero, la necesidad de mantener el proyecto financieramente atractivo pero realista para potenciales inversionistas; segundo, el reconocimiento de las limitaciones y riesgos inherentes a una empresa naciente en el sector textil; y tercero, la importancia de establecer expectativas de rendimiento alcanzables que permitan un crecimiento sostenible.

Figura 15. *Tasas de interés de captación y colocación*

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET



Nota. Tomado de la Superintendencia de Colombia . Consultado en octubre 2024

10.1.4 Impuesto de renta

El impuesto de renta en Colombia es una obligación tributaria anual para las personas jurídicas, incluyendo sociedades comerciales. La tarifa general está establecida en el artículo 240 del Estatuto Tributario, el cual fue modificado por la Ley 2155 de 2021. Es importante destacar que la declaración de renta se presenta en el año siguiente al período fiscal correspondiente. Por ejemplo, la declaración del año 2023 se presentará en 2024. A partir del año gravable 2023, la tarifa del impuesto de renta para personas jurídicas se ha establecido en un 35% (Kapital, 2024).

10.1.5 Tasa de intereses del crédito

Se tienen en cuenta dos opciones de financiamiento con el banco Bancolombia; la primera consiste en un crédito de libre inversión con una tasa del 1,78% mes vencido; la segunda corresponde al crédito productivo con tasas que oscilan entre el 1,70% y 3,49% mes vencido.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Debido a ello, se ha determinado establecer una tasa del 1,86% efectivo mensual para los cálculos financieros del proyecto como punto medio conservador entre las opciones analizadas.

10.2 Inversión Inicial

Tabla 11. *Inversión Inicial*

Inversión Inicial	Valor
Inversión Fija	\$ 168.900.000,00
Inversión Diferida	\$ 19.148.200,00
Inversión en Capital de trabajo	\$ 13.141.349,00
Total	\$ 201.189.549,00

Para financiar la inversión inicial total, Metamorfosis S.A.S. ha optado por una estructura de capital mixta. Se ha acordado obtener un préstamo por valor de \$98.180.499,91 a una tasa del 1,86% lo que equivale al 24,75% efectivo anual, representando el 48,80% de la inversión inicial. El 51,20% restante, equivalente a \$103.009.049,09, será aportado directamente por los socios de las empresas. A continuación, se presentan los detalles del crédito:

Tabla 12. *Comportamiento del crédito*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
CUOTA	\$ 36.321.109,27	\$ 36.321.109,27	\$ 36.321.109,27	\$ 36.321.109,27	\$ 36.321.109,27
INTERESES	\$ 24.299.673,73	\$ 21.324.368,43	\$ 17.612.675,07	\$ 12.982.337,61	\$ 7.205.991,62

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

AMORTIZACIÓN	\$ 12.021.435,55	\$ 14.996.740,84	\$ 18.708.434,20	\$ 23.338.771,67	\$ 29.115.117,65
SALDO	\$ 86.159.064,37	\$ 71.162.323,52	\$ 52.453.889,32	\$ 29.115.117,65	\$ 0,00

10.3 Elaboración de proyecciones de ingresos, costos y flujos.*10.3.1 Ingresos y costos***Tabla 13.** *Ingresos, costos y flujos*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
VENTAS	\$ 492.273.600	\$ 546.640.848	\$ 606.077.472	\$ 671.024.640	\$ 741.948.480
MATERIA PRIMA	\$ 97.684.419	\$ 108.473.364	\$ 120.268.673	\$ 133.156.709	\$ 147.230.889
MANO DE OBRA DIRECTA	\$ 93.499.573	\$ 103.826.315	\$ 115.116.307	\$ 127.452.214	\$ 140.923.450
CIF	\$ 27.720.202	\$ 30.781.813	\$ 34.129.003	\$ 37.786.280	\$ 41.780.152
MARGEN CONTRIBUCIÓN	\$ 273.369.406	\$ 303.559.356	\$ 336.563.489	\$ 372.629.437	\$ 412.013.989
GASTOS DE ADMINISTRACIÓN	\$162.671.430	\$ 173.554.149	\$ 185.164.921	\$ 197.552.454	\$ 210.768.714
GASTOS DE VENTAS	\$ 50.640.000	\$ 54.027.816	\$ 57.642.277	\$ 61.498.545	\$ 65.612.798

Ingresos: Los ingresos por ventas muestran una tendencia creciente, pasando de \$492,273,600 en el primer año a \$741,948,480 en el quinto año. Esto representa un crecimiento anual compuesto del 10.8%, que se alinea con las proyecciones del mercado de textiles

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

sostenibles. El crecimiento se sustenta en un aumento del 2.25% en el volumen de ventas y un incremento del 6.69% en los precios, basado en el promedio de inflación de los últimos 5 años según datos del Banco de la República.

Costos: La proyección financiera de Metamorfosis S.A.S. muestra un incremento gradual en los costos variables y fijos a lo largo de cinco años. Los costos variables, que incluyen materia prima, mano de obra directa y CIF, aumentan de \$218,904,194 en el año 1 a \$329,934,491 en el año 5, reflejando el crecimiento de la producción. Los costos fijos, principalmente gastos administrativos y de ventas, muestran un aumento más moderado, pasando de \$213,311,430 en el año 1 a \$276,381,512 en el año 5. Esta estructura de costos sugiere una expansión controlada de las operaciones, manteniendo un balance entre el crecimiento de la producción y la eficiencia operativa.

10.3.2 Flujos de caja

Se presentan los siguientes flujos de Caja:

Tabla 14. *Flujos de caja*

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
DEUDA	48,80%	47,93%	44,67%	37,76%	24,55%
CAPITAL	51,20%	52,07%	55,33%	62,24%	75,45%
Flujo de caja libre	\$ 46.620.402,13	\$ 55.976.106,46	\$ 67.474.116,60	\$ 80.296.338,44	\$ 94.565.131,91
WACC	18,09%	18,12%	18,25%	18,52%	19,04%

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Los datos muestran un flujo de caja libre con tendencia positiva y creciente. Esta generación de efectivo se relaciona con una buena capacidad para cubrir obligaciones y potencialmente reinvertir en el negocio.

10.4 Construcción de estados financieros proyectados

10.4.1 utilidad neta

En primera instancia, la utilidad neta para los primeros 5 años del negocio es:

Tabla 15. *Utilidad neta*

Aspecto financiero	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Utilidad Neta	\$ 9.385.130,45	\$ 21.666.698,78	\$ 35.635.584,31	\$ 51.529.698,78	\$ 69.619.449,82

El proyecto muestra utilidades netas positivas desde el primer año de operación. Esta mejora en los márgenes se debe principalmente a un crecimiento en ventas más rápido que el incremento en costos, así como a una disminución gradual de los gastos financieros.

10.4.2 Estados financieros

Los estados financieros se presentan a continuación:

Tabla 16. *Estados financieros*

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Caja	\$ 5.000.000	\$ 5.334.500	\$ 5.691.378	\$ 6.072.131	\$ 6.478.357	\$ 6.911.759
Inventarios	\$ 8.141.349	\$ 8.686.005	\$ 9.267.099	\$ 9.887.068	\$ 10.548.513	\$ 11.254.208

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Activos corrientes	\$ 13.141.349	\$ 14.020.505	\$ 14.958.477	\$ 15.959.199	\$ 17.026.870	\$ 18.165.967
Activos fijos						
Activos brutos	\$ 168.900.000	\$ 168.900.000	\$ 168.900.000	\$ 168.900.000	\$ 168.900.000	\$ 168.900.000
Depreciación acumulada	\$ 0	\$ 17.490.000	\$ 34.980.000	\$ 52.470.000	\$ 69.960.000	\$ 87.450.000
Activos netos	\$ 168.900.000	\$ 151.410.000	\$ 133.920.000	\$ 116.430.000	\$ 98.940.000	\$ 81.450.000
Diferidos netos	\$ 19.148.200	\$ 15.318.560	\$ 11.488.920	\$ 7.659.280	\$ 3.829.640	
Total activos	\$ 201.189.549	\$ 180.749.065	\$ 160.367.397	\$ 140.048.479	\$ 119.796.510	\$ 99.615.967
Pasivos						
Proveedores	\$ 0	\$ 1.000.000	\$ 1.066.900	\$ 1.138.276	\$ 1.214.426	\$ 1.295.671
Deudas a largo plazo	\$ 98.180.500	\$ 86.159.064	\$ 71.162.324	\$ 52.453.889	\$ 29.115.118	\$ 0
Total pasivo	\$ 98.180.500	\$ 87.159.064	\$ 72.229.224	\$ 53.592.165	\$ 30.329.544	\$ 1.295.671
Patrimonio						
Capital social	\$ 103.009.049	\$ 103.009.049	\$ 103.009.049	\$ 103.009.049	\$ 103.009.049	\$ 103.009.049
Utilidades retenidas	\$ -	-\$ 9.419.048	-\$ 14.870.876	-\$ 16.552.735	-\$ 13.542.083	-\$ 4.688.753
Total de patrimonio	\$ 103.009.049	\$ 93.590.001	\$ 88.138.174	\$ 86.456.314	\$ 89.466.966	\$ 98.320.296

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Total pasivo y patrimonio	\$ 201.189.549	\$ 180.749.065	\$ 160.367.397	\$ 140.048.479	\$ 119.796.510	\$ 99.615.967
----------------------------------	----------------	----------------	----------------	----------------	----------------	---------------

El balance general refleja una estructura financiera que se fortalece con el tiempo. Los activos totales disminuyeron de \$180.749.065 en el año 1 a \$99.615.967 en el año 5, principalmente debido a la depreciación de activos fijos. Por otra parte, los Pasivos disminuyeron significativamente de \$87.159.064 en el año 1 a \$1.295.671 en el año 5, reflejando el pago de la deuda inicial. Por otra parte, el patrimonio crece de \$93.590.001 en el año 1 a \$98.320.296 en el año 5, impulsado por la acumulación de utilidades.

10.5 Cálculo de indicadores financieros

Para evaluar la viabilidad financiera del proyecto, se calcularon los siguientes indicadores:

Tabla 17. Viabilidad financiera

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	TOTAL
VP						
FCL	\$ 39.478.470	\$ 40.127.911	\$ 40.904.565	\$ 41.070.420	\$ 40.632.524	\$ 202.213.891
	VPN					\$ 1.024.341,90

Valor Presente Neto (VPN): Utilizando la tasa de descuento (WACC) del 18.17%, se obtuvo un VPN de \$1.024.341,90.

El VPN positivo indica que el proyecto genera valor para los inversionistas por encima de la rentabilidad exigida. La TIR del proyecto es 20.91%, superando la tasa de descuento de

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

18.17%. Esto confirma la viabilidad financiera del proyecto, ya que ofrece un rendimiento superior al costo de oportunidad del capital.

Tomando como base los flujos de caja acumulados, para el período de recuperación de la inversión se estima que será de aproximadamente 4 años.

10.6 Análisis de sensibilidad y evaluación de escenarios

Para evaluar la robustez del proyecto frente a variaciones en variables clave, se realizó un análisis de sensibilidad considerando cambios en los ingresos, costos de materia prima, costos laborales y servicios públicos:

Escenario base: VPN: \$1.024.341,90 y TIR: 20.91%.

Tomando las Variables en condiciones normales

Escenario optimista : VPN: \$45,814,742 | TIR: 35.81%.

Teniendo en cuenta una mejor gestión con proveedores, mayor productividad y una reducción en los servicios públicos, se utilizaron los siguientes cambios:

Ingresos: +10% | Costos MP: -5% | Costos laborales: -3% | Servicios públicos: -5%

Escenario pesimista: VPN: -\$57,496,422 y TIR: 15.03%

Ingresos: -10% | Costos MP: +12% | Costos laborales: +15% | Servicios públicos: +20%

Asumiendo un incremento en los precios de la materia prima PET, una presión salarial y un aumento en los servicios públicos, se obtiene los siguientes parametros:

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

El proyecto de Metamorfosis S.A.S muestra diferentes comportamientos según los escenarios analizados. En el escenario base, con un VPN de \$1.024.341,90 y una TIR de 20.91%, el proyecto demuestra ser viable, superando el costo de capital y generando valor para los inversionistas aunque con márgenes moderados.

En el escenario optimista, considerando mejoras en múltiples variables (incremento de ingresos del 10%, reducción de costos de materias primas del 5%, optimización de costos laborales del 3% y eficiencia en servicios públicos del 5%), el proyecto alcanza un VPN de \$45,814,742 y una TIR de 35.81%. Estos resultados, aunque ambiciosos, son alcanzables mediante una gestión eficiente y el aprovechamiento de oportunidades de mercado.

Sin embargo, el escenario pesimista revela vulnerabilidades importantes. La combinación de una reducción de ingresos del 10%, junto con incrementos en costos de materias primas (12%), laborales (15%) y servicios públicos (20%), resulta en un VPN negativo de -\$57,496,422 y una TIR de 15.03%. Estos indicadores sugieren que el proyecto es sensible a condiciones adversas del mercado y requiere estrategias de mitigación de riesgos bien definidas.

10.7 Conclusiones y recomendaciones:

El análisis financiero indica que el proyecto es viable y atractivo desde el punto de vista financiero, con un VPN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento. Sin embargo, la alta sensibilidad a los ingresos sugiere la necesidad de implementar estrategias sólidas de marketing y ventas para asegurar el éxito del proyecto. Por tanto, se recomienda: Monitorear de cerca los

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

costos variables y buscar eficiencias operativas para mejorar los márgenes, explorar opciones para diversificar los ingresos o reducir la dependencia de un solo producto para mitigar riesgos, establecer un sistema robusto de control financiero y considerar escenarios de financiación alternativos para optimizar la estructura de capital y reducir el costo financiero.

En general, el proyecto muestra un potencial financiero prometedor, pero su éxito dependerá de una ejecución cuidadosa y una gestión proactiva de los riesgos identificados.

11. Análisis Estratégico

En el siguiente análisis estratégico buscaremos definir la dirección estratégica de Metamorfosis S.A.S., identificando sus fortalezas y oportunidades, y diseñando un modelo de negocio sostenible y competitivo.

11.1 Misión

Metamorfosis S.A.S. Se dedica a la producción de telas innovadoras y sostenibles a partir de botellas PET recicladas, contribuyendo al desarrollo económico de Bucaramanga y a la reducción del impacto ambiental de la industria textil.

11.2 Visión

Para el año 2030, Metamorfosis S.A.S. será reconocida como líder en la producción de telas ecológicas en Colombia, siendo un referente en innovación sostenible y economía circular en la industria textil latinoamericana.

11.3 Objetivos Estratégicos

Lograr una reducción del 30% en el consumo de agua y energía en comparación con los métodos tradicionales de producción textil para el año 2028; Establecer alianzas estratégicas con al menos 10 marcas de moda sostenible a nivel nacional e internacional en los próximos 3 años; Implementar un programa de investigación y desarrollo que resulte en al menos 2 nuevas líneas de productos sostenibles para el año 2026; y Lograr una tasa de reciclaje del 80% de las botellas PET en Bucaramanga a través de programas de concientización y recolección para el año 2027.

10.4 Factores Críticos de Éxito

Los factores clave de éxito para Metamorfosis S.A.S. Se centran en la eficiencia operativa, la calidad del producto y la innovación. La empresa debe optimizar la recolección y procesamiento de botellas PET, asegurar la durabilidad de sus telas, y mantener una innovación continua en sus procesos y productos. Es crucial establecer una cadena de suministro sostenible, desarrollar una marca fuerte asociada a la moda ética, cumplir con estándares ambientales y obtener certificaciones de sostenibilidad. Además, la capacidad de adaptarse rápidamente a las tendencias cambiantes del mercado de moda sostenible será fundamental para el éxito a largo plazo de la empresa.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

11.5 Análisis FODA

11.5.1 Fortalezas

Proceso productivo innovador y sostenible; contribución directa a la reducción de residuos plásticos; ubicación estratégica en Bucaramanga, con acceso a recursos y mercado potencial; y equipo fundador con conocimientos en ingeniería y sostenibilidad.

11.5.2 Debilidades

Empresa nueva sin reconocimiento en el mercado; dependencia de la disponibilidad de botellas PET recicladas; costos iniciales de producción potencialmente altos y limitada capacidad financiera inicial.

11.5.3 Oportunidades

Creciente conciencia ambiental y demanda de productos sostenibles; políticas gubernamentales favorables al reciclaje y la economía circular; potencial de expansión a mercados internacionales; y posibilidad de diversificación de productos utilizando la misma tecnología.

11.5.4 Amenazas

Competencia de productores textiles tradicionales y otras empresas sostenibles; fluctuaciones en el suministro y precio de las botellas PET; cambios en las regulaciones ambientales que puedan afectar el proceso productivo; y posible resistencia del mercado a adoptar nuevos materiales textiles.

11.5.5 Estrategias FODA

1. **FO (Fortalezas-Oportunidades):** Desarrollar campañas de marketing que resalten el impacto ambiental positivo de nuestros productos para capitalizar la creciente conciencia ambiental.
2. **FA (Fortalezas-Amenazas):** Establecer alianzas estratégicas con proveedores de botellas PET para asegurar un suministro estable y a precios competitivos.
3. **DO (Debilidades-Oportunidades):** Buscar financiamiento y apoyo gubernamental para proyectos de economía circular para superar las limitaciones financieras iniciales.
4. **DA (Debilidades-Amenazas):** Invertir en I+D para mejorar continuamente la calidad y reducir los costos de producción, diferenciándose de la competencia.

11.6 Análisis de la Cadena de Valor

11.6.1 Actividades Primarias

La cadena de valor de Metamorfosis S.A.S. incluye cinco actividades primarias clave: logística de entrada (recolección y clasificación de botellas PET), operaciones (procesamiento de PET y producción de telas), logística de salida (almacenamiento y distribución), marketing y ventas (promoción de productos sostenibles y educación al consumidor), y servicio (soporte post-venta y asesoramiento). Estas actividades interconectadas aseguran la creación de valor desde la recolección de materiales reciclados hasta el servicio al cliente final.

11.6.2 Actividades de Apoyo

Las actividades de apoyo de Metamorfosis S.A.S. abarcan cuatro áreas clave: infraestructura, con enfoque en gestión sostenible y planificación estratégica; gestión de recursos humanos, centrada en capacitación y cultura de sostenibilidad; desarrollo tecnológico, priorizando I+D en reciclaje y producción textil sostenible; y abastecimiento, enfocado en proveedores sostenibles y optimización de la cadena de suministro. Estas actividades son cruciales para mantener la ventaja competitiva y asegurar operaciones eficientes y sostenibles.

11.6.3 Generación de Valor

Metamorfosis S.A.S. genera valor a través de: transformación de residuos en productos de alto valor agregado; reducción del impacto ambiental de la industria textil; creación de empleos en la economía circular local; e Innovación en materiales y procesos sostenibles.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

11.7 Modelo de Negocio Canvas

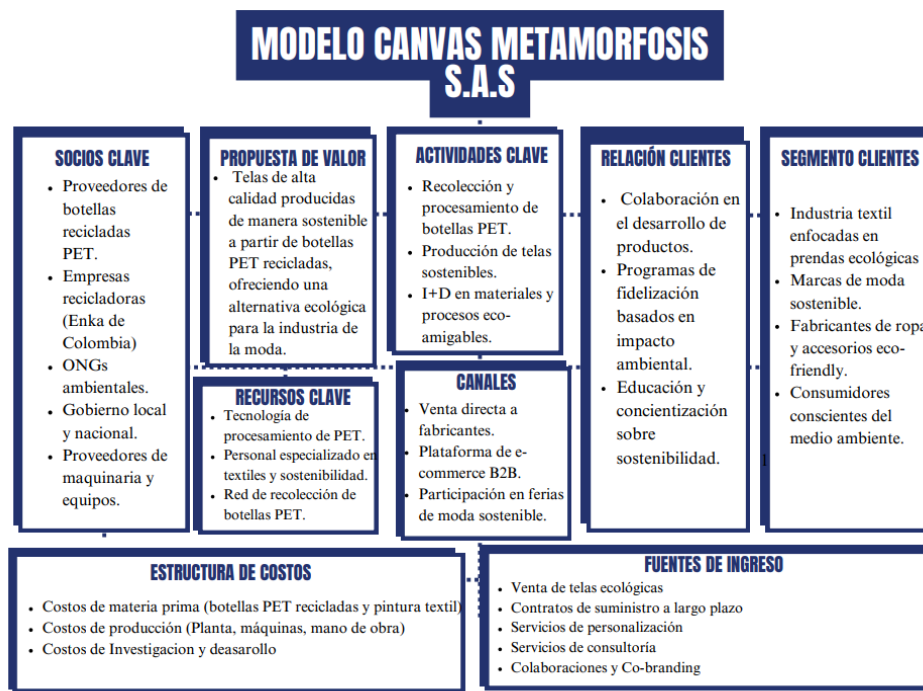


Figura 16. Modelo canvas Metamorfosis S.A.S.

11.8. Conclusiones del análisis estratégico

El análisis estratégico revela un potencial significativo para establecerse como un actor innovador en la industria textil sostenible de Colombia. La empresa se posiciona para capitalizar la creciente demanda de productos ecológicos, al tiempo que aborda desafíos ambientales críticos.

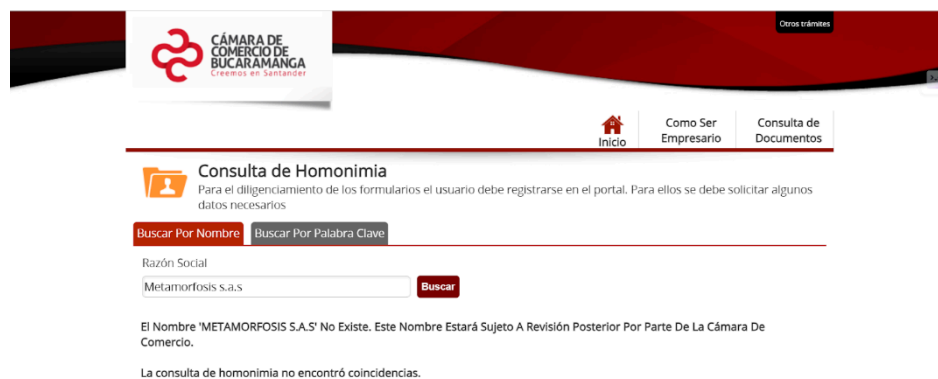
12. Constitución legal y puesta en marcha de la empresa

12.1 Trámites de constitución legal ante notaría y registro mercantil

12.1.1 Consulta de homonimia y registro de marca

Se realiza la verificación de la disponibilidad del nombre “Metamorfosis S.A.S” mediante la consulta de homonimia en la Cámara de Comercio de Bucaramanga. Los resultados arrojados de esta búsqueda muestran que no existe esta identidad distintiva en el mercado como se muestra en la figura.

Figura 17. Consulta de homonimia



The screenshot displays the 'Consulta de Homonimia' interface. At the top, there is a navigation bar with the logo of the Cámara de Comercio de Bucaramanga and a menu with options like 'Inicio', 'Como Ser Empresario', and 'Consulta de Documentos'. The main content area is titled 'Consulta de Homonimia' and includes a sub-header 'Para el diligenciamiento de los formularios el usuario debe registrarse en el portal. Para ellos se debe solicitar algunos datos necesarios'. Below this, there are two search buttons: 'Buscar Por Nombre' (selected) and 'Buscar Por Palabra Clave'. A search input field contains 'Metamorfosis s.a.s' and a 'Buscar' button. The results section shows a message: 'El Nombre 'METAMORFOSIS S.A.S' No Existe. Este Nombre Estará Sujeto A Revisión Posterior Por Parte De La Cámara De Comercio.' followed by 'La consulta de homonimia no encontró coincidencias.'

Con el mismo objetivo, se lleva a cabo la búsqueda de signos distintivos a través de la Superintendencia de Industria y Comercio para asegurar que la marca “Metamorfosis” está libre de registro por parte de otras organizaciones. De esta forma, se garantiza la diferenciación de la competencia y la construcción de una identidad sólida en el sector.

Figura 18. *Búsqueda de distintivos*

Introduzca el número de expediente de la solicitud para realizar una búsqueda simple.
Para una búsqueda más detallada, seleccione **Búsqueda Avanzada** y estarán disponibles más criterios de búsqueda.

Criterio de búsqueda

Número de expediente:

Certificado de Registro N°: **Tenga en cuenta**

Denominación: **Su búsqueda no produjo resultados.**

PU:

UI:

OK

Utilice el operador AND entre cada palabra que desea combinar.
Utilice OR para realizar búsquedas con alguno de los términos utilizados. Por ejemplo la búsqueda LIMÓN OR VERDE mostrará resultados que contengan la expresión LIMÓN o la expresión VERDE. Recuerde incluir el operador OR entre cada palabra que desea buscar.
Utilice comillas para realizar búsquedas de expresiones exactas. Por ejemplo: "LIMÓN VERDE" mostrará como resultado LIMÓN VERDE únicamente.
Utilice asteriscos ** para obtener resultados que contengan los términos buscados así se encuentren incluidos o acompañados de otras palabras. Por ejemplo la búsqueda *QUESO* mostrará resultados como: ryqueso; deliqueso; quesoprespa; quesos.

Tipo de solicitud:

Tipo de Signo:

Naturalaleza:

Estado(s):

Cerrar

12.1.2 Constitución legal

Para constituir Metamorfosis como una Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.), se debe elaborar un documento privado autenticado ante notario; este proceso implica redactar los estatutos de la sociedad, definiendo el objeto social, las reglas de funcionamiento y la estructura organizativa. Es necesario determinar y documentar la identidad de los accionistas fundadores, establecer el monto del capital suscrito y pagado inicial, y designar al representante legal y otros administradores clave; estos pasos son fundamentales para establecer la base legal y estructural de la empresa, asegurando una constitución sólida y conforme a la ley colombiana.

12.1.3 Registro Mercantil

Para formalizar Metamorfosis S.A.S., se debe realizar el registro ante la Cámara de Comercio de Bucaramanga; este proceso implica presentar el documento de constitución autenticado, diligenciar los formularios del Registro Único Empresarial y Social (RUES), pagar los derechos de inscripción e impuesto de registro, e inscribir los libros de actas y de registro de accionistas. Tras obtener el certificado de existencia y representación legal, se procede a obtener

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

el Registro Único Tributario (RUT) ante la DIAN, presentando dicho certificado y completando el formulario de inscripción correspondiente; estos pasos son fundamentales para establecer la existencia legal y fiscal de la empresa.

12.2 Obtención de Permisos y de Licencias Requeridos

Para obtener los permisos y licencias necesarios, Metamorfosis S.A.S. debe implementar un plan de acción metódico; este incluye solicitar el permiso de uso de suelo industrial en la Secretaría de Planeación de Bucaramanga, asegurando el cumplimiento con el POT vigente. La empresa debe obtener la licencia de funcionamiento de la Alcaldía, el certificado de seguridad del Cuerpo de Bomberos e implementar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo según el Decreto 1072 de 2015. En cuanto a los permisos ambientales, es necesario presentar el Estudio de Impacto Ambiental ante la CDMB, obtener la Licencia Ambiental conforme al Decreto 1076 de 2015, implementar el Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos según la Resolución 1407 de 2018 y obtener el permiso de vertimientos; estas acciones asegurarán la operación legal y responsable de la empresa.

12.3. Adecuación de instalaciones y adquisición de equipos

En primera instancia, se debe ubicar y adecuar la planta en una zona industrial de Bucaramanga apta para actividades de reciclaje y producción textil. Posteriormente, adquirir la maquinaria y equipos necesarios para la operación antes mencionada. Por último, se debe

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

proceder con la instalación de sistemas de seguridad y control ambiental requeridos según la normatividad tratada en las etapas anteriores.

Conclusiones

Tras un análisis comprehensivo, se concluye que el proyecto de Metamorfosis S.A.S presenta una propuesta viable y prometedora para el sector textil y el mercado de Bucaramanga y su Área Metropolitana. Los principales hallazgos son los siguientes:

- **Viabilidad del mercado:** Existe una creciente intención de compra de productos de textiles sostenibles, con un 96,7% de las empresas encuestadas mostrando un interés en utilizar telas hechas de botellas PET recicladas.
- **Sostenibilidad ambiental:** El proyecto contribuirá significativamente a la reducción de residuos plásticos, usando 50,957 kg de botellas PET recicladas anualmente.
- **Viabilidad financiera:** El análisis financiero muestra un VPN positivo y una TIR superior a la tasa de descuento, indicando la rentabilidad del proyecto.
- **Impacto social:** La empresa generará empleos y fomentará la conciencia ambiental en la comunidad.

En resumen, Metamorfosis S.A.S. no solo se presenta como una oportunidad de negocio atractiva, sino también como un catalizador para el desarrollo sostenible en la región, alineándose con las tendencias globales hacia la economía circular y la responsabilidad ambiental.

Recomendaciones

- Implementación gradual: Iniciar operaciones con una capacidad de producción moderada, permitiendo ajustes y optimizaciones basados en la respuesta del mercado real.
- Alianzas estratégicas: establecer colaboraciones sólidas con los proveedores de botellas PET, centros de acopio y potenciales clientes en la industria textil y de moda.
- Inversión en I+D: Destinar recursos a la mejora continua en procesos de reciclaje y producción de tela para aumentar la calidad y rentabilidad y reducir costos.
- Estrategia de marketing robusta: Desarrollar campañas de concientización sobre los beneficios ambientales de las telas recicladas, en el mercado joven y ambientalmente consciente.
- Certificaciones ambientales: Obtener certificaciones a mediano y/o largo plazo que validen las prácticas sostenibles de la empresa, aumentando la credibilidad y el valor e imagen de la marca.
- Diversificación de productos: A mediano plazo, explorar la posibilidad de expandir la línea de productos a otros textiles sostenibles, aprovechando la infraestructura y conocimientos adquiridos.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

- Monitoreo continuo: Implementar sistemas de seguimientos que proporcionen KPI'S para evaluar regularmente el impacto ambiental, la eficiencia operativa y la satisfacción del cliente.
- Flexibilidad operativa: Mantener la capacidad de adaptar la producción a las cambiantes demandas del mercado y avances tecnológicos en el reciclaje de plásticos.
- Programa de educación comunitaria: Desarrollar iniciativas para educar a la comunidad local sobre importancia del reciclaje, fortaleciendo la imagen de la empresa y asegurando un suministro constante de materias primas
- Exploración de incentivos gubernamentales: Investigar y aprovechar posibles incentivos fiscales o subvenciones disponibles para empresas que promueven la sostenibilidad y economía circular.

Referencias

ACOPLÁSTICOS. (2023). *Encuesta Precios del Reciclaje*.

Alcaldía de Bucaramanga. (2024). *Lanzamiento de #EcoChallenge*.
<https://www.bucaramanga.gov.co/noticias/lanzamiento-de-ecochallenge-los-estudiantes-de-bucaramanga-se-unen-para-reducir-los-residuos/>

Allied Market Research. (2024). *Ecological Fibers Market Size, Share, Competitive Landscape and Trend Analysis Report, by Types and, by Applications : Opportunity Analysis and Industry Forecast*.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Banco de la República. (n.d.). *Inflación total y meta* | Banco de la República. Retrieved September 18, 2024, from <https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/inflacion-total-y-meta>

Banco Popular. (n.d.). *Tasas de Captación y Colocación*. Retrieved September 18, 2024, from <https://www.bancopopular.com.co/wps/portal/bancopopular/inicio/informacion-interes/tasas>

Bertolotti, B., Chávez, J., Laos, R., Rospigliosi, C., & Nakamatsu, J. (2005). Poliésteres y Reciclaje Químico del Poli(tereftalato de etileno). *Revista de Química*, 13–20.

Bustos, N. (2024). *Plan de negocios para la creación de una empresa productora y comercializadora de productos derivados de frutos secos en el municipio de Sabana de Torres, Santander* [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. Repositorio Universidad Industrial de Santander: <https://noesis.uis.edu.co/handle/20.500.14071/15903>

Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2021). *Compite 360 Información Empresarial de Colombia*.

Carrillo González, G. (2009). Una revisión de los principios de la ecología industrial. *Argumentos (México, D.F.)*, 22(59), 247–265. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952009000100009&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Centro RS. (2020). *Colombiatex 2020 abrió sus puertas a la sostenibilidad, las tendencias y los negocios* - Centro RS.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

<https://centrors.org/proyecto/colombiatex-2020-abrio-sus-puertas-a-la-sostenibilidad-las-tendencias-y-los-negocios/>

Centro Tecnológico ITENE. (n.d.). *Tecnologías de deslaminado de estructuras multicapas*.

Circular economy principles: Eliminate waste and pollution. (n.d.). Retrieved September 18, 2024, from

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/es/eliminar-los-residuos-y-la-contaminacion>

CÓDIGO SUSTANTIVO DEL TRABAJO. (n.d.). Retrieved September 18, 2024, from

<https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Codigo/30019323>

Colombia: Declaración Final del equipo técnico del FMI al término de la Consulta del Artículo IV de 2024. (n.d.). Retrieved September 18, 2024, from

<https://www.imf.org/es/News/Articles/2024/02/14/cs021424-colombia-staff-concluding-statement-of-the-2024-article-iv-mission>

Computrabajo. (2022). *Salarios Promedio de Colombia*.

Concejo Municipal de Bucaramanga. (2022). *Proyecto de acuerdo No.75 de 2022*.

DANE. (n.d.-a). *DANE - Empleo y desempleo*. Retrieved September 18, 2024, from

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>

DANE. (n.d.-b). *DANE - Encuesta de Inversión en Investigación y Desarrollo I+D*. Retrieved

September 18, 2024, from

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/tecnologia-e-innovacion/encuesta-de-inversion-en-investigacion-y-desarrollo-i-d>

DANE. (2022). *Cuenta ambiental y económica de flujos de materiales – residuos sólidos (CAEFM-RS)* .

DANE. (2024). *Índice de Precios al Consumidor*.

Decreto 1072 de 2015 Sector Trabajo - Gestor Normativo - Función Pública. (n.d.). Retrieved September 18, 2024, from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=72173>

Díaz, B., Jarufe, B., & Noriega, M.T. (2013). *Disposición de planta* (2ª ed.). Universidad de Lima, Fondo Editorial.

Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas (DSEPP). (2018). *Estudio de conciencia ambiental: Consumo y cuidado del ambiente*.

Doria Álvarez, E. M., & Garcés Gastelbondo, K. C. (2023). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa productora en prendas de vestir ecológicas en el Departamento del Atlántico* .

Espinoza Mina, M. A., & Espinoza Gallegos, M. D. (2021). *LAS FUERZAS DE PORTER: ESTRATEGIAS LUEGO DE SU APLICACIÓN*.

Fernández Torres, A. (2013). *El análisis del entorno: un enfoque de planeación*. Universidad Veracruzana.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Forero Villarraga, A. (2023). *Obtención de fibra textil a partir del reciclado del plástico (PET)*.

<https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/8731421>

García López, M. J. (2015). La Cuenta del Triple Resultado o Triple Bottom Line. *Revista de Contabilidad y Dirección*, 20, 65–77.

Herrera Reséndiz, J. R., & Estrada Monje, A. (2012). DEPOLIMERIZACIÓN DE BOTELLAS DE POLI(TEREFTALATO DE ETILENO) (PET) POST – CONSUMO MEDIANTE GLICÓLISIS. I. EFECTO DEL CATALIZADOR Y DEL TIPO DE GLICOL. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 13(3), 117–129.

Inexmoda. (n.d.). *COLORANTES REACTIVOS CLQ - JAKAZOL Y JAKOFIX DE JAY CHEMICAL*.

Inexmoda. (2024). *Observatorio Inexmoda Enero 2024 - INEXMODA*.
<https://inexmoda.org.co/observatorio-inexmoda-enero-2024/>

Inexmoda. (2020, enero 23). Colombiatex 2020: evidenció a la Sostenibilidad como un pilar de crecimiento de los negocios del futuro. INEXMODA.
<https://inexmoda.org.co/colombiatex-2020-evidencio-a-la-sostenibilidad-como-un-pilar-de-crecimiento-de-los-negocios-del-futuro/>

Informes Sectorial: Textil y Confecciones. (2023).

la República. (n.d.-a). *Desigualdad en Colombia: derrumbando mitos parte II*. Retrieved September 18, 2024, from

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

<https://www.larepublica.co/analisis/anif-3478852/desigualdad-en-colombia-derrumbando-mitos-parte-ii-3740226>

la República. (n.d.-b). *El Banco Mundial redujo la proyección de crecimiento de Colombia y América Latina*. Retrieved September 18, 2024, from <https://www.larepublica.co/globoeconomia/el-banco-mundial-redujo-la-proyeccion-de-crecimiento-de-colombia-y-america-latina-3838011>

Loganayagan, Keerthana, Abishek, & Vetrivel, A. (2021). Study on plastic pet bottles characteristics to develop eco- friendly plastic paver blocks. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1059(1), 012042. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1059/1/012042>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2019). *Estrategia Nacional de Economía Circular: Cierre de ciclos de materiales*.

Ministerio de Relaciones Exteriores. (n.d.). *Normograma LEY 2232 de 2022 Congreso Nacional*. Retrieved September 18, 2024, from https://www.cancilleria.gov.co/sites/default/files/Normograma/docs/ley_2232_2022.htm

Muther, R. (1981). *Systematic Layout Planning* (2nd ed.). Management & Industrial Research Publications.

Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2014). *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo* (13a ed.). McGraw-Hill Education.

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

Perez Martinez, N. Y. (2022). *Estudio de factibilidad para la creación de una empresa transformadora de plástico a fibra textil en Boyacá*. Universidad Antonio Nariño. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/7604>

Ramos Soberanis, A. N. (2004). *METODOLOGÍAS MATRICIALES DE EVALUACIÓN AMBIENTAL PARA PAISES EN DESARROLLO: MATRIZ DE LEOPOLD Y MÉTODO MEL-ENEL*.

Reciclaje de plásticos PET con innovadora tecnología de depolimerización. (n.d.). Retrieved September 18, 2024, from <https://www.plastico.com/es/noticias/reciclaje-de-plasticos-pet-con-innovadora-tecnologia-de-depolimerizacion>

Riquelme Leiva, M. (2015). *Las 5 Fuerzas de Porter – Clave para el Éxito de la Empresa*. Santiago, Chile. <https://www.5fuerzasdeporter.com/>

Serna Gómez, H., & Díaz Peláez, A. (2015). *Diagnóstico Estratégico*.

Torres Arriaga, M. G. (2019a). Análisis Pestel. In *Universidad de Guadalajara*.

Torres Arriaga, M. G. (2019b). *Modelo de las cinco fuerzas de Porter*.

Vanguardia. (n.d.). *La Misión Recicla aprovecha 2.500 kilos de residuos al día en Bucaramanga*. Retrieved September 18, 2024, from

PRODUCCIÓN DE TELAS A PARTIR DE BOTELLAS PET

<https://www.vanguardia.com/area-metropolitana/bucaramanga/2020/10/14/la-mision-recicla-aprovecha-2500-kilos-de-residuos-al-dia-en-bucaramanga/>

Vesti La Natura. (n.d.). *Fibras Textiles Ecológicas*. Retrieved September 18, 2024, from <https://www.vestilanatura.it/es/fibras-textiles/>