

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO PARA LA REDUCCIÓN DE
IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA INDUSTRIA PANELERA. CASO
DE ESTUDIO “TRAPICHE EL PANELERO S.A.S.” SAN JOSÉ DE PARE-BOYACÁ,
COLOMBIA.**

SANDRA NATALIA PAREDES MONROY



**UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, TUNJA
DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
INGENIERIA AMBIENTAL
2024**

**FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MANEJO PARA LA REDUCCIÓN DE
IMPACTOS AMBIENTALES GENERADOS EN LA INDUSTRIA PANELERA. CASO
DE ESTUDIO “TRAPICHE EL PANELERO S.A.S.” SAN JOSÉ DE PARE-BOYACÁ,
COLOMBIA.**

SANDRA NATALIA PAREDES MONROY

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERA AMBIENTAL

DIRECTOR

YUDDY ALEJANDRA CASTRO ORTEGÓN

PhD. DESARROLLO SOSTENIBLE

CO- DIRECTOR

EDINSON FABIÁN MONROY ÁVILA

SC. EN TECNOLOGÍAS PARA EL MANEJO DE AGUAS Y RESIDUOS

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS, TUNJA

DIVISIÓN DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA

INGENIERIA AMBIENTAL

2024

AGRADECIMIENTOS

Ad portas de alcanzar un hermoso sueño, surgen en mi mente y corazón inmensos sentimientos de gratitud y respeto, estoy convencida que todo ha sido posible gracias a la bendición y guía divina,

En primer lugar, a mis padres Sandra y Humberto por su inmenso amor y apoyo incondicional, a mi hermana Sara Sofía; por enseñarme a soñar y el gran valor de la perseverancia.

A mi tío Luis Monroy, por su dirección en el proceso de investigación y mostrarme siempre con una sonrisa, todo aquello que puedo lograr.

Agradezco profundamente a mis directores de tesis: PhD. Yuddy Alejandra Castro y el CS. Edinson Fabian Monroy Ávila, por sus valiosas orientaciones y gran compromiso; fundamentales para la realización del presente trabajo.

Finalmente, a la Empresa “Trapiche El Panelero SAS”, por permitirme conocer su proceso y brindarme la información necesaria a fin de llevar a cabo mi investigación

Sandra Natalia Paredes Monroy.

Contenido

Introducción	15
1. Objetivos	19
1.1. Objetivo General	19
1.2. Objetivos Específicos	19
2. Antecedentes	20
3. Marco Teórico.....	27
3.1. Industria Panelera.....	27
3.2. Aspecto Ambiental.....	27
3.3. Factor Ambiental.....	27
3.4. Impacto Ambiental	28
3.5. Estudio de Impacto Ambiental.....	28
3.6. Metodología Flujo de Materiales	28
3.7. Plan de Manejo.....	28
3.8. Diagrama de Redes.....	29
3.9. Metodología Conesa.....	29
4. Metodología	30
4.1. Fase 1: Diagnóstico del Proceso Productivo	30
4.1.1. Revisión General	30
4.2. Fase 2: Evaluación de Impacto Ambiental.....	31
4.3. Fase 3: Plan de Manejo para la Reducción de Impactos Ambientales.....	32

5. Análisis y Discusión de Resultados	35
5.1. Fase 1: Diagnóstico del Proceso Productivo	35
5.1.1. Revisión General	35
5.1.2. Identificación de Impactos.....	44
5.1.2.1. Ambientales.....	44
5.1.2.2. Económicos.	48
5.1.2.3. Sociales.....	49
5.2. Fase 2: Evaluación de Impacto Ambiental.....	50
5.2.1. Matriz de Factibilidad de Inclusión.....	50
5.2.2. Matriz de Impacto Ambiental	51
5.3. Fase 3: Plan de Manejo para a Reducción de Impactos Ambientales	59
5.3.1. Programa Aspecto Ambiental	59
5.3.2. Programa Aspecto Económico	63
5.3.3 Programa Aspecto Social	65
6. Cronograma.....	67
7. Presupuesto	70
8. Programas de Seguimiento y Monitoreo.....	71
8.1. Aspecto Ambiental.....	71
8.2. Aspecto Económico.....	74
8.3. Aspecto Social.....	75
9. Impacto Social y Humanístico del Proyecto	76
10. Conclusiones	78

11. Recomendaciones	80
12. Referencias Bibliográficas	82
13. Anexos	85

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. <i>Entradas y Salidas del Sistema</i>	45
Tabla 2. <i>Factores, Aspectos e Impactos Ambientales del Proceso Productivo</i>	47
Tabla 3. <i>Calificación del Impacto</i>	52
Tabla 4. <i>Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales</i>	53
Tabla 5. <i>Matriz de Evaluación de Impactos Económicos</i>	55
Tabla 6. <i>Matriz de evaluación de Impactos Sociales</i>	57
Tabla 7. <i>Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Aire</i>	59
Tabla 8. <i>Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Suelo</i>	60
Tabla 9. <i>Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Hídrico</i>	62
Tabla 10 <i>Programa de Fortalecimiento Económico Empresarial</i>	63
Tabla 11. <i>Programa Integral de Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social</i>	65
Tabla 12. <i>Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Aire</i>	71
Tabla 13. <i>Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Suelo</i>	72
Tabla 14. <i>Programa de Monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Hídrico</i>	73
Tabla 15. <i>Programa de monitoreo para el Fortalecimiento Económico Empresarial</i>	74
Tabla 16 <i>Programa de Monitoreo Integral de Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social</i>	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. <i>Flujograma PRISMA</i>	21
Figura 2. <i>Diagrama Metodológico</i>	34
Figura 3. <i>Localización Trapiche El Panelero S.A.S.</i>	35
Figura 4. <i>Diagrama Metodología Flujo de Materiales</i>	46
Figura 5. <i>Diagrama de Redes Impactos Económicos</i>	48
Figura 6. <i>Diagrama de Redes Impactos Sociales</i>	49
Figura 7. <i>Cuantificación de Atributos</i>	50
Figura 8. <i>Cuantificación de Impactos Ambientales</i>	54
Figura 9. <i>Cuantificación de Impactos Económicos</i>	56
Figura 10. <i>Cuantificación de Impactos Sociales</i>	58

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. <i>Recepción y almacenamiento de la materia prima.</i>	36
Ilustración 2. <i>Procesamiento de la materia prima en el molino.</i>	36
Ilustración 3. <i>Área de Pre-limpieza.</i>	37
Ilustración 4. <i>Primer fondo, proceso de clarificación.</i>	38
Ilustración 5. <i>Balso.</i>	38
Ilustración 6. <i>Segundo fondo, adición de cal.</i>	39
Ilustración 7. <i>Tercer fondo.</i>	40
Ilustración 8. <i>Fondos de punteo.</i>	40
Ilustración 9. <i>Paso al área de moldeo.</i>	41
Ilustración 10. <i>Área de moldeo y pulverización.</i>	42
Ilustración 11. <i>Molino martillo.</i>	42
Ilustración 12. <i>Empaque y almacenamiento de panela en polvo.</i>	43
Ilustración 13. <i>Empaque y almacenamiento de panela en bloque.</i>	43

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Fichas Bibliográficas</i>	85
Anexo 2. <i>Plantilla Resumen Analítico Especializado RAE</i>	86

RESUMEN

La panela, un alimento derivado de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), se destaca por su singularidad en cuanto a su consumo inmediato tras su elaboración, lo que la convierte en un producto con una característica distintiva notable. De esta manera, este producto agroindustrial presenta una alta demanda integrada en el consumo nacional. Según el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, nuestro país se posiciona en el segundo lugar en la producción de panela, con condiciones agroecológicas favorables; evidenciada en la alta producción de la materia prima (Caña de azúcar) en el territorio nacional.

Sin embargo, la producción de panela genera varios impactos negativos debido a la inadecuada disposición de residuos, la falta de buenas prácticas de producción y los vertimientos de aguas residual, entre otros. El objetivo general del proyecto se enfoca en la formulación de un Plan de Manejo para la Reducción de Impactos Ambientales, generados en la industria panelera. Caso de estudio “Trapiche El Panelero SAS” San José de Pare-Boyacá, Colombia.

Dentro de este orden de ideas, el estudio se desarrolla con una metodología mixta en tres fases: Diagnóstico del proceso productivo, Evaluación de Impacto Ambiental y elaboración del respectivo Plan de manejo para la Reducción de Impactos Ambientales. Cabe destacar que al realizar el análisis en los tres componentes: ambiental, económico y social, no solo se está generando una disminución en la huella ambiental del trapiche sino a su vez se está garantizando la sostenibilidad económica y social de la comunidad. Por esta razón, se fomenta un uso responsable de los recursos naturales. Obteniendo así el Plan de Manejo Ambiental, destinado a

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

mejorar la efectividad, la calidad y la sostenibilidad del proceso, lo que asegurará un incremento en la productividad y una mejor competitividad en el ámbito comercial.

Palabras Clave: Externalidades, Impactos ambientales, Panela, Plan de Manejo, Proceso Reducción

ABSTRACT

Panela, a food derived from sugar cane (*Saccharum officinarum*), stands out for its uniqueness in terms of its immediate consumption after processing, which makes it a product with a notable distinctive characteristic. In this way, this agro-industrial product presents a high demand integrated into national consumption. According to the Ministry of Agriculture and Rural Development, our country is positioned in second place in the production of panela, with favorable agroecological conditions; evidenced in the high production of the raw material (sugar cane) in the national territory.

However, the production of panela generates several negative impacts due to inadequate waste disposal, lack of good production practices, and wastewater discharges, among others. The general objective of the project focuses on the formulation of a Management Plan for the Reduction of Environmental Impacts, generated in the panela industry. Case study "Trapiche El Panelero SAS" San José de Pare-Boyacá, Colombia.

Within this order of ideas, the study is developed with a mixed methodology in three phases: Diagnosis of the production process, Environmental Impact Assessment and preparation of the respective Management Plan for the Reduction of Environmental Impacts. It should be noted that by carrying out the analysis in the three components: environmental, economic and social, not only is a decrease in the environmental footprint of the sugar mill being generated but at the same time the economic and social sustainability of the community is being guaranteed. For this reason, a responsible use of natural resources is encouraged. Thus obtaining the Environmental Management Plan, aimed at improving the effectiveness, quality and sustainability of the process, which will ensure an increase in productivity and better competitiveness in the commercial field.

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

Keywords: Externalities, Environmental Impacts, Panela, Management Plan, Process, Reduction.

Introducción

En un mundo en constante evolución, donde la sostenibilidad ha adquirido gran relevancia, la industria panelera se enfrenta al desafío de reducir su huella ambiental mientras asegura su viabilidad técnica, económica y financiera. Este equilibrio es crucial para fortalecer su permanencia en el mercado nacional e internacional, asegurando altos estándares de calidad. Este reto implica la implementación de estrategias efectivas que posibilite a los productores, no solo cumplir con la normativa vigente, sino a su vez contribuir en la preservación y protección de los recursos naturales y al bienestar de las comunidades locales (Moral, 2020).

En este contexto, es fundamental destacar la panela, derivada de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), por su singularidad en cuanto a su uso inmediato tras su fabricación; lo que le confiere una cualidad única y distintiva (Castañeda, 2017). Este bien agroindustrial de alto valor nutritivo, extraído de la caña de azúcar, presenta una alta demanda integrada en el consumo nacional. De acuerdo con el (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2017), nuestro país se posiciona en el segundo lugar en la producción de panela a nivel mundial, contando con condiciones ambientales y agroecológicas óptimas para su elaboración. Este aspecto se evidencia en la alta producción de la materia prima (caña de azúcar), cultivada a lo largo del territorio nacional.

Según lo planteado, la industria panelera, se constituye como un renglón importante en la economía de nuestro país, destacándose por su considerable contribución a la generación de fuentes de empleo en las zonas rurales, particularmente entre las familias

campesinas. Esta agroindustria desempeña un papel crucial como estrategia de diversificación de las economías rurales, permitiendo a los agricultores acceder a ingresos adicionales y, consecuentemente, mejorar su calidad y nivel de vida (FAO, 2004).

Sin embargo, la industria panelera se ha identificado como una fuente significativa de contaminación ambiental por la falta de regulación, control e introducción de buenas prácticas agrícolas. Esta situación ha conducido a una disminución en la calidad del agua y a la degradación del suelo, generando impactos negativos a nivel ambiental, económico y social (Vélez, 2021). Además, la ausencia de evaluaciones de impacto ambiental y de medidas de manejo adecuadas han exacerbado los efectos perjudiciales resultantes de las actuales prácticas productivas.

De igual forma, la producción panelera genera otra serie de impactos ambientales significativos que deben ser abordados de manera técnica y sistemática. Durante el proceso de transporte, se determinan afectaciones a la calidad del aire, lo que puede tener consecuencias negativas para la salud humana y el medio ambiente. Asimismo, la descarga de aguas residuales impacta negativamente en la calidad del agua superficial y subterránea, comprometiendo la disponibilidad y la salud de los ecosistemas acuáticos. Además, esta agroindustria conlleva un alto consumo de recursos naturales como agua y energía, lo que genera un impacto directo en su disponibilidad. Por otro lado, la generación de residuos sólidos y líquidos, que en muchas ocasiones no son gestionados adecuadamente, también impactan negativamente al medio ambiente y la salud pública (Salazar, 2023).

Por consiguiente, resulta de vital importancia abordar de manera integral los desafíos ambientales asociados con la producción de panela, para la unidad de análisis, la empresa

“Trapiche el panelero S.A.S”. La formulación de un plan de manejo se presenta como una estrategia clave para minimizar los impactos negativos y promover prácticas sostenibles en el sector panelero. Igualmente, al implementar estrategias orientadas a optimizar el uso de los recursos naturales, reducir la contaminación y fortalecer la responsabilidad ambiental se espera no solo elevar la calidad del entorno social sino también potenciar la sostenibilidad y competitividad de la empresa a largo plazo (Montenegro, 2015).

En este contexto, el proyecto se centra en responder a la necesidad de desarrollar un plan de manejo para la reducción de impactos ambientales en el “Trapiche el panelero S.A.S”. Este enfoque busca contrarrestar técnicamente los impactos negativos generados a lo largo de los años. Con el objetivo de proteger el entorno y las comunidades locales, el estudio pretende impulsar un cambio hacia prácticas sostenibles, promoviendo la conservación del medio ambiente y el bienestar de las poblaciones cercanas. Este Plan de Manejo Ambiental se diseña considerando una evaluación integral de los impactos de la producción panelera, para implementar estrategias efectivas que aseguren su sostenibilidad.

El proceso de investigación se estructura en tres fases claramente definidas, con el propósito de dar cumplimiento a los objetivos planteados. En la primera fase se realiza un *diagnóstico* detallado del proceso productivo mediante visitas en campo y el reconocimiento empresarial; determinando así los factores, aspectos e impactos ambientales de gran relevancia. En la segunda fase, se lleva a cabo la *evaluación de impacto ambiental*, utilizando una combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas. Este enfoque integral permite identificar aspectos ambientales, impactos y externalidades asociados con la producción panelera. Finalmente, en la tercera fase, se formula el *Plan de manejo para la reducción de*

impactos ambientales. Este plan incluye programas detallados con sus respectivo seguimiento y monitoreo, asegurando la implementación efectiva de las diferentes estrategias propuestas y la evaluación continua de su efectividad.

Finalmente, el presente proyecto realiza un recorrido por los fundamentos teóricos que permite la conceptualización y los antecedentes necesarios a fin de formular de manera efectiva de un Plan de Manejo Ambiental, Asimismo, se presenta una metodología detallada, y estructurada en fases claramente definidas. Además, se analiza el Impacto social y Humanístico del proyecto, un aspecto fundamental que nos caracteriza nuestra formación como estudiantes Tomasinos. Este enfoque integral, se complementa con las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio, las cuales buscan contribuir significativamente al desarrollo sostenible y responsable de la industria panelera.

1. Objetivos

1.1. Objetivo General

Formular un plan de manejo para la reducción de impactos ambientales generados en la industria panelera. Caso de estudio “Trapiche El Panelero SAS” San José de Pare-Boyacá, Colombia.

1.2. Objetivos Específicos

1. Diagnosticar el proceso productivo en la industria panelera, caso de estudio “Trapiche El Panelero SAS” San José de Pare-Boyacá, Colombia.
2. Desarrollar la evaluación del impacto ambiental para la identificación de aspectos, impactos y externalidades.
3. Proponer un plan de manejo a fin de incrementar la efectividad, calidad y sostenibilidad del proceso, garantizando así un aumento en la productividad y una mayor competitividad en el mercado.

2. Antecedentes

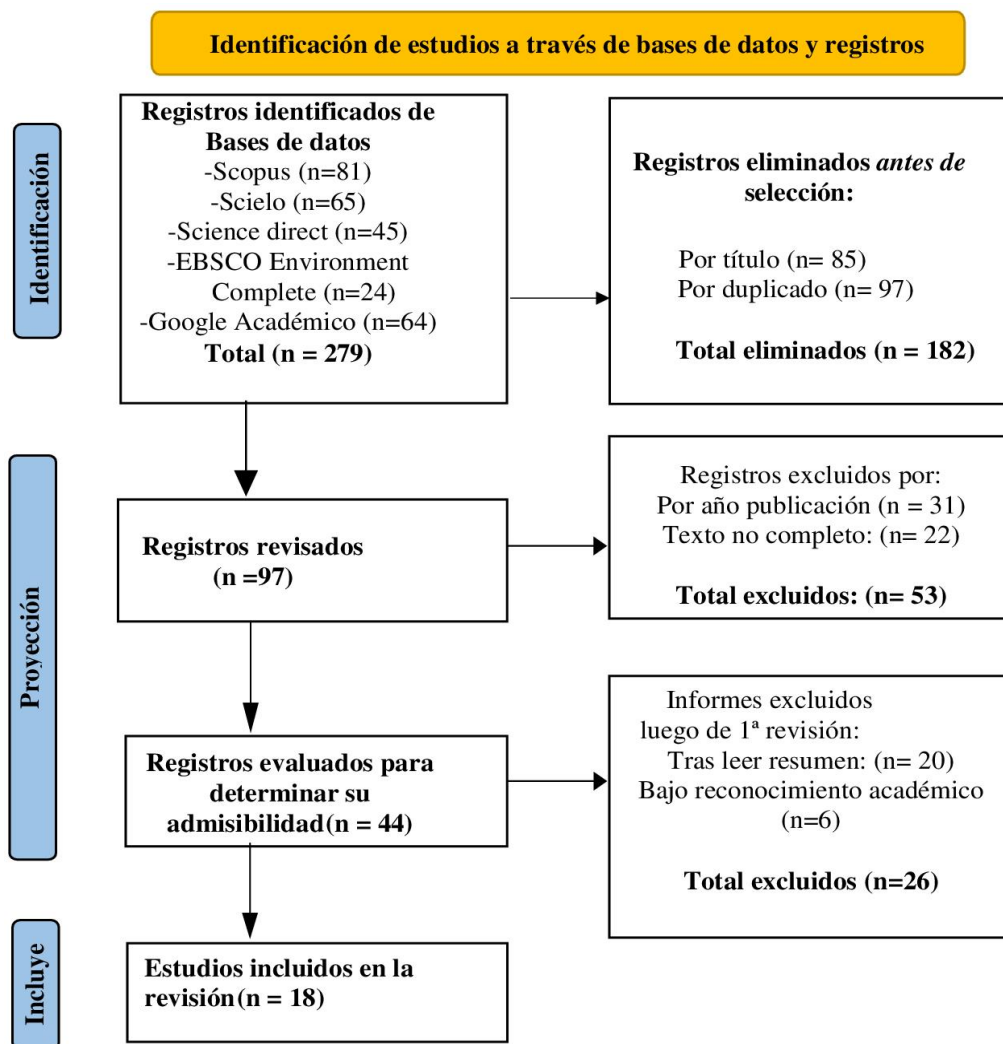
El presente proyecto de investigación implementó para la búsqueda y selección de los antecedentes la metodología PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses), en español Elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis. Concretamente, el objetivo de la metodología PRISMA se centra en la revisión sistemática de la literatura del tema objeto de estudio, que implica una búsqueda exhaustiva de la información relevante, la evaluación de la calidad de los estudios y la correspondiente síntesis de los resultados (McKenziea, 2021).

Para este proceso, la estrategia incluyó las siguientes ecuaciones de búsqueda, utilizando operadores booleanos (and y or) a fin de ampliar, limitar o definir dicho proceso: “Producción panelera and impactos ambientales” “Impactos ambientales and contaminantes del suelo”, “Impactos ambientales and contaminantes del agua”, “Impactos ambientales and contaminantes del aire”, “Environmental impacts of water or air”.

Con relación a la inclusión y exclusión de estudios, se realizó una cuidadosa evaluación, teniendo en cuenta un rango de temporalidad de la publicación no mayor a siete años, estudios publicados en revistas académicas. Adicionalmente se tiene en cuenta publicaciones escritas en inglés y español y texto completo disponible.

La síntesis de los resultados se muestra a continuación:

Figura 1. Flujograma PRISMA



Fuente. Elaboración propia

Para tal fin se consideraron los siguientes componentes:

Análisis de fuentes primarias como libros, revistas indexadas, artículos científicos, monografías, tesis y trabajo de grado del repositorio institucional, además fuentes

secundarias como resúmenes, bases de datos confiables y especializados; combinando técnicas comparativas y de síntesis

Es importante anotar que la revisión y extracción de algunos artículos pertenecen a las revistas: Scopus, Science Direct, Scielo, EBSCO Environment y libros específicos; durante la exhaustiva búsqueda se determinaron criterios específicos que facilitaron la identificación de los artículos que harían parte del proceso de investigación complementando la temática abordada. Se toma como fuente significativa de gran relevancia las bases de datos de la Universidad Santo Tomas, CRAI – USTA Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Atendiendo a las anteriores consideraciones se establece la extracción de Información pertinente en cuatro líneas principales: Plan de Manejo ambiental para la reducción de Impactos ambientales, estudios de impacto ambiental en el sistema productivo de panela, evaluación de impactos ambiental y el estudio de caso Trapiche El Panelero SAS y sostenibilidad.

La producción de panela es una actividad tradicional en diferentes regiones de Colombia, sin embargo, su impacto ambiental ha sido significativo debido al sistema de producción que implementan las empresas. Según (López, 2019), la industria panelera presenta impactos ambientales significativos como la generación de grandes cantidades de residuos que afectan el suelo. En este mismo sentido, la evaporación y concentración de jugos durante todo el proceso de producción impacta negativamente el medio ambiente y de manera importante el aire y la salud de los operarios. En general, la industria panelera trae consigo, afectaciones al medio produciendo contaminación al suelo, agua y la salud de la población

campesina; lo que indica la necesidad de implementar procesos técnicos de planificación y gestión que conlleven a lograr un verdadero desarrollo sostenible.

En relación a la problemática expuesta, se han llevado a cabo importantes estudios técnicos; con el fin de evaluar el impacto ambiental en el proceso de producción de panela mediante el análisis de ciclo de vida. Se plantea entonces, como los actuales procesos de transformación y comercialización se están viendo afectados, debido a las producciones poco sostenibles y eficientes. El estudio se centra en analizar el impacto ambiental en la producción de panela. En función de lo planteado, se implementa el análisis del ciclo de vida a fin de identificar y dar solución al cada uno de los problemas ambientales detectados. Finalmente, se evidenció que los impactos ambientales negativos se dan en mayor proporción durante el ciclo productivo del cultivo de caña (Quezada, 2020).

Asimismo, un estudio realizado en la subcuenca Sancute busca evaluar los impactos socioambientales generados por la producción panelera con el fin de plantear estrategias de prevención, control y mitigación. Este estudio plantea soluciones enfocadas a la prevención, el control, la mitigación y la compensación de acuerdo con la magnitud del impacto. Cabe destacar, que la producción más limpia cumple un papel fundamental ya que contribuye con la implementación de buenas prácticas y el cambio tecnológico para el proceso productivo (Bernal, 2019).

Concretamente, Ecuador se destaca de manera importante en el cultivo de Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), la producción de panela y el jugo de caña son importantes líneas de exportación a Francia, Italia y España. Sin embargo, el sector productivo presenta algunos problemas tecnológicos que se relacionan directamente con la rentabilidad y la

sostenibilidad económica del mismo. Según el estudio realizado por (Gonzáles, 2021), los principales impactos ambientales generados por la producción de panela en este sector se ven reflejados en la contaminación de aguas superficiales y subterráneas. En consecuencia, este autor, implementa una matriz de severidad en la cual se describen los componentes ambientales más importantes y las interacciones con las actividades que generan los impactos.

Por otra parte, en el estudio titulado “Formulación de acciones de mejora aplicados al proceso de producción en la empresa panelero el fósil, basado en la aplicación de la norma ISO 9001:2015 e ISO 14000:2015, en el municipio Utica Cundinamarca” se generan acciones de mejoramiento en el proceso productivo, tomando como base la aplicación de la normativa; de esta manera se busca garantizar la oferta de un producto de calidad y un ambiente sostenible en el municipio colombiano. De tal forma, se planificaron, establecieron e implementaron acciones para el Mejoramiento, teniendo en cuenta el diagnóstico inicial. Demostrándose los beneficios de la implementación del plan (Romero D. F., 2019).

Así pues, la gestión ambiental de los procesos industriales pretende fomentar la efectividad en el uso de bienes naturales, como la energía y el recurso hídrico, siendo de gran relevancia en la conservación del planeta. A través de la aplicación de estrategias de conservación y uso racional de los recursos, se logra minimizar de manera significativa el impacto ambiental y optimizar los costos de producción (Salazar, 2023) .

De igual manera, la reducción en la producción de residuos y emisiones en las actividades industriales se plantea como una alternativa muy efectiva para la gestión ambiental. De modo que, estos objetivos se pueden lograr a través de la aplicación de

tecnologías sostenibles, la implementación de buenas prácticas conservacionistas de producción y adopción de sistemas apropiados de gestión de residuos (Paz, 2020).

En este marco, la gestión ambiental para los procesos productivos es fundamental para reducir los impactos negativos generados al ambiente; promoviendo la sostenibilidad de la industria. El estudio realizado en la Universidad Francisco de Paula Santander (Ocaña, norte de Santander), presenta un plan de manejo ambiental integrando los componentes: suelo, agua, aire, flora y fauna; allí se identifican los impactos, la actividad causante en el proceso productivo de la panela y se proponen medidas para reducir los impactos ambientales negativos generados (Acosta, 2016).

Con relación a la problemática expuesta, dentro de las medidas propuestas se destaca el plan de manejo residuos sólidos, la capacitación al personal en el manejo de agua potable, recomendaciones técnicas y económicas para el aprovechamiento de la ceniza de la hornilla, entre otras. Por último, se demuestra que al presentar una propuesta de un plan de gestión ambiental se obtienen beneficios como el aprovechamiento de los recursos naturales y socioeconómicos implicados en las actividades productivas (Salazar, 2023).

Dentro de este orden de ideas, la gestión ambiental en los procesos productivos es fundamental para mitigar y/o reducir los impactos ambientales negativos generados; buscando así la sostenibilidad de las empresas (MinAmbiente, 2018). Un estudio reciente realizado por (Montúfar, 2022) en Lima, Perú, destaca la importancia de implementar estrategias de gestión ambiental en la producción de panela, con el fin de reducir los impactos ambientales negativos generados en el suelo y el agua, así como para minimizar las emisiones de gases contaminantes. Este estudio plantea la adopción de tecnologías limpias y la

capacitación del personal en prácticas sostenibles como medidas clave para mejorar la eficiencia ambiental en la industria panelera.

Además, una investigación realizada en Guatemala resalta la necesidad de un enfoque integral en la gestión ambiental de la producción de panela, abordando no solo los impactos directos en el medio ambiente, sino también considerando aspectos socioeconómicos y culturales. Este estudio resalta la importancia de la participación comunitaria en la implementación de prácticas sostenibles y la promoción de la responsabilidad ambiental en toda la cadena de valor de la panela (Martínez, 2023).

De esta manera, se demuestra que los antecedentes expuestos son sólidos para formular un plan de manejo efectivo en la reducción de impactos ambientales en la industria panelera, específicamente en el estudio del "Trapiche El Panelero SAS" en San José de Pare, Boyacá, Colombia, ya que permiten comprender la complejidad de los problemas ambientales, como la contaminación del suelo, agua y aire, y la generación de residuos. Al diagnosticar el proceso productivo en el caso de estudio, se podrá identificar los aspectos críticos que requieren atención para mejorar la sostenibilidad y eficiencia ambiental.

Finalmente, es conveniente acotar, que la evaluación de impactos ambientales propuesta permite identificar de manera precisa los impactos, aspectos y externalidades ambientales asociadas con la producción de panela en "Trapiche El Panelero SAS". Esta información será fundamental para diseñar un plan de manejo efectivo que además de reducir los impactos, incremente la calidad, sostenibilidad y competitividad de la empresa en el mercado. En conjunto, estos antecedentes respaldan la importancia y la relevancia del

proyecto, proporcionando una base sólida para alcanzar con éxito el objetivo general y específico propuestos.

3. Marco Teórico

3.1. Industria Panelera

La industria panelera se define como un sector dedicado a la producción de panela, un producto derivado de la caña de azúcar. En Colombia, esta industria es de gran importancia socioeconómica en las áreas rurales andinas, ya que genera ingresos y empleo para alrededor de 350.000 empleados en cerca de 20.000 trapiches. Esta producción se está tecnificando gracias a la implementación de calderas a vapor, lo que permite producir panela de mejor calidad y de forma más ecológica (Rico, 2023). Cabe destacar, que según la (FAO, 2004) la panela constituye la economía básica de 236 municipios, en doce departamentos.

3.2. Aspecto Ambiental

Los aspectos ambientales se definen como los elementos de las actividades, productos y servicios de una organización que interactúa con el medio ambiente, que pueden merecer su potencial de impactar. Estos pueden ser críticos o no críticos, directos o indirectos (Pardo, 2020).

3.3. Factor Ambiental

Los factores ambientales se definen como cualquier componente abiótico o biótico, que influye en los organismos vivos y en el medio ambiente en general. A su vez, se define como los elementos del medio que interactúan directamente sobre el ser vivo, constituyendo la interrelación del ser con la vida en la tierra (Cipponeri, 2020).

3.4. Impacto Ambiental

Los impactos ambientales se definen como cambios directos o indirectos al medio ambiente causados por un proyecto, actividad humana o acto natural. Cabe destacar que dichos impactos pueden adoptar muchas formas, incluida la contaminación ambiental, el cambio del paisaje y la degradación de los recursos naturales. Sin embargo, los impactos pueden ser positivos o negativos, dependiendo de si contribuyen a el Mejoramiento o al deterioro de las condiciones ambientales originales (Vera, 2016).

3.5. Estudio de Impacto Ambiental

El estudio de impacto ambiental es una herramienta útil para predecir, identificar y evaluar el impacto ambiental que determinadas acciones antropogénicas pueden tener sobre la calidad de vida humana. Por consiguiente, siendo este un documento técnico de carácter interdisciplinario, el cual busca permitir a las autoridades de aplicación tomar decisiones sobre los beneficios ambientales y sociales de la creación de nuevos proyectos en un área geográfica específica, se pueden considerar medidas preventivas o modificaciones al impacto (Coria, 2008).

3.6. Metodología Flujo de Materiales

La metodología de flujo de materiales consiste en un inventario sistemático fundamentado en el principio de conservación de masas, cuyo objetivo es definir el sistema, considerando espacio y tiempo junto con los procesos y la cuantificación de entradas y salidas (López, 2017).

3.7. Plan de Manejo

El plan de manejo ambiental hace referencia a un conjunto minucioso de medidas enfocadas a identificar, prevenir, mitigar, compensar los impactos ambientales causados por el desarrollo de una obra, actividad o proyecto. Esto incluye seguimiento, monitoreo, respuesta a emergencias y planificación de demolición dependiendo del tipo de proyecto, obra o actividad (MinVivienda, 2021).

3.8. Diagrama de Redes

El diagrama de redes es una herramienta que permite realizar una visualización de las distintas interconexiones, identificando las relaciones causales. En el contexto de evaluaciones de impacto ambiental permiten analizar de manera integral las complejas interacciones entre los componentes ambientales, económicos y sociales, facilitando la identificación, evaluación y mitigación de los impactos (Garmendia, 2005).

3.9. Metodología Conesa

La Matriz propuesta por Vicente Conesa es una herramienta fundamental en la evaluación de impacto ambiental, debido a su diseño estructurado y flexible; fue fundamentada en el año 1.996. Esta matriz se estableció con el objetivo de identificar la importancia de los impactos ambientales a través de la relación en la causalidad y los efectos que se implican sobre los componentes ambientales, sociales y culturales. De esta manera, en la realización de un proyecto, siendo este un método analítico se le puede asignar la importancia, intensidad, extensión, momento, persistencia, reversibilidad, sinergia, efecto, periodicidad y recuperabilidad a cada impacto ambiental (Conesa, 1996)

4. Metodología

El proyecto se desarrolló mediante una metodología de enfoque mixto, en el cual se recopilaron, analizaron e interpretaron datos cuantitativos y cualitativos, y cuyo objetivo no es reemplazar la investigación cuantitativa o cualitativa, sino emplear las fortalezas de ambos tipos de investigación y combinarlos para reducir las debilidades y sesgos de la investigación (Hernandez & Fernández, 2014).

Por esta razón, y a fin de dar cumplimiento con el primer objetivo específico se utilizaron fichas bibliográficas, observación participante, entrevistas abiertas a los propietarios y trabajadores, además de un reconocimiento del proceso productivo del trapiche objeto de estudio. Adicionalmente, se utilizó una metodología cualitativa de Diagrama de Redes, determinando los impactos sociales y económicos.

Asimismo, para el segundo objetivo específico se utilizaron datos cuantitativos arrojados de la combinación de metodologías de impacto ambiental. Posteriormente se realiza una recopilación, interpretación y análisis de la información, a fin de formular la propuesta del Plan de Manejo, acorde al tercer objetivo específico.

Así, el proyecto se generará según las siguientes fases para cumplir con los objetivos planteados.

4.1. Fase 1: Diagnóstico del Proceso Productivo

4.1.1. Revisión General

Dentro de este marco de estudio, se realiza una revisión del estado del arte e identificación teórica sobre categorías y subcategorías del objeto de estudio; de la misma

forma, se elaboran Resúmenes Analíticos Especializados (RAEs) lo que permite determinar los aportes según diferentes autores y el registro completo de las referencias. En este sentido, se realiza una adecuada organización de la información y análisis descriptivo, así como su correspondiente interpretación.

Para tal fin se utilizaron variadas técnicas de recolección de información investigativa. En primer lugar, fichas bibliográficas, observación participante obteniendo una visión detallada y específica de las diferentes actividades y procesos. Y finalmente, se realizaron entrevistas abiertas a los propietarios y trabajadores del trapiche. Reconociendo información relevante del proceso productivo: cultivo, obtención y manejo de materia prima, condiciones agroecológicas, transporte y canales de comercialización y mercadeo.

4.1.2. Identificación de Impactos

Para realizar la identificación de impactos ambientales se hace necesario plantear la definición del sistema; creando un inventario completo y detallado de sus entradas y salidas, para lo cual se utilizó la metodología de flujo de materiales. Posteriormente, establece una relación de los factores, aspectos e impactos ambientales de la empresa “Trapiche El Panelero S.A.S”. Con respecto a los impactos económicos y sociales se implementó el diagrama de redes a fin de visualizar las diferentes interconexiones y dependencias en el proceso productivo y los actores implicados.

4.2. Fase 2: Evaluación de Impacto Ambiental

Para esta fase se realiza la combinación de metodologías cualitativas y cuantitativas con el fin de lograr una evaluación integral y precisa de los impactos, aplicando inicialmente una matriz de factibilidad de inclusión con el objeto de definir los atributos necesarios para

evaluar los impactos. Cabe destacar que dentro de la lista de atributos y al implementar la matriz titulada “Matriz de factibilidad de inclusión” se determinan los atributos pertinentes para el estudio, teniendo en cuenta los siguientes criterios: Medible, Apto, Sostenible e Importante.

Así pues, el criterio “Medible” corresponde a que el atributo evaluado puede ser cuantificado o analizado de manera objetiva implementando medidas específicas. El criterio “Apto” se ajusta a que el atributo es adecuado, relevante y aplicable para el análisis del impacto ambiental. El criterio “Sostenible” hace referencia a que el atributo en su aplicación promueve la conservación de los recursos naturales y el equilibrio entre el desarrollo económico, social y ambiental. Por último, el criterio “Importante” corresponde a que el atributo posee un alto grado de relevancia o significancia en la evaluación. Por consiguiente, estos criterios permiten la toma de decisiones y una evaluación integral y precisa de impactos ambientales ya que con ellos se obtienen datos concretos y comparables.

Posteriormente se aplica la “Matriz de Impacto Ambiental” generada, que incluye: proceso, factor, aspecto e impacto, los atributos seleccionados con la matriz de factibilidad de inclusión, la importancia y finalmente la categoría del impacto. Para realizar la evaluación a cada impacto se designa un valor de 1, 2 y 4 según la magnitud del atributo.

4.3. Fase 3: Plan de Manejo para la Reducción de Impactos Ambientales

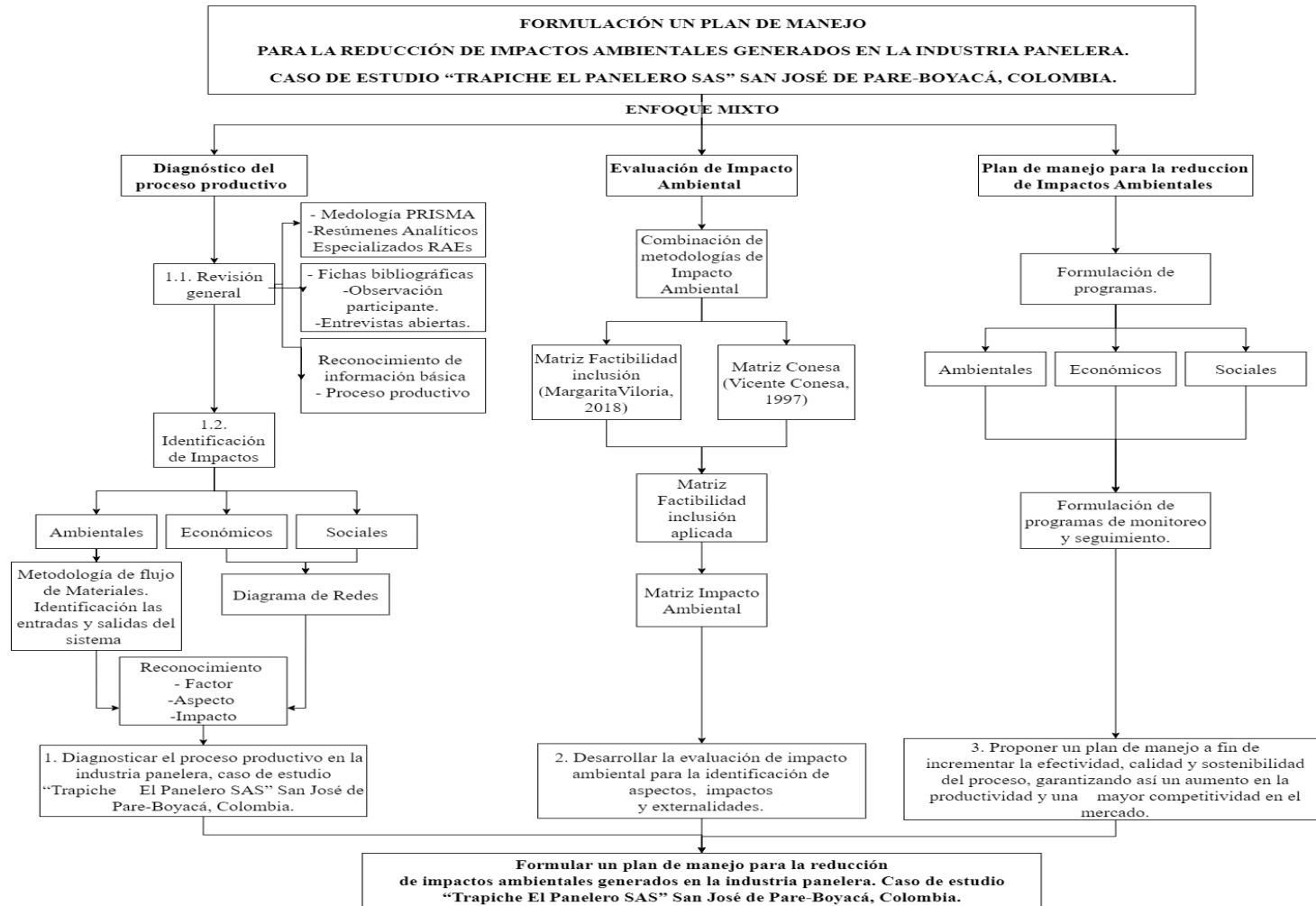
Para la tercera fase de la metodología se tiene en cuenta la información obtenida en la fase 1 y 2. De esta manera, identificando el contexto de la empresa, los procesos y los impactos, se generan programas ambientales, económicos y sociales de gran importancia. Dichos programas vinculan diferentes acciones a desarrollar, así como sus objetivos, metas,

cronograma y presupuesto entre otros. Posteriormente, se plantea de manera individual los respectivos programas de Seguimiento y monitoreo, buscando una mayor efectividad y estricto cumplimiento. Así pues, se estructura el Plan de Manejo para la Reducción de Impactos Ambientales para la empresa “Trapiche El Panelero S.A.S”.

Finalmente, lo anteriormente descrito se sintetiza en el siguiente diagrama metodológico

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

Figura 2. Diagrama Metodológico.



Fuente. Elaboración propia

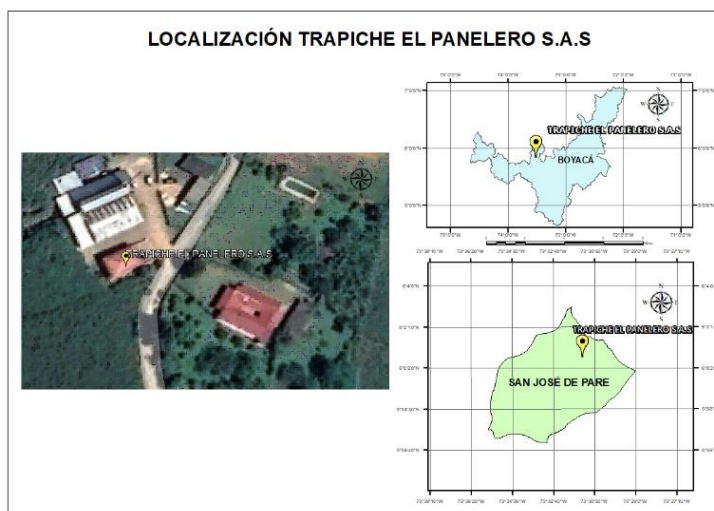
5. Análisis y Discusión de Resultados

5.1. Fase 1: Diagnóstico del Proceso Productivo

5.1.1. Revisión General

La empresa “TRAPICHE EL PANELERO S.A.S”, se encuentra localizada en inmediaciones de las veredas Resguardo y Balsa, municipio de San José de Pare (Boyacá). Esta empresa, de índole familiar y compuesta por dos socios, se ha destacado por su dedicación en la producción de panela de alta calidad. Cuenta con un equipo que ronda los 30 colaboradores. Esta empresa ha aportado al progreso económico de la región mientras preserva las antiguas tradiciones y técnicas en la fabricación de este representativo producto de la cultura colombiana. Su labor se refleja en su compromiso hacia el fortalecimiento de la comunidad local.

Figura 3. Localización Trapiche El Panelero S.A.S.



Fuente. Elaboración propia.

En lo que respecta al proceso de producción, este inicia con la recepción de la materia prima Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*), que se organiza en la zona habilitada para su procesamiento.

Ilustración 1. *Recepción y Almacenamiento de la Materia Prima.*



Fuente. Elaboración propia

Posteriormente, la materia prima se acondiciona para ser procesada por el molino, equipado con dos pasadores. De esta manera se lleva a cabo la extracción del jugo de la Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) mediante un sistema de compresión por rodillos Ilustración 2.

Ilustración 2 *Procesamiento de la Materia Prima en el Molino.*



Fuente. Elaboración propia

A continuación, el jugo se transporta al área de pre-limpieza para retener algunos de los residuos sólidos presentes en el mismo, utilizando un sistema de decantación Ilustración 3.

Ilustración 3. Área de Pre-limpieza.



Fuente. Elaboración propia.

Luego, el jugo decantado se transporta a través de una tubería hasta llegar al área de vapores. En este lugar, es tratada en el primer fondo donde comienza el proceso de clarificación al eliminar los sólidos en suspensión (cachazas). Es de vital importancia añadir en este fondo un aglutinante conocido como BALSÓ, que tiene como objetivo congregarse a sustancias o partículas indeseables presentes en el jugo de caña Ilustración 4.

Ilustración 4. Primer Fondo, Proceso de Clarificación.



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 5. Balso.



Fuente. Elaboración propia

Una vez completada la clarificación, se inicia el proceso de evaporación, en el cual se incrementa la concentración de los azúcares en los jugos. Este procedimiento se realiza en fondos dispuesto de forma lineal. La eliminación del agua presente en los jugos permite alcanzar la concentración necesaria para la consolidación y el moldeo de la panela, que se sitúa entre los 120 y 125° C para panela en bloque.

De este modo, se procede a un segundo fondo, donde se manejan altas temperaturas para lograr evaporar el agua contenida. Es importante señalar que en esta etapa del proceso se añade cal para regular la acidez de los jugos, prevenir la formación de azúcares reductores y facilitar la clarificación. Así pues, se incorporan entre a 200 y 250 gramos de cal por litro de agua para ajustar el pH entre 5,5 a 5,7 para la panela en bloque.

Ilustración 6. Segundo Fondo, Adición de cal.



Fuente. Elaboración propia

Acto seguido, se transfiere al tercer fondo donde se logra el llamado “punto” exacto a través del paleo manual, un proceso que se realiza en los fondos de punteo. En este punto las mieles alcanzan una concentración cercana a los 93° brix. Se añade un agente antiespumante y

antiadherente específicamente Aceite de híguerilla para homogenizar la miel. Este se coloca en una batea y mediante un batido intensivo, se enfría, adquiriendo así la textura ideal para el moldeo.

Ilustración 7. Tercer Fondo.



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 8. Fondos de Punteo.



Fuente. Elaboración propia

A continuación, se da el paso al área o cuarto de moldeo y pulverización como se muestra en la Ilustración 9. Después de batir la miel, se coloca en moldes o gaveras, donde se adquiere su forma definitiva en diferentes presentaciones hasta llegar a solidificarse. Es fundamental que el cuarto de moldeo esté totalmente cerrado y aislado, rodeado de mallas para evitar la entrada de

vectores como insectos que puedan comprometer la calidad del producto final. Esto contribuye a mejorar las condiciones higiénico-sanitarias de la panela (Ilustración 10).

Es importante destacar que para la producción de panela pulverizada se debe mantener un movimiento continuo hasta obtener granos gruesos, los cuales pasan por el proceso de “zarandeo”. Así, la panela tamizada se clasifica en dos categorías: las de grano fino (Panela pulverizada) y la de grano más grueso (Granulada).

Es así como, la panela de grano grueso pasa por el molino martillo para obtener granos finos, transformándose en panela pulverizada, como se observa en la Ilustración 11. Conviene señalar que, antes de ser empacado, el producto debe ser sometido a un proceso de enfriamiento que se da por convección natural, extendiendo el material sobre un mesón para permitir un buen desarrollo en esta etapa.

Ilustración 9. Paso al Área de Moldeo.



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 10. Área de Moldeo y Pulverización.



Fuente. Elaboración propia

Ilustración 11. Molino Martillo.



Fuente. Elaboración propia

Al momento de obtener la panela, ya sea en polvo o bloque esta es trasladada al área de empaque y almacenamiento. En el caso de la panela en polvo, esta es pesada y empacada en bultos

de 25 kg la cual se comercializa en esa presentación, no obstante, hay diferentes empresas que solicitan sea empacada en bolsas más pequeñas con su marca propia (Ilustración 12).

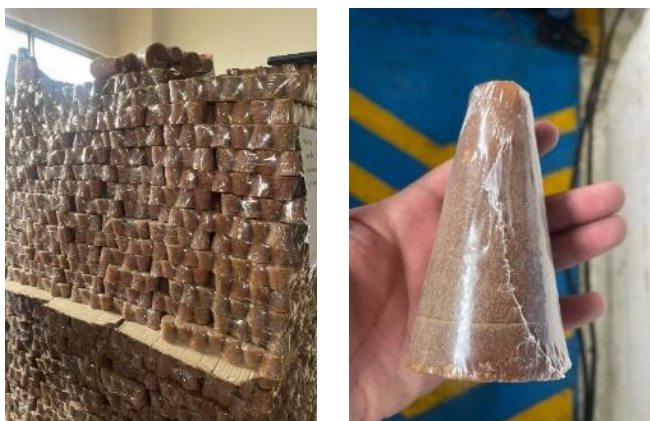
Ilustración 12. *Empaque y Almacenamiento de Panela en Polvo.*



Fuente. Elaboración propia

Por otra parte, la panela en bloque es empacada y ordenada dependiendo del tamaño del piloncillo. Asimismo, existen diversas empresas que solicitan sea empacada en cajas con su marca y logo propio. (Ilustración 13).

Ilustración 13. *Empaque y Almacenamiento de Panela en Bloque.*



Fuente. Elaboración propia

Una vez que el producto final está preparado, se coordina su transporte hacia el destino correspondiente. Se realiza la inspección del vehículo, asegurándose que cumpla los requisitos necesarios para el transporte de alimentos y se comprueba el estado en que se encuentra el producto. Es importante destacar que el producto final se exporta a países como España y Estados Unidos.

5.1.2 Identificación de Impactos.

5.1.2.1. Ambientales.

Teniendo en cuenta la metodología de flujo de materiales, se reconoce cada parte del proceso con sus respectivas entradas y salidas como se muestra a continuación. La primera fase del proceso productivo cuenta con la extracción de materia prima, corte, alce y transporte, la extracción de jugos y la pre limpieza. Posteriormente en el área de vapores se encuentra el proceso de clarificación, encalado, filtrado, punteo o batido y adición de antiespumante. Seguidamente en la fase de moldeo, se cuenta con el proceso de enfriamiento, empaque almacenamiento y transporte.

Finalmente, se recopilan las entradas y salidas por actividad como se muestra a continuación:

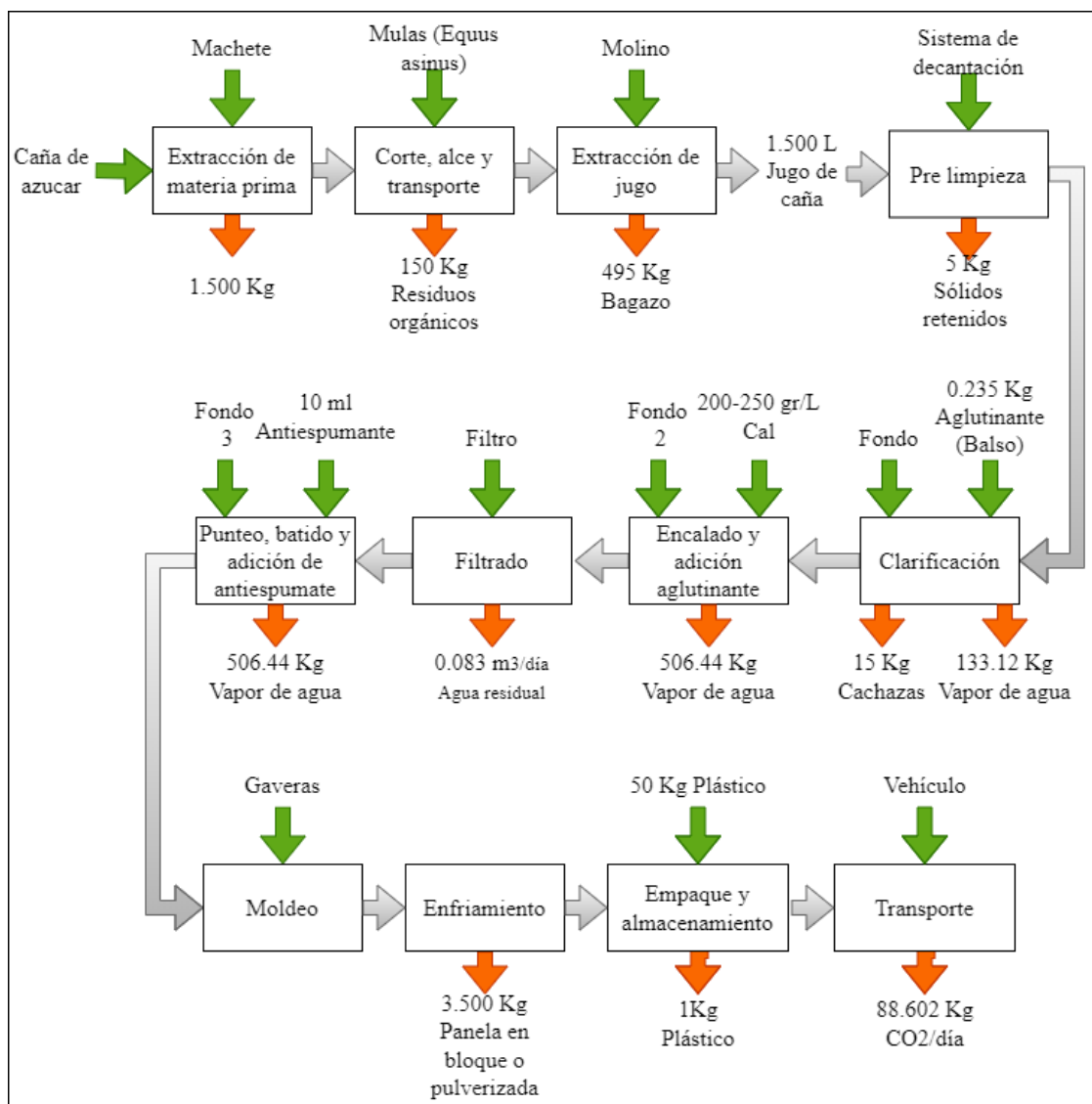
Tabla 1. Entradas y Salidas del Sistema

ENTRADAS	ACTIVIDAD	SALIDAS
1500 kg Caña de azúcar (Saccharum officinarum)	Extracción de materia prima Apronte (Corte, alce y transporte de MP)	150 kg Residuos orgánicos
Caña de azúcar (Saccharum officinarum)	Acondicionamiento de jugos (Extracción de jugos-Pre-limpieza)	1.500 L Jugo de Caña de azúcar (Saccharum officinarum) 495 kg Bagazo 5 kg sólidos retenidos
0.235 kg Aglutinante (Balso) 1.500 L Jugo Caña de azúcar (Saccharum officinarum)	Clarificación	15 kg Cachazas 133.12 Kg Vapor de agua
Jugo Caña de azúcar (Saccharum officinarum) clarificado 200-250 gr/l agua Cal	Encalado	506.44 Kg Vapor de agua
Jugo Caña de azúcar (Saccharum officinarum) encalado	Filtrado	0.083 m ³ /día Agua residual
Jugo Caña de azúcar (Saccharum officinarum) filtrado 10 ml Antiespumante (aceite de higuera)	Punteo, batido y adición de anti espumante	506.44 Kg Vapor de agua
Melado	Moldeo en gaveras Enfriamiento	3.500 kl Panela en Bloque o 3.500 kl Panela pulverizada
3.500 kl Panela 50 kl Plástico	Empaque y almacenamiento	1 kg Plástico sobrante
3.500 kl Panela	Transporte	88.602 kg Dióxido de Carbono/ día

Fuente. Elaboración propia

Debido a que la empresa no cuenta con el equipo especializado para monitorear algunas salidas del sistema como el vapor de agua y el agua residual, entre otros; para el estudio se efectuó una relación matemática con el artículo titulado “Evaluación del impacto ambiental en el proceso de elaboración de panela mediante el análisis de ciclo de vida” (Quezada, 2020).

Figura 4. Diagrama Metodología Flujo de Materiales.



Fuente. Elaboración propia

Una vez reconocido y evaluado el proceso de producción se realiza la identificación del factor, el aspecto y el impacto ambiental en cada una de las fases, los cuales se presentan a continuación:

Tabla 2. Factores, Aspectos e Impactos Ambientales del Proceso Productivo

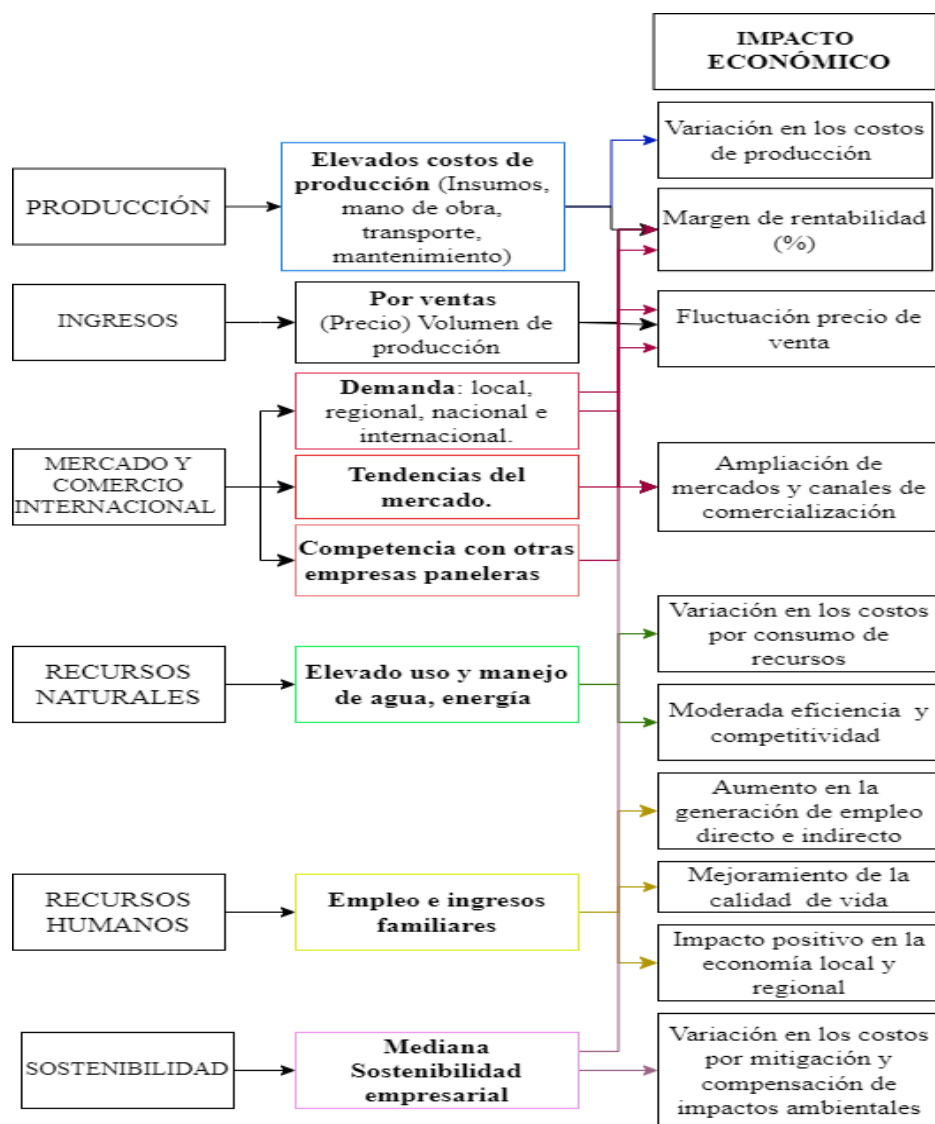
PROCESO	FACTOR AMBIENTAL	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL
Extracción de materia prima	Suelo	Elevada generación residuos de cosecha	Contaminación por la inadecuada disposición de los residuos
Apronte (Corte, alce y transporte de MP)	Suelo	Elevada generación residuos orgánicos	Contaminación por la inadecuada disposición de los residuos orgánicos.
Acondicionamiento de jugos (Extracción de jugos-Pre-limpieza)	Suelo Aire	Elevada generación de residuos orgánicos (Bagazo de caña), olores	Contaminación del suelo por la mala disposición de residuos.
Clarificación	Suelo Aire	Elevada generación de residuos orgánico (cachazas) Elevada generación de vapor de agua	Contaminación por la mala disposición de los residuos orgánicos (Cachazas)
Encalado	Aire	Elevada generación de vapor de agua	_____
Filtrado	Agua	Alta generación de aguas residuales	Contaminación del agua por vertimientos de aguas residuales
Punteo, batido y adición de anti espumante	Aire	Elevada generación de vapor de agua	_____
Empaque y almacenamiento	Suelo	Alta generación de residuos por plástico sobrante	Contaminación por plástico en el proceso de empaquetamiento
Transporte	Aire	Alta generación de Dióxido de Carbono	Contaminación del aire por emisiones de Dióxido de Carbono generadas por el transporte Emisión de PM 2.5

Fuente. Elaboración propia

5.1.2.2. Económicos.

Con el fin de identificar los impactos económicos para el caso objeto de estudio, se implementó la metodología de diagrama de redes. Dicha metodología fue seleccionada con el objeto de visualizar las distintas interconexiones, identificando las relaciones causales, junto con un análisis de impacto (Garmendia S. S., 2005); como se muestra a continuación.

Figura 5. Diagrama de Redes Impactos Económicos.

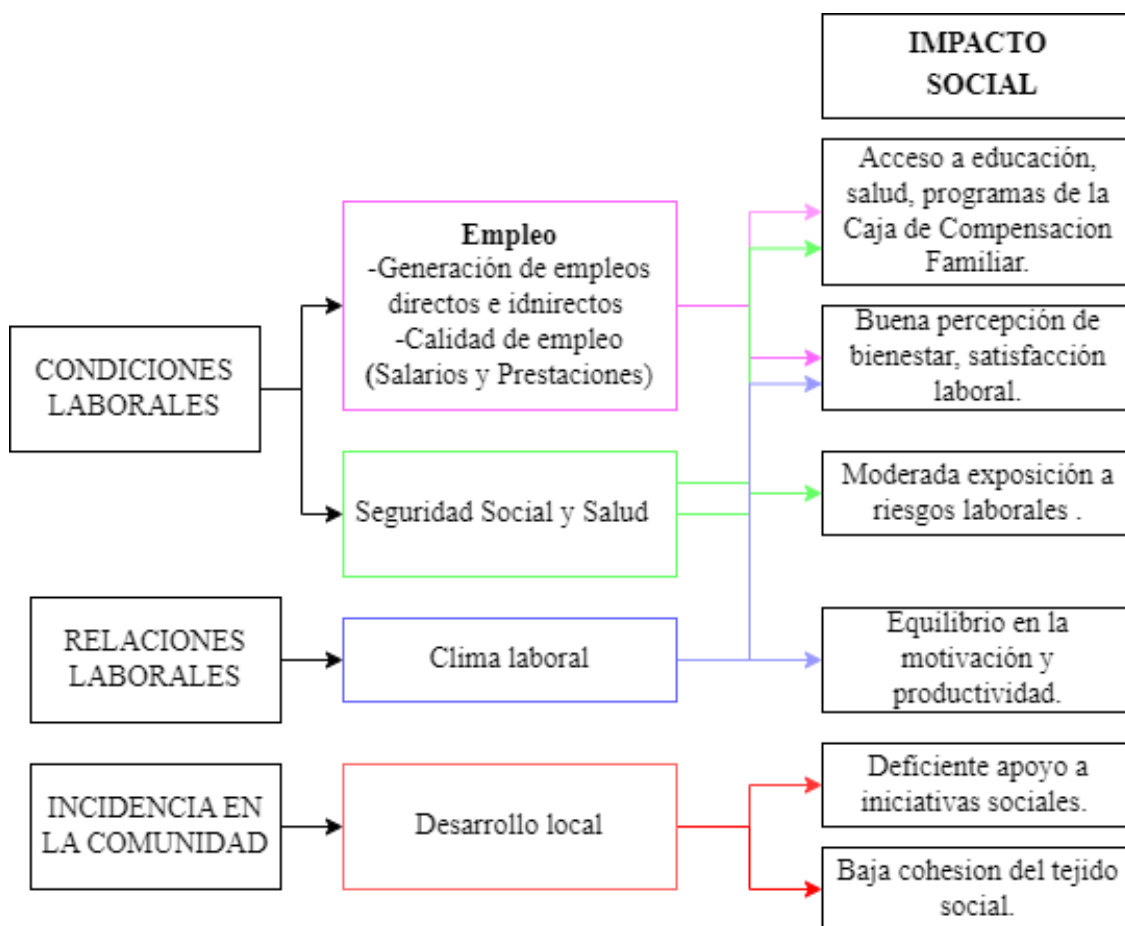


Fuente. Elaboración propia

5.1.2.3. Sociales.

Los impactos sociales fueron identificados, mediante la implementación de un diagrama de redes, determinando con claridad etapas del proceso productivo, interconexiones y actores. A continuación, se presenta diagrama explicativo.

Figura 6. Diagrama de Redes Impactos Sociales.



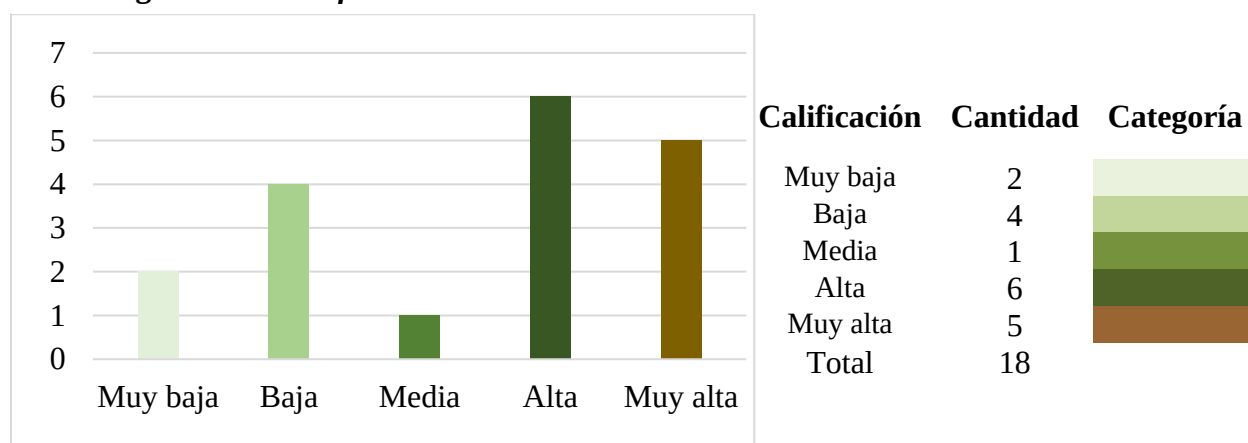
Fuente. Elaboración propia

5.2 Fase 2: Evaluación de Impacto Ambiental

5.2.1. Matriz de Factibilidad de Inclusión

Al aplicar la Matriz de factibilidad de inclusión se tuvieron en cuenta 18 atributos: intensidad (IN), extensión (EX), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RE), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PE), recuperabilidad (RE), externalidades (EXT), área de influencia (AI), naturaleza del impacto (NI), consumos (CON), complejidad (COM), continuidad (C) y mitigabilidad (M). Posteriormente, al generar la cuantificación de los atributos según el valor ponderado (Figura 7). Se seleccionaron 11 atributos pertenecientes a la clasificación de: media, alta y muy alta, según sus puntuaciones: intensidad (IN), momento (MO), persistencia (PE), reversibilidad (RE), sinergia (SI), acumulación (AC), efecto (EF), periodicidad (PE), recuperabilidad (RE), externalidades (EXT), área de influencia (AI) y mitigabilidad (M).

Figura 7. Cuantificación de Atributos.



Fuente. Elaboración propia

5.2.2. Matriz de Impacto Ambiental

La evaluación de los impactos identificados se realiza teniendo en cuenta los atributos establecidos según la “Matriz de Factibilidad de Inclusión” y se asigna la puntuación correspondiente según la definición individual; la cual se presenta a continuación:

Intensidad (I): Se expresa como el grado de incidencia de la acción ejercida en el proceso productivo sobre el factor, el cual se evalúa baja con un valor de 1, media 2 y alta 4.

Momento (MO): Relaciona el tiempo en el que tarda el impacto en generarse con la acción del proceso productivo. Por lo cual, si es un largo plazo se puntúa con 1, para mediano plazo 2, e inmediato 4.

Persistencia (PE): Corresponde al tiempo que previsiblemente permanecerá el impacto desde su aparición, el cual se puntúa de la siguiente forma: fugaz 1, temporal 2 y permanente 4.

Reversibilidad (RV): Se define como la posibilidad volver a sus condiciones iniciales, en este caso se puntúa con: 1 a corto plazo, 2 mediano plazo y 4 definitivamente irreversible.

Sinergia (SI): Representa la acción combinada de dos o más impactos ambientales que producen un efecto mayor, la cual se puntúa con: 1 sin sinergismo, 2 sinérgico y 4 muy sinérgico.

Acumulación (AC): Se define como la tendencia de impactos ambientales a incrementarse progresivamente con el tiempo o a permanecer durante cierto tiempo. Por lo cual, se puntúa con: 1 simple, 2 medio y 4 acumulativo.

Efecto (EF): Corresponde a las consecuencias que surgen como resultado de los procesos productivos. De esta manera, se puntúa: 1 Indirecto y 4 Directo.

Recuperabilidad (RC): Representa la posibilidad y/o capacidad de recuperación del factor ambiental afectado por el proceso productivo. El cual se puntúa: 1 recuperable inmediato, 2 recuperable y 4 mitigable.

Externalidades (EXT): Se define como los efectos secundarios o colaterales del proceso productivo, se puntúa: 1 baja, 2 media y 4 alta.

Área de influencia (ÁI): Hace referencia al espacio donde se manifiestan los impactos ambientales significativos, se puntúa: 1 indirecto y 4 directo.

Mitigabilidad (M): Corresponde a la posibilidad de reducir o eliminar los impactos negativos generados en el proceso, se puntúa: 1 alta, 2 media y 4 baja.

Finalmente se establece la “Matriz de Impacto Ambiental” para el presente estudio, la cual determina los diferentes factores, aspectos, impactos y se puntúan según los atributos pre establecidos determinando su grado de importancia y categoría específica. En este sentido se presenta la respectiva ponderación, calificación y categorización implementada.

Tabla 3. Calificación del Impacto

Valor I Ponderado	Calificación	Categoría
11	BAJO	
11 > < 22	MODERADO	
22 ≥ < 33	SEVERO	
33 ≥ ≤ 44	CRITICO	
-----	NULO	

Fuente. Elaboración propia.

A continuación, se presentan las diferentes matrices Ambiental, Social y Económica:

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

Tabla 4. Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales.

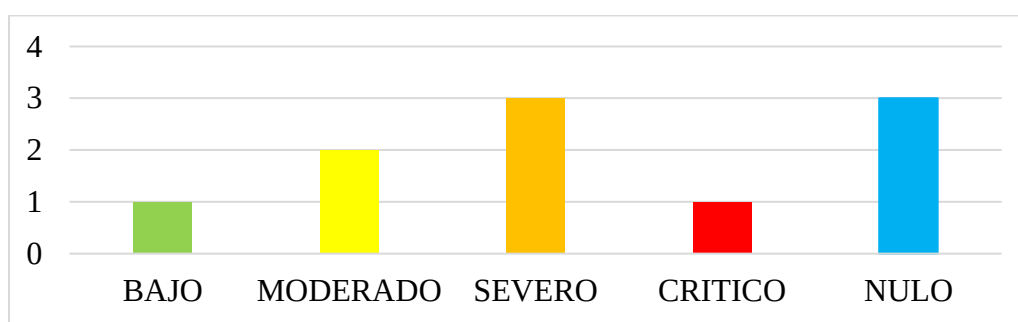
PROCESO	FACTOR AMBIENTAL	ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	I	MO	PE	RV	SI	AC	EF	REC	EXT	ÁI	M	IMPORTANCIA	CATEGORÍA
Extracción de materia prima	Suelo	Elevada generación residuos de cosecha	Contaminación por la mala disposición de los residuos	4	1	2	1	1	1	4	1	1	1	1	18	
Apronte (Corte, alce y transporte de MP)	Suelo	Elevada generación residuos orgánicos	Contaminación por la mala disposición de los residuos orgánicos Emisión de PM 2.5	4	2	2	2	2	1	4	2	2	1	1	23	
Acondicionamiento de jugos (Extracción de jugos-Pre-limpieza)	Suelo Aire	Elevada generación de residuos orgánicos (Bagazo de caña), olores	Contaminación del suelo por la mala disposición de residuos y de aire por olores	2	1	1	2	4	2	4	4	1	1	1	23	
		Elevada generación de residuos orgánico (cachazas)	Contaminación por la mala disposición de los residuos orgánicos (Cachazas)	4	1	1	1	1	1	4	1	1	1	1	17	
Clarificación	Aire Suelo	Elevada generación de vapores	_____													
Encalado	Aire	Elevada generación de vapores	_____													
Filtrado	Agua	Alta generación de aguas residuales	Contaminación del agua por vertimientos de aguas residuales	2	2	4	4	1	2	4	4	4	4	2	33	
Punteo, batido y adición de anti espumante	Aire	Elevada generación de vapores	_____													
Empaque y almacenamiento	Suelo	Alta generación de residuos por plástico sobrante	Contaminación por plástico sobrante del proceso de empaquetamiento Contaminación del aire por emisiones de Dióxido de Carbono generadas por el transporte Emisión de PM 2.5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
Transporte	Aire	Alta generación de Dióxido de Carbono		2	4	2	4	1	2	4	4	2	1	1	27	

Fuente. Elaboración propia

De acuerdo con la aplicación de la matriz de impacto ambiental, el proceso que genera el impacto más crítico es el filtrado. Durante esta etapa, se produce la generación de aguas residuales que son vertidas directamente a un cuerpo de agua sin recibir un tratamiento previo. Por lo tanto, se concluye que el área de filtrado es un sector crítico dentro de la empresa, por lo que se hace imperativo priorizar su manejo para reducir significativamente el impacto ambiental generado.

Ahora bien, se logró identificar la externalidad en salud pública, ya que se están generando efectos negativos en la salud y bienestar de la población debido a la contaminación. Por último, es conveniente anotar que, de los diez aspectos analizados, se originan siete impactos ponderados y clasificados de la siguiente manera: uno en la categoría “Crítico”, tres en la categoría “Severo”, dos en la categoría “Moderado”, uno en la categoría “Bajo” y tres en la categoría “Nulo”, es decir que esos aspectos no generan un impacto, como se muestra en la cuantificación de impactos ambientales (Figura 8).

Figura 8. Cuantificación de Impactos Ambientales.



Fuente. Elaboración propia

Tabla 5. Matriz de Evaluación de Impactos Económicos

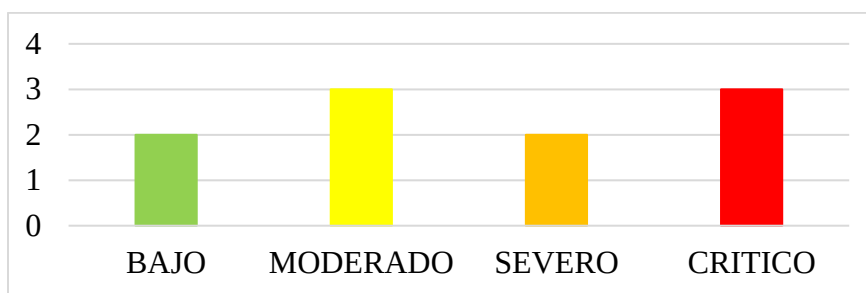
COMPONENTE ECONÓMICO		IMPACTO ECONÓMICO	I	MO	PE	RV	SI	AC	EF	REC	EXT	ÁI	M	IMPORTANCIA	CATEGORÍA
PRODUCCIÓN	Elevados costos de producción (Insumo, mano de obra, transporte, mantenimiento)	Variación en los costos de producción	4	4	2	2	4	2	4	1	4	4	2	33	
		Margen de rentabilidad (%)	1	2	2	2	1	2	1	1	2	4	1	19	
INGRESOS	Por ventas (precio) Volumen de producción	Fluctuación precios de venta	4	4	2	4	4	2	4	2	4	4	2	36	
MERCADO Y COMERCIO INTERNACIONAL	Demanda: local, regional, nacional e internacional. Tendencias del mercado. Competencia con otras empresas paneleras	Ampliación de mercados y canales de comercialización	1	2	2	2	2	2	1	1	2	4	1	20	
		Variación en los costos por consumo de recursos	4	2	2	2	4	2	4	1	2	4	2	29	
RECURSOS NATURALES	Inadecuado uso y manejo de agua, energía y materiales	Moderada eficiencia y competitividad	2	1	2	2	4	2	4	1	2	4	2	26	
RECURSOS HUMANOS	Empleo e ingresos familiares	Aumento en la generación de empleo directo e indirecto	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
		Mejoramiento de la calidad de vida	1	2	2	2	1	2	1	1	4	4	1	21	
		Impacto positivo en la economía local y regional	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
SOSTENIBILIDAD	Mediana Sostenibilidad Empresarial	Variación en los costos por mitigación y compensación de impactos ambientales	4	4	2	2	4	2	4	1	4	4	2	33	

Fuente. Elaboración propia

Según la aplicación de la matriz de impacto económico, los impactos críticos son generados por los componentes de producción, ingresos y sostenibilidad, obteniendo así una variación en los costos de producción, fluctuación precios de venta y generación de costos por mitigación y compensación de impactos ambientales. Debe señalarse que, aunque los impactos generados en el componente de recursos naturales tienen una categorización de “severo” se relacionan con los críticos; por esta razón es de vital importancia priorizar acciones en el Mejoramiento de la producción, ingresos, adecuado uso de recursos naturales y aumento en la sostenibilidad. Por otra parte, se demuestra que los impactos categorizados en “bajo” son positivos ya que, en el componente de recursos humanos, el aumento en la generación de empleo directo e indirecto y el impacto positivo en la economía local y regional traen consigo beneficios para la región.

Dentro de este marco se logró identificar una externalidad positiva, ya que al existir un aumento en la generación de empleo se produce un beneficio en la economía local y regional. Por último, es conveniente anotar que, de los diez impactos identificados, se clasificaron tres en la categoría “Crítico”, dos en la categoría “Severo”, tres en la categoría “Moderado” y dos en la categoría “Bajo” como se muestra en la cuantificación de impactos económicos (Figura 8).

Figura 9. Cuantificación de Impactos Económicos.



Fuente. Elaboración propia

Tabla 6. Matriz de evaluación de Impactos Sociales.

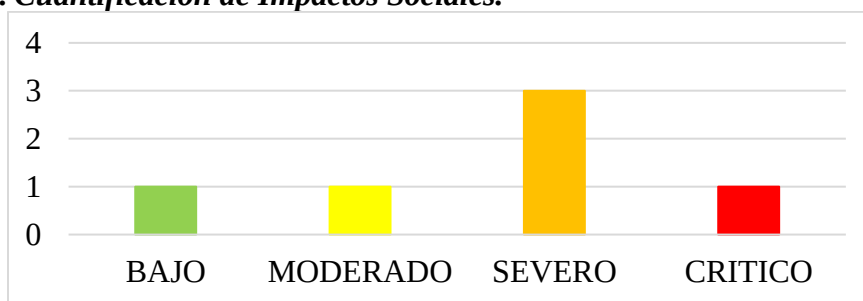
COMPONENTE SOCIAL	IMPACTO SOCIAL	I	MO	PE	RV	SI	AC	EF	REC	EXT	ÁI	M	IMPORTANCIA	CATEGORÍA
Condiciones laborales	Empleo -Generación de empleos directos e indirectos	4	2	2	1	2	2	4	1	1	1	1	21	
	-Calidad de empleo (Salarios y Prestaciones)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	11	
	Seguridad Social y Salud	2	2	4	2	4	4	4	2	4	4	2	34	
Relaciones laborales	Clima laboral	4	4	4	2	4	4	4	2	1	1	2	32	
Incidencia en la comunidad	Desarrollo local	2	2	2	1	2	2	4	1	2	4	1	23	
		2	2	2	2	2	2	4	1	2	4	1	24	

Fuente. Elaboración propia

Según la aplicación de la matriz de impacto social, el impacto crítico es generado por las condiciones laborales en seguridad y salud debido a la moderada exposición a riesgos laborales que presentan los trabajadores. Debe señalarse que, gran parte de los impactos tienen una categorización de “severo”, por lo cual se hace necesario priorizar los componentes sociales de relaciones laborales, clima laboral, equilibrio en la motivación y productividad e incidencia en la comunidad.

Como resultado, se identifica una externalidad positiva, ya que, al existir un acceso a educación, salud, programas de la Caja de Compensación Familiar, se generan grandes beneficios que contribuyen a el Mejoramiento de calidad de vida de la población. Por último, es conveniente anotar que, de los seis impactos identificados, se clasificaron: uno en la categoría “Crítico”, tres en la categoría “Severo”, uno en la categoría “Moderado” y uno en la categoría “Bajo” como se muestra en la cuantificación de impactos económicos (Figura 10).

Figura 10. Cuantificación de Impactos Sociales.



Fuente. Elaboración propia

5.3 Fase 3: Plan de Manejo para la Reducción de Impactos Ambientales

5.3.1. Programa Aspecto Ambiental

Tabla 7. Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Aire.

Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Aire		
Objetivos	-Reducir las emisiones de gases contaminantes durante el proceso productivo del trapiche. -Mejorar la calidad del aire en el área de influencia del trapiche. -Minimizar el impacto en la salud pública.	
Metas	- Controlar en un 40% las emisiones de gases contaminantes, en un periodo de 2 años. - Implementar prácticas sostenibles en el 30% de la planta de producción en un periodo de 3 años.	
Impactos por controlar	-Contaminación por emisiones de material particulado (PM 2.5). -Contaminación por emisiones de Dióxido de Carbono (CO2).	
Tipo de medida	-Preventiva: Control de fuentes móviles -Correctiva: Mejoramiento de procesos y buenas prácticas de producción.	
Acciones a desarrollar	1. Control y seguimiento a la flota vehicular (revisión técnico mecánica) 2. Identificación de Rutas eficientes 3. Optimizar el Uso de Energía y Recurso -Programas de Mantenimiento: Establecer programas de mantenimiento preventivo para asegurar que todos los equipos funcionen de manera óptima y se minimicen los tiempos de inactividad. -Capacitación Técnica: Capacitar al personal en técnicas de mantenimiento correctivo y en la identificación temprana de problemas para reducir el impacto de fallas en el sistema.	
Lugar de aplicación	Trapiche Panelero (cultivo y planta de producción)	
Población beneficiada	-Trabajadores y operarios de trapiche -Comunidad aledaña	
Estrategias participativas	-Socialización del programa con los trabajadores, operarios, y comunidad. - Extensión comunitaria.	
Personal requerido	-Ingeniero ambiental: Supervisión, capacitación y sensibilización. Coordinador. -Técnico especializado: Mantenimiento de maquinaria y equipos.	
Indicadores de seguimiento y monitoreo	Cualitativo	-Observaciones periódicas de las prácticas de producción y seguridad en el lugar de trabajo. -Cumplimiento de las actividades establecidas según cronograma.
	Cuantitativo	-Cálculo de eficiencia del transporte y combustible utilizado tras la identificación de rutas eficientes para la flota vehicular.
Responsable de la ejecución	Equipo interdisciplinario de la empresa. Coordinador (Ingeniero Ambiental)	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 8. Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Suelo.

Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Suelo	
Objetivos	- Reducir la contaminación del suelo, debido a la inadecuada disposición de residuos orgánicos (bagazo de caña, cachazas y sólidos retenidos) y los plásticos sobrantes del empaquetamiento. - Implementar un plan de manejo integral de residuos a fin de proteger el suelo y los recursos naturales.
Metas	- Disponer de manera adecuada el bagazo de caña obtenido en el proceso de extracción de materia prima y apronte, las cachazas producto del proceso de clarificación y los sólidos retenidos obtenidos en la pre limpieza en un 70% en un plazo de 3 años. - Reducir en un 60% la generación de residuos plásticos en un plazo de 5 años. - Recuperar y mejorar las áreas del suelo afectadas por procesos de erosión y contaminación en un plazo de 3 años.
Impactos por controlar	- Contaminación ambiental por el inadecuado manejo de bagazo de caña. - Contaminación ambiental por el inadecuado manejo de cachazas. - Contaminación ambiental por el inadecuado manejo de sólidos retenidos. - Contaminación ambiental por el uso de plásticos en el empaque. - Degradación de la calidad del suelo y pérdida de fertilidad.
Tipo de medida	- Mitigación: Reutilización o aprovechamiento de residuos orgánicos. - Preventiva: Implementación de sistema de gestión integral de residuos. - Correctivas: • Estudio de Factibilidad para la Implementación de Empaques Sostenibles. • Recuperación y mejoramiento de áreas de suelo degradadas.
Acciones a desarrollar	- Producción de Mulch y/o abono orgánico con los residuos (bagazo, cachaza y sólidos retenidos). - Formulación de un Plan de gestión integral de residuos, que incluya la caracterización y cuantificación de los residuos, jerarquización, manejo diferenciado, aprovechamiento de residuos orgánicos, reciclaje y disposición de residuos inorgánicos, capacitación, sensibilización y seguimiento y mejora continua. - Estudio de factibilidad para la implementación de empaques y embalajes sostenibles, que incluya análisis y situación actual, objetivos y metas, análisis de alternativas y opciones de embalaje, análisis de viabilidad técnica, económica y ambiental, plan e implementación, evaluación y seguimiento continuo. - Implementación de agricultura de conservación (labranza mínima y siembra directa incluyendo abonos verdes en rotación con el cultivo de caña)

Lugar de aplicación	Trapiche Panelero (cultivo y planta de producción)	
Población beneficiada	- Empresa Trapiche el Panelero SAS. - Población en general.	
Estrategias participativas	-Socialización del programa con los trabajadores, operarios y comunidad. -Establecimiento de comité de seguimiento conformado con representantes de la empresa, trabajadores y comunidad. - Extensión comunitaria.	
Personal requerido	-Ingeniero Agrónomo: Manejo técnico de cultivo introduciendo alternativas sostenibles (labranza mínima y siembra directa) Coordinador. -Ingeniero ambiental: Formulación e implementación de un sistema de gestión integral de residuos, Estudio de Factibilidad.	
Indicadores de seguimiento y monitoreo	Cualitativo	-Percepción de los agricultores sobre la calidad del suelo. -Cumplimiento de las actividades establecidas según cronograma
	Cuantitativo	-Estudios y análisis de suelo (parámetros físico químicos) - Kilogramos de residuos orgánicos reutilizados anualmente -Porcentaje de residuos plásticos reciclados -Área intervenida con agricultura de conservación
Responsable de la ejecución	Equipo interdisciplinario de la empresa. Coordinador (Ingeniero Agrónomo)	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 9. Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Hídrico.

Programa para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Hídrico	
Objetivos	-Reducir la contaminación del agua por vertimientos de aguas residuales -Implementar medidas alternativas de prevención, mitigación y compensación de los impactos ambientales generados por vertimientos. -Promover el uso eficiente del recurso hídrico en “El Trapiche el Panelero”
Metas	-Disminuir la carga contaminante del vertimiento en un 30% en un plazo de 5 años. -Implementar un sistema de tratamiento de aguas residuales en el trapiche en un plazo de 5 años. -Reducir el consumo de agua en la empresa en un 15% en un plazo de 3 años.
Impactos por controlar	-Contaminación del recurso hídrico por vertimientos de aguas residuales con alta carga orgánica. -Alteración al ecosistema acuático debido a los vertimientos. -Riesgo a la salud pública por aguas contaminadas.
Tipo de medida	Prevención: Implementación de un sistema de tratamiento de aguas residuales. Mitigación: Optimización de procesos y uso eficiente del agua en las operaciones del trapiche. Compensación: Reforestación de rondas hídricas y zonas de recarga.
Acciones a desarrollar	-Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales. -Diseño e implementación de una PTAR compacta. -Capacitación en buenas prácticas de uso y ahorro de agua al personal del trapiche. - Concientización sobre la Importancia del recurso hídrico. - Identificación de puntos de consumo. - Mantenimiento y limpieza de equipos y áreas de trabajo. - Técnicas de riego eficiente, como el riego por goteo. - Reforestación de ronda hídrica con especies nativas.
Lugar de aplicación	- Trapiche el Panelero SAS
Población beneficiada	- Empresa Trapiche el Panelero SAS. - Población en general.
Estrategias participativas	-Socialización del programa con los trabajadores, operarios y comunidad. -Establecimiento de comité de seguimiento conformado con representantes de la empresa, trabajadores y comunidad. - Extensión comunitaria.
Personal requerido	-Ingeniero Ambiental: Caracterización fisicoquímica y microbiológica, capacitación en buenas prácticas, reforestación. - Ingeniero Civil: Diseño e instalación de un sistema de tratamiento.
	Cualitativo -Percepción de la comunidad sobre la calidad del agua

Indicadores de seguimiento y monitoreo		-Cumplimiento de las actividades programadas según cronograma
	Cuantitativo	-Carga contaminante de los vertimientos
		-Consumo de agua en el trapiche (m3/mes)
		-Área de ronda hídrica reforestada (ha)
Responsable de la ejecución	Ingeniero Ambiental. Asesoría: Corporación Autónoma Regional de Boyacá (CORPOBOYACÁ).	
Fuente. Elaboración propia		

5.3.2 Programa Aspecto Económico

Tabla 10 Programa de Fortalecimiento Económico Empresarial.

Programa de Fortalecimiento Económico Empresarial	
Objetivos	-Disminuir la variación en los costos de producción. -Acceder a mecanismo o instituciones que brinden apoyo tecnológico, social, comercial o ambiental a fin de buscar un desarrollo empresarial integral.
Metas	- Disminuir la variación de los costos de producción en un 20% en un plazo de 3 años. -Afiliación a la Federación Nacional de Productores de Panela (FEDEPANELA) en un plazo de 6 meses.
Impactos por controlar	-Variación en los costos de producción. -Fluctuación precios de venta. -Variación en los costos por mitigación y compensación de impactos ambientales. -Variación en los costos por consumo de recursos. -Moderada eficiencia y competitividad. -Margen de rentabilidad (%). -Ampliación de mercados y canales de comercialización. - Mejoramiento de la calidad de vida. -Aumento en la generación de empleo directo e indirecto -Impacto positivo en la economía local y regional
Tipo de medida	-Técnicas: Mejoramiento de la eficiencia energética, optimización de procesos, implementación de tecnologías limpias asociadas a los programas del aspecto ambiental. -Organizativas: Fortalecimiento de la cadena de valor, mejora en la gestión empresarial, integración de productores. -Económicas: Acceso a financiamiento y diversificación de ingresos.
Acciones a desarrollar	1. Establecimiento de alianzas con instituciones especializadas en investigación y desarrollo para la transferencia de tecnologías sostenibles. 2. Capacitaciones en gestión empresarial efectiva. 3. Capacitación del personal en buenas prácticas de producción (BPP):

	-Higiene y sanidad: higiene personal, desinfección y control de plagas -Manejo de materias primas: Selección y recepción de caña y control de calidad. -Proceso productivo: etapas del proceso, embalaje y almacenamiento. 4. Afiliación a la Federación Nacional de Productores de Panela (FEDEPANELA), con el fin de ser beneficiario de potenciales medidas para la futura estabilización de precios, información técnica y apoyo en insumos y mercadeo. 5. Acceso a canales de comercialización directa y comercio electrónico. 6. Fortalecimiento y ampliación de canales de exportación: realizar estudio de identificación y evaluación de mercados potenciales para exportaciones, determinando preferencias del consumidor, tamaño del mercado y poder adquisitivo. Fomentar el consumo de la Panela colombiana en el exterior participando en ferias comerciales.	
Lugar de aplicación	- Empresa “Trapiche el Panelero S.A.S”	
Población beneficiada	- Trapiche el Panelero SAS. -Clientes y proveedores de la empresa. -Comunidades locales.	
Estrategias participativas	-Socialización del programa con los trabajadores, operarios y comunidad. -Establecimiento de comité de seguimiento. - Extensión comunitaria.	
Personal requerido	-Ingeniero Ambiental: establecimiento de alianzas. -Consultor en desarrollo empresarial y fortalecimiento organizacional: capacitaciones en gestión empresarial efectiva. -Profesional en Negocios Internacionales: acceso a canales de comercialización, -Profesional en gestión de proyectos y acceso a financiamiento: afiliación a la Federación Nacional de Productores de Panela.	
Indicadores de seguimiento y monitoreo	Cualitativo	-Nivel de satisfacción del equipo de la empresa “Trapiche Panelero S.A.S” con el programa. -Percepción sobre el Mejoramiento las habilidades de gestión.
	Cuantitativo	-Variación porcentual de los costos de producción de Trapiche Panelero SAS. -Número de capacitaciones en buenas prácticas de producción. -Reducción porcentual de los costos de mitigación y compensación ambiental de Trapiche Panelero SAS. -Número de tecnologías limpias implementadas en las instalaciones de Trapiche Panelero SAS.

Responsable de la ejecución	-Gerente general/ Ingeniero Ambiental Trapiche Panelero SAS en coordinación con FEDEPANELA (Federación Nacional de Productores de Panela)
-----------------------------	---

Fuente. Elaboración propia

5.3.3 Programa Aspecto Social

Tabla 11. Programa Integral de Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social.

Programa Integral de Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social	
Objetivos	- Optimizar las condiciones de salud y seguridad ocupacional. -Mejorar la motivación, la productividad y el bienestar de los trabajadores. -Fortalecer el apoyo a iniciativas sociales y la cohesión del tejido social.
Metas	-Reducir en un 30% la exposición a riesgos laborales y contaminantes en 2 años. -Aumentar en un 20% la satisfacción laboral y percepción de bienestar de los trabajadores en 1 año. -Alcanzar un 50% de cumplimiento de los estándares de salud ocupacional y seguridad en el trapiche en los próximos 2 años.
Impactos por controlar	-Moderada exposición a riesgos laborales. -Equilibrio en la motivación y productividad. -Deficiente apoyo a iniciativas sociales. -Baja cohesión del tejido social. -Acceso a educación, salud, programas de la Caja de Compensación Familiar. -Buena percepción de bienestar, satisfacción laboral.
Tipo de medida	-Organizativas: Capacitación a los trabajadores en salud y seguridad ocupacional. - Realización de campañas de promoción de la salud y el bienestar entre los trabajadores. -Técnicas: Dotación de equipos de protección personal (EPP).
Acciones a desarrollar	-Implementación de un programa de capacitación en salud, seguridad y riesgos laborales. -Dotación de equipos de protección personal (EPP) adecuados. -Evaluaciones médicas periódicas. -Implementación de actividades de integración y reconocimiento. -Creación de un comité de responsabilidad social y de participación en proyectos comunitarios a fin de fortalecer el tejido social.
Lugar de aplicación	- Empresa “Trapiche el Panelero SAS”.

Población beneficiada	-Trabajadores del trapiche -Comunidad en general.	
Estrategias participativas	-Socialización del programa con los trabajadores, operarios y comunidad. -Establecimiento de comité de seguimiento. - Extensión comunitaria.	
Personal requerido	-Profesional en seguridad y salud ocupacional: implementación de un programa de capacitación, dotación a los trabajadores de EPP. -Medico evaluador: evaluaciones médicas.	
Indicadores de seguimiento y monitoreo	Cualitativo	-Nivel de satisfacción de los trabajadores con las condiciones laborales.
	Cuantitativo	-Número de accidentes y enfermedades laborales reportadas. -Porcentaje de cumplimiento de los estándares de seguridad y salud ocupacional. - Porcentaje de trabajadores que participan en actividades de bienestar
Responsable de la ejecución	Gerente general Trapiche Panelero S.A.S	

Fuente. Elaboración propia

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

6. Cronograma

[illegible]

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

[illegible]

Plan de Manejo Ambiental. “Trapiche El Panelero S.A.S”.
Sandra Natalia Paredes Monroy

[illegible]

Fuente Elaboración propia.

7. Presupuesto

Servicio Especializado		
Descripción	Cantidad	Precio unitario (\$)
Ingeniero Ambiental	1	27.000.000
Ingeniero Agrónomo	1	10.000.000
Ingeniero Civil	1	9.000.000
Técnico Especializado	1	4.800.000
Consultor en desarrollo empresarial.	1	2.000.000
Profesional en Negocios Internacionales.	1	2.000.000
Profesional en gestión de proyectos y acceso a financiamiento	1	2.500.000
Profesional en seguridad y salud ocupacional.	1	2.500.000
Médico evaluador.	1	3.000.000
Subtotal		61.200.000
Gastos Operativos		
Gastos operativos y logísticos	1	4.000.000
Movilidad		2.000.000
Subtotal		6.000.000
Infraestructura		
PTAR compacta	1	15.000.000
Subtotal		15.000.000
Material de seguridad		
EPP	1	6.500.000
Subtotal		6.500.000
		82.850.000
Imprevistos 5%		4.142.500
Total		86.992.500

8. Programas de Seguimiento y Monitoreo

8.1. Aspecto Ambiental

Tabla 12. Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Aire.

Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Aire		
Programa	Actividad	Responsable
	Control y seguimiento a la flota vehicular (revisión técnico mecánica).	Técnico especializado
	Identificación de Rutas eficientes	Técnico especializado
	Capacitación del personal en buenas prácticas	Ingeniero ambiental.
	Optimización el Uso de Energía y Recursos	Ingeniero ambiental.

Fuente. Elaboración propia

Tabla 13. Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Suelo.

Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Suelo		
<i>Programa</i>	<i>Actividad</i>	<i>Responsable</i>
	Producción de Mulch y/o abono orgánico con los residuos (bagazo, cachaza y sólidos retenidos).	Ingeniero agrónomo.
	-Monitoreo y seguimiento de calidad y cantidad (Kg) de Mulch y/o abono orgánico. - Cantidad (Kg) de residuos orgánicos transformados anualmente.	
	Formulación de un sistema de gestión integral de residuos.	Ingeniero ambiental.
	- Verificación según cronograma de trabajo.	
	Estudio de factibilidad para la implementación de empaques y embalajes sostenibles.	Ingeniero ambiental y equipo administrativo
	- Verificación según cronograma de trabajo - Realización de pruebas piloto para evaluar la calidad de las alternativas de empaque objeto de estudio.	
	Implementación de agricultura de conservación (labranza mínima y siembra directa)	Ingeniero Agrónomo
	- Análisis de estudios de suelos, evaluado los cambios en las propiedades físico químicas y biológicas del suelo. -Análisis y cuantificación de rendimiento en la producción.	

Fuente. Elaboración propia

Tabla 14. Programa de Monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Hídrico

<i>Programa</i>	Programa de monitoreo para el Mejoramiento de Calidad del Recurso Hídrico	
<i>Actividad</i>	<i>Seguimiento</i>	<i>Responsable</i>
Caracterización fisicoquímica y microbiológica de las aguas residuales.	-Verificación según cronograma de trabajo. -Análisis de estudios y resultados.	Ingeniero ambiental.
Diseño e implementación del sistema de tratamiento de agua residual.	-Verificación según cronograma de trabajo. -Eficiencia de remoción de contaminantes.	Ingeniero ambiental. Ingeniero Civil.
Capacitación en buenas prácticas.	-Evaluación continua, teórico-práctica; adquirida por los operarios a fin de identificar las debilidades y fortalezas y alternativas de mejora.	Ingeniero ambiental.
Reforestación de ronda hídrica con especies nativas.	-Visitas técnicas al área reforestada para evaluar el estado de la plantación. -Registro del porcentaje de mortalidad de las especies plantadas. -Intervención y manejo técnico.	Ingeniero ambiental.

Fuente. Elaboración propia

8.2. Aspecto Económico**Tabla 15. Programa de monitoreo para el Fortalecimiento Económico Empresarial.**

Programa de monitoreo para el Fortalecimiento Económico Empresarial		
<i>Programa</i>	<i>Seguimiento</i>	<i>Responsable</i>
Actividad		
Establecimiento de alianzas con instituciones especializadas en investigación y desarrollo para la transferencia de tecnologías sostenibles.	-Verificación de reportes de los procesos de alianzas con las instituciones especializadas elegidas.	Ingeniero ambiental.
Capacitaciones en gestión empresarial efectiva.	-Evaluación continua, teórico-practica; adquirida por el sector administrativo de la empresa a fin de identificar las debilidades, fortalezas y alternativas de mejora.	Consultor en desarrollo empresarial y fortalecimiento organizacional.
Afiliación a la Federación Nacional de Productores de Panela (FEDEPANELA).	- Verificación de afiliación presentada y aprobada por FEDEPANELA. - Número de programas y actividades de FEDEPANELA en las que participa Trapiche Panelero SAS.	Profesional en gestión de proyectos y acceso a financiamiento
Acceso a canales de comercialización directa y comercio electrónico.	-Verificación de reporte del volumen de ventas a través de canales de comercialización directa. -Nivel de satisfacción de los clientes directos. -Número de nuevos clientes directos captados por medio del comercio electrónico.	Profesional en Negocios Internacionales.
Fortalecimiento y ampliación de canales de exportación	-Monitoreo de indicadores clave de rendimiento como: el valor de las exportaciones, el volumen de las mismas, la cuota de mercado y la rentabilidad. -Ajuste en las estrategias de exportación en función de los resultados obtenidos.	Profesional en Negocios Internacionales.

Fuente. Elaboración propia

8.3. Aspecto Social

Tabla 16 Programa de Monitoreo Integral de Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social.

<i>Programa</i>	Programa de monitoreo Integral de Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social	
<i>Actividad</i>	<i>Seguimiento</i>	<i>Responsable</i>
Implementación de un programa de capacitación en salud, seguridad y riesgos laborales	-Evaluación continua, teórico-practica; adquirida por los trabajadores de la empresa a fin de identificar las debilidades, fortalezas y alternativas de mejora. -Documentación y comunicación de los avances y resultados del programa de capacitación.	Profesional en seguridad y salud ocupacional
Dotación de equipos de protección personal (EPP).	-Inspección del estado y uso correcto de los EPP por parte de los trabajadores. -Implementación de acciones correctivas y de mejora continua al programa según los resultados obtenidos.	Profesional en seguridad y salud ocupacional.
Evaluaciones médicas periódicas.	-Documentación y socialización de las evaluaciones médicas. -Implementación de acciones correctivas y preventivas para mantener la salud de los trabajadores.	Medico evaluador.
Implementación de actividades de integración y reconocimiento.	-Registro de asistencia a las actividades -Documentación de actividades.	Profesional en seguridad y salud ocupacional
Creación de un comité de responsabilidad social y de participación en proyectos comunitarios a fin de fortalecer el tejido social.	-Acta de conformación del comité. -Número de proyectos identificados/participación.	Profesional en seguridad y salud ocupacional

Fuente. Elaboración propia

9. Impacto Social y Humanístico del Proyecto

El proyecto de investigación busca formular un plan de manejo para reducir los impactos ambientales negativos generados por la producción de panela en San José de Pare. Cabe destacar que uno de los impactos ambientales que se pueden llegar a reducir con este plan de manejo son: la contaminación del agua y del suelo, la emisión de gases, entre otros. Además, el plan tendrá impactos sociales positivos, como el aumento de la calidad de vida de las comunidades locales.

Igualmente, el proyecto genera impactos ambientales, sociales y económicos positivos los cuales se ven reflejados con el cumplimiento de la normativa ambiental, evitando sanciones legales. Debe señalarse que, al identificar oportunidades para mejorar la eficiencia en el uso de los recursos naturales como agua, energía y materia prima, trae consigo la reducción de costos y ahorros económicos. En este sentido, el proyecto propone implementar prácticas que minimicen la generación de residuos sólidos, promoviendo la reutilización y reciclaje de ser posible. Por otro lado, se garantiza que el proceso productivo respete los estándares ambientales generando mejor calidad del producto, factor positivo para los consumidores.

En este sentido se comprende que, al adoptar prácticas ambientales responsables como medidas para reducir el consumo de agua, la optimización de procesos y el tratamiento de aguas residuales la empresa tendrá una mejor imagen, componente importante en la decisión de compra de los consumidores, además de la ampliación a otros mercados internacionales, mejorando su competitividad.

Finalmente, al formular un plan de manejo para reducir el impacto ambiental se promueve la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental en la industria de Panela. Asimismo, impacta positivamente la percepción que la comunidad tiene de la empresa y su imagen corporativa en

general. Este enfoque humanista hace que no sólo se tengan en cuenta los aspectos técnicos y medioambientales, sino también el bienestar de la comunidad y que pueden ser beneficiarios de una industria más responsable y que trabaje en pro del medio ambiente.

10. Conclusiones

El actual estudio permitió la formulación de un Plan de Manejo para la Reducción de Impactos Ambientales generados en la industria panelera. Caso de estudio “Trapiche El Panelero SAS” San José de Pare-Boyacá, Colombia. Dentro del análisis se realizó el diagnóstico, la evaluación de impacto ambiental y por último la creación de los programas en el componente ambiental, económico y social.

De esta manera, el diagnóstico del proceso productivo en la industria panelera del “Trapiche El Panelero S.A.S” reveló varios aspectos clave, y en búsqueda de un proceso sostenible, se identificaron factores, aspectos e impactos no solo ambientales si no económicos y sociales. Concretamente, se involucraron actividades que generan impactos ambientales significativos, como la contaminación por emisiones atmosféricas, la contaminación del recurso hídrico por vertimiento de aguas residuales, entre otros. En los económicos resaltan la fluctuación de precios de venta, la variación en los costos por mitigación y compensación de impactos ambientales y en los sociales la moderada exposición a riesgos laborales. Sin embargo, se observan oportunidades de mejora en la empresa, lo cual permitirá reducir los impactos estudiados.

Tras el análisis expuesto, con la evaluación de impacto ambiental se categorizaron los impactos ambientales, económicos y sociales vinculados a la producción de panela en el “Trapiche El Panelero SAS”. En este sentido, se obtiene un total de 26 impactos de los cuales 5 se encuentran en la clasificación “Crítico”, lo que representa un 19.23 % de los impactos en general. De igual forma, la clasificación “Severo” cuenta con un 30.77 %; por otro lado, la clasificación “moderado” cuenta con un 23.08 %, la clasificación “Bajo” con un 15.38% y la clasificación “Nulo” con un

11.54%; que, aunque no representa un impacto es importante reconocer todo el proceso productivo. Dentro de este orden de ideas se hace necesario priorizar y enfocar los esfuerzos de gestión en los impactos severos y moderados, mientras se mantiene un control adecuado sobre los impactos críticos y bajos.

En función de lo planteado y el análisis de la segunda fase metodológica correspondiente a la evaluación de impacto, se identificaron externalidades positivas como los beneficios en la economía local y regional, aumento de calidad de vida de la población. Sin embargo, se detectó una externalidad negativa, en cuanto a la salud pública, ya que se están generando efectos nocivos en la salud y bienestar de la población debido a la contaminación. Se plantea entonces, que las externalidades permitieron tener una visión integral de los impactos, fundamentando la realización de los programas y promoviendo la sostenibilidad.

Finalmente, el plan de manejo propuesto para la reducción de impactos ambientales en el “Trapiche El Panelero S.A.S” incluye cinco programas clave: Mejora de Calidad del Recurso Aire, Recurso Suelo, Recurso Hídrico, Fortalecimiento Económico Empresarial y el programa en Seguridad, Salud Pública y Fortalecimiento del Tejido Social.

Se espera que la implementación del Plan de Manejo, generará importantes impactos positivos. Entre ellos, se destaca la reducción del consumo de agua y energía en el proceso productivo, el tratamiento aguas residuales, el aprovechamiento del bagazo y otros residuos sólidos, y por último el Mejoramiento de la competitividad y sostenibilidad de la empresa por medio de una gestión ambiental y social fortalecida.

11. Recomendaciones

Al abordar el tema principal, es fundamental contar con un conjunto de recomendaciones que sirven como guía hacia una acertada toma de decisiones. A continuación, se expone una serie de recomendaciones fundamentales a considerar en la implementación del Plan de Manejo Ambiental y adicional para futuros estudios.

Se recomienda establecer un sistema de seguimiento constante en la zona de vapores de la empresa para las emisiones del aire. Si bien en este momento solo se genera vapor de agua, el cual no es contaminante, es de gran importancia llevar a cabo una evaluación minuciosa del aire para determinar si existen otras sustancias presentes que puedan llegar a causar contaminación.

Dentro de este marco se recomienda que el Trapiche El Panelero S.A.S indague diversas fuentes de financiamiento para apoyar la implementación del plan de manejo ambiental. Existen programas gubernamentales, líneas de crédito y fondos de inversión que pueden brindar apoyo financiero a empresas que buscan mejorar su desempeño ambiental.

Asimismo, es esencial realizar una revisión y actualización del Plan de Manejo Ambiental de manera regular, que refleje los cambios en las actividades de la empresa, los progresos tecnológicos y las nuevas normas ambientales. De esta manera, se asegura que el Plan siga siendo eficaz en la reducción de los impactos negativos de las actividades de la empresa sobre el medio ambiente.

En función de lo planteado, se recomienda que el Trapiche El Panelero S.A.S implemente de manera conjunta un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) con el Plan de Manejo Ambiental (PMA), teniendo en cuenta que esta combinación es fundamental para mejorar el desempeño

ambiental de la empresa asegurando el cumplimiento de la normativa vigente. Además, esta estrategia conjunta se verá reflejada en el Mejoramiento continuo en las prácticas sostenibles, facilitará el cumplimiento de requisitos legales y normativos, y reducirá los riesgos de impactos negativos y sanciones legales. Asimismo, traerá consigo beneficios como la reputación de la organización y el aumento de la motivación de los trabajadores.

Finalmente, el Plan de Manejo para el "Trapiche El Panelero SAS", se considera un recurso significativo para futuros proyectos en la industria panelera y otras agroindustrias, ya que su enfoque integral en la identificación de impactos ambientales, económicos y sociales proporciona un marco que puede ser adaptado a diferentes contextos. Además, la metodología utilizada para la evaluación de impacto ambiental puede ser replicada en otras empresas, permitiendo una gestión más efectiva de los recursos y la promoción de prácticas sostenibles en la región. Este enfoque proactivo no solo beneficiará a las empresas, sino que también contribuirá al desarrollo sostenible.

12. Referencias Bibliográficas

- Ambiente, M. d. (2017). Decreto N° 948. Ministerio del medio ambiente, Colombia, 05 de Junio de 1995.
- Acosta, A. A.-L. (2016). Manejo ambiental para el trapiche nueva esperanza vereda el poleo, del municipio de convención, norte de santander.
- Barrios, S. K. (2021). Nuevas Recomendaciones de la versión PRISMA 2020 para revisiones sistemáticas y metaanálisis .
- Bernal, E. G. (2019). Evaluación de los impactos socioambientales generados por la producción panelera en la subcuencas sancutec con el fin de proponer estrategias de prevención control y mitigación.
- Castañeda. (2017). Análisis de ciclo de vida aplicado a la producción panelera tradicional en Colombia. *Revista de La Facultad de Ciencias*.
- Cipponeri, M. (2020). Evaluación y Estudio de Impacto Ambiental.
- Conesa. (1996). Guía metodológica para la Evaluación del Impacto Ambiental.
- Coria. (2008). El estudio de impacto ambiental: características y metodologías. *Universidad del Centro Educativo Latinoamericano* .
- Díaz. (2015). Análisis de flujo de materiales en sistemas humanos- una revisión. *Escuela de Ingeniería de Antioquia*.
- FAO. (2004). Producción de panela como estrategia de diversificación y la generación de ingresos en área rurales de América latina.
- Garmendia. (2005). *Estudio de Impacto Ambiental*. Pearson Education .

- Garmendia, S. S. (2005). *Evaluación de impacto ambiental*. Madrid: PEARSON EDUCACIÓN, S.A.,.
- Gonzáles, P. (2021). Impactos ambientales en la producción de panela en la parroquia de pacto del distrito metropolitano de Quito.
- Hernandez, S. R., & Fernández, C. y. (2014). Metodología de la investigación. México D.F. mcgraw-HILL / INTERAMERICANA EDITORES. 534.
- López, N. M. (2019). Evaluación de los aspectos ambientales en la cadena de suministro de la panela en el sector de la olla del río Suárez en Colombia.
- Martínez. (2023). Gestión ambiental integral en la producción de panela: un enfoque multidimensional". Revista de Investigación Ambiental, Guatemala. .
- McKenziea, J. E. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas.
- MinAmbiente, M. d. (2018). Documento técnico: Política Nacional de Biodiversidad y Plan de Acción.
- Montenegro. (2015). Manual de buenas prácticas de manufactura en la producción de panela de caña, en la vereda Yumbito, municipio el Tambo Cauca. *Ingeniería Industrial. Universidad de San Buenaventura*. .
- Montúfar. (2022). Gestión Ambiental y Responsabilidad Social: un Estudio Exploratorio en la Industria de Tejas y ladrillos de Cusco, Perú.
- Pardo, A. J. (2020). Definición de programas de gestión ambiental de los aspectos ambientales significativos en la Organización Cursor IT SAS bajo la NTC-ISO 14001: 2015.

- Paz. (2020). Implementación de un Manual de Buenas Prácticas Ambientales de Gestión de residuos para el Hotel Howard Johnson en Villa Carlos Paz (Bachelor's thesis).
- Quezada, W. (2020). Evaluación del impacto ambiental en el proceso de elaboración de panela mediante el análisis de ciclo de vida.
- Rico, L. (2023). Determinación de la circularidad de materiales en la producción panelera, implementando alternativas sostenibles en la Asociación de Productores Paneleros de Nocaima, ASOPROPANOC (Nocaima, Cundinamarca).
- Romero, D. F. (2019). Formulación de acciones de mejor aplicados al proceso de producción en la empresa panelerol fósil basado en la aplicación de la norma ISO 9001 2015 e hizo 14000 2015 en el municipio Utica Cundinamarca.
- Romero, M. (2007). Los factores ambientales como determinantes del estado de salud de la población. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*.
- Rural, M. d. (2017). M. d. m. ambiente, «Decreto N° 948.
- Salazar, D. (2023). Crecimiento económico y la gestión ambiental en las industrias de manufactura del Ecuador. Estrategias hacia un modelo de economía circular. *Revista Gobierno y Gestión Pública*, 10(1), 85-98.
- Vera. (2016). El Impacto Ambiental Negativo y su Evaluación Antes, Durante y Después del Desarrollo de Actividades Productivas.

13. Anexos

Anexo 1. *Fichas Bibliográficas*

	UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA
FACULTAD INGENIERIAS Y ARQUITECTURA	
FACULTAD INGENIERIA AMBIENTAL	
FICHA BIBLIOGRÁFICA	
TÍTULO	
AUTOR	
EDITORIAL	
TIPO DE DOCUMENTO	
TOMADO DE	
SÍNTESIS	

Anexo 2. Plantilla Resumen Analítico Especializado RAE

UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS TUNJA
FACULTAD INGENIERIAS Y ARQUITECTURA
FACULTAD INGENIERÍA AMBIENTAL
RESUMEN ANALÍTICO ESPECIALIZADO
RAE

TÍTULO:

AÑO DE PUBLICACION:

AUTOR (ES):

DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):

MODALIDAD:

PALABRAS CLAVE:

PÁGINAS ☐

TABLAS: ☐

CUADROS ☐

FIGURAS ☐

ANEXOS ☐

CONTENIDO:

INTRODUCCIÓN

1.PROBLEMA

2.MARCO DE REFERENCIA
3. METODOLOGIA
4. RESULTADOS
5.CONCLUSIONES
6.RECOMENDACIONES
BIBLIOGRAFÍA
ANEXOS

DESCRIPCIÓN:	
METODOLOGÍA:	
CONCLUSIONES:	
COMENTARIOS:	
FUENTES:	