

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL



Propuesta de instalación de una línea de producción de cartón para aprovechar la cáscara de maracuyá en una empresa agroindustrial

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE
INGENIERO INDUSTRIAL**

AUTOR

Nicolas Eduardo Guerrero Rodriguez

ASESOR

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

<https://orcid.org/0000-0002-7527-3834>

Chiclayo, 2024

**Propuesta de instalación de una línea de producción de cartón para
aprovechar la cáscara de maracuyá en una empresa agroindustrial**

PRESENTADA POR

Nicolas Eduardo Guerrero Rodriguez

A la Facultad de Ingeniería de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo
para optar el título de

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Evans Nielander Llontop Salcedo

PRESIDENTE

Edith Anabelle Zegarra Gonzalez

SECRETARIO

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

VOCAL

ORIGINALITY REPORT

22%
SIMILARITY INDEX

21%
INTERNET SOURCES

4%
PUBLICATIONS

6%
STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1 hdl.handle.net **8%**
Internet Source

2 tesis.usat.edu.pe **6%**
Internet Source

3 repositorio.ucv.edu.pe **<1%**
Internet Source

4 repository.unad.edu.co **<1%**
Internet Source

5 Submitted to Universidad de Piura **<1%**
Student Paper

6 repositorio.ug.edu.ec **<1%**
Internet Source

7 docplayer.es **<1%**
Internet Source

8 Submitted to Universidad Nacional Abierta y a Distancia, UNAD, UNAD **<1%**
Student Paper

9 vsip.info **<1%**
Internet Source

Dedicatoria

A mi madre, por haber estado presente a mi lado en todo momento, por su incondicional apoyo durante cada etapa de mi vida y por motivarme a superarme cada día.

A mi hermana, abuelos y tíos, por brindarme siempre su afecto, enseñanzas y constante aliento para crecer como persona.

Agradecimientos

A la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por la formación profesional y los valores recibidos durante toda mi etapa universitaria.

A la Ing. María Luisa Espinosa García Urrutia, por haberme brindado su asesoramiento y su guía en todo momento para la elaboración de esta presente investigación.

A mis amigos que me apoyaron durante el desarrollo de este trabajo, por darme ánimos en los momentos difíciles y acompañarme en mis logros.

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de literatura	10
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	17
Conclusiones	36
Recomendaciones.....	36
Referencias	37
Anexos.....	41

Resumen

El presente trabajo de investigación se desarrolla en una empresa agroindustrial ubicada en la región de Lambayeque. Esta genera anualmente una elevada cantidad de residuos de cáscaras de maracuyá provenientes de su línea de producción de jugos y concentrados tropicales, las cuales son eliminadas sin mayor aprovechamiento. Por tal motivo se planteó como objetivo general proponer la instalación de una línea de producción de cartón para aprovechar las cáscaras de maracuyá en la empresa, y de este modo aumentar sus utilidades. Para ello se realizó estudios de viabilidad comercial, técnico-tecnológico y económico-financiero con el propósito de determinar la factibilidad del proyecto, dando como resultado la existencia de una demanda insatisfecha a nivel nacional del cartón conocido como kraftliner para caras cubiertas, la disponibilidad de recursos tecnológicos y materiales para diseñar la nueva línea de producción, y la obtención de indicadores económicos positivos con un VAN de \$ 793 803,77 un TIR de 46,10%, un TMAR de 18,77% y un Beneficio/Costo de \$ 2,12, lo cual indica que la propuesta es rentable y viable.

Palabras clave: Cartón, cáscara de maracuyá, línea de producción

Abstract

This research work is carried out in an agro-industrial company located in the Lambayeque region. This generates a high amount of passion fruit shell waste annually from its production line of tropical juices and concentrates, which are disposed of without further use. For this reason, the general objective was to propose the installation of a cardboard production line to take advantage of the passion fruit shells in the company, and thus increase its profits. For this, commercial, technical-technological and economic-financial feasibility studies were carried out with the purpose of determining the feasibility of the project, resulting in the existence of an unsatisfied demand at the national level for cardboard known as kraftliner for covered faces, the availability of technological and material resources to design the new production line, and obtaining positive economic indicators with a NPV of \$ 793 803,77, an IRR of 46,10%, a TMAR of 18,77% and a Benefit / Cost of \$ 2,12, which indicates that the proposal is profitable and viable.

Keywords: Cardboard, passion fruit peel, production line

Introducción

En la actualidad la generación de residuos agroindustriales durante las distintas etapas del proceso productivo constituye una problemática mundial debido a su inadecuada disposición final y a su escaso aprovechamiento [1]. Las empresas muchas veces eliminan estos residuos sin un tratamiento previo, situación que genera un impacto ambiental adverso y que involucra elevados costos de recolección y transporte para su disposición final. En el Perú se generan elevadas cantidades de estos residuos al año como resultado de la siembra y procesamiento de diversos cultivos, siendo uno de los principales el maracuyá [2].

Este fruto cuenta con más de 6 000 hectáreas en toda la costa peruana desde Lima hasta Piura, con un rendimiento promedio de 14 toneladas por hectárea y destinando cerca del 70% de su producción a la agroindustria. El clima y el suelo peruano también permiten que el fruto se encuentre disponible durante todo el año, alcanzando hasta dos picos de producción entre los meses de abril y octubre. Estos factores han permitido que el país se posicione como el líder mundial en exportaciones de maracuyá durante el año 2019, siendo la presentación más comercializada la de jugos frescos [3].

Sin embargo, uno de los mayores problemas que se presentan durante el procesamiento de este fruto es el bajo desarrollo tecnológico para su industrialización, situación que conlleva a tratar como desechos a las cáscaras y semillas, las cuales pueden representar entre el 50% y el 60% de la materia prima presente en el fruto. Esta problemática aqueja sobre todo a las empresas que presentan bajos recursos económicos y una deficiente capacidad tecnológica para procesar sus residuos orgánicos debidamente, situación que deriva en la generación de mermas y focos de contaminación que afectan la sostenibilidad ambiental y la salud pública [4].

Como alternativa a este problema existen variedad de procesos de valorización que se pueden aplicar a los residuos de maracuyá, tales como la elaboración de compostaje; la obtención de subproductos como harina, aceites y pectina; o la fabricación de fibra dietética para ganado [5]. Las cáscaras en especial presentan adecuados niveles de material lignocelulósico, los cuales se pueden aprovechar para elaboración de bioplásticos y de pulpa de papel. Esto último se realizó en el estudio de Aparicio [6] quien logró elaborar un papel de elevado gramaje con características de cartón a partir de las cáscaras de este fruto, consiguiendo un rendimiento de 12,86% de materia prima aproximadamente.

En el Perú, la oferta de los productos hechos de papel y cartón no alcanza para atender la demanda interna del país. Esto se debe en gran medida a que las empresas no tienen la capacidad tecnológica para abarcar el total del proceso productivo del papel, por lo que la producción nacional de este producto es relativamente baja. Es por ello que como alternativa el país debe

recurrir a la importación del mismo, lo que le lleva a depender en gran parte del mercado internacional. Muestra de esta situación es que entre los años 2016 y 2020, en el Perú se ha importado un promedio de 665 000 toneladas de productos de papel y cartón, en comparación a la exportación de los mismo que llega a 90 000 toneladas en promedio, lo que evidencia la existencia de una demanda no cubierta por la producción nacional [7].

La presente investigación se desarrolla en una empresa agroindustrial ubicada en la región de Lambayeque, la cual se dedica a elaborar y exportar jugos concentrados de frutas tropicales, siendo el jugo de maracuyá el principal producto que elaboran. La principal problemática que aqueja a la empresa es la generación de elevados volúmenes de residuos de cáscaras y semillas en su línea de producción a partir del procesamiento del fruto. Según [8], del total de materia prima del maracuyá, un 34% es utilizado para la elaboración del jugo, el 60% corresponde a las cáscaras, y el resto a semillas. Estos últimos son llevados a un almacén de residuos sólidos y luego dispuestos a una Empresa Operadora de Residuos Sólidos EO-RS autorizada de la misma zona para la elaboración de compost, sin un mayor valor agregado y a un bajo precio.

Frente a lo mencionado, y teniendo en cuenta que la empresa requiere obtener mayores utilidades dándole un adecuado aprovechamiento a sus residuos, se consideró la instalación de una línea de producción de cartón, ante lo cual surge la interrogante ¿En qué medida la instalación de una línea de producción de cartón permitirá aprovechar las cáscaras de maracuyá en una empresa agroindustrial? Para ello se planteó como objetivo general proponer la instalación de una línea de producción de cartón para aprovechar las cáscaras de maracuyá en una empresa agroindustrial. Los objetivos específicos fueron: determinar la demanda del proyecto mediante un estudio de mercado de la oferta y demanda nacional del cartón, elaborar el estudio técnico y tecnológico para el diseño de la línea de producción de cartón, y realizar la evaluación económica y financiera de la propuesta planteada.

El desarrollo de esta investigación representa para la empresa una nueva alternativa con valor agregado que le permita aprovechar las cáscaras de maracuyá, generando nuevos ingresos con su comercialización y cubriendo una parte de la demanda insatisfecha de papel y cartón que existe en el Perú. De igual manera, pretende fomentar el uso de fibras no madereras, las cuales representan apenas el 8% de la materia prima mundial para la fabricación de papel, en comparación a la fibra maderera obtenida de los árboles [9]. A la par busca cumplir con lo previsto en el Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario establecido por el Estado Peruano en el Decreto Supremo N° 016-2012-AG que busca el aprovechamiento de los residuos generados de las actividades agropecuarias y agroindustriales para contribuir al desarrollo sostenible en el país [10].

Revisión de literatura

En el Perú se comercializan diversos tipos de papel y cartón, que dependiendo del uso que se les asigne se pueden dividir en papel imprenta y de escritura, de envoltura y cartones, periódico, sanitario, etc. El consumo de estos productos sigue siendo importante aún en la era digital, teniendo a China y Estados Unidos como los más grandes productores a nivel mundial. Son fabricados casi en su totalidad a partir de la celulosa que se obtiene de las fibras madereras, pero también se puede utilizar la pulpa reciclada o fibras no madereras como plantas y residuos agrícolas de bagazo y cáscaras [7].

Estudios previos han demostrado que se puede aprovechar la cáscara de maracuyá para la elaboración de un papel con características similares al cartón Kraft, el cual se puede utilizar como un cartón para caras cubiertas en la elaboración de envases con un alto gramaje. [6] Teniendo en cuenta esta descripción, según la clasificación de partidas arancelaria de la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), el producto estudiado se comercializa con partida arancelaria 48.04 (Papel y cartón Kraft, sin estucar ni recubrir, en bobinas (rollos) o en hojas, excepto el de las partidas 48.02 o 48.03) [11].

La materia básica para la fabricación del papel y cartón es la celulosa, la cual se trata de una fibra vegetal que se extrae principalmente de la madera de los árboles resinosos de hoja perenne. Esta fibra es un polisacárido de 600 a 1 000 unidades de glucosa unidas mediante enlaces de hidrógeno, y se extrae de la madera descortezada mediante distintos métodos químicos o mecánicos. Asimismo, también se busca separarla del resto de componentes no celulósicos que se encuentran en las fibras mediante la preparación de la pulpa. Estos componentes no deseados son la hemicelulosa, lignina y diversos extractos que abarcan desde alcoholes hasta aceites esenciales y grasas [12].

Para la elaboración del cartón es importante conocer las propiedades físicas y químicas de la materia prima a utilizar, pues influyen en gran medida sobre la calidad del producto final y en base a ellas se establece la línea de producción. El proceso clásico trabaja con la celulosa de madera y abarca las siguientes fases: recepción, almacenamiento y tratamiento de materia prima, preparación de la pulpa, preparación de pasta, refinado, formación de la hoja, prensado, secado, alisado, bobinado, embalaje y etiquetado. Sin embargo, en la actualidad estos procesos varían dependiendo de la empresa y del tipo de materia prima que utilice [13].

Una de las operaciones más importantes es la preparación de la pulpa, en donde dependiendo del tipo de método que se aplique se obtienen pulpa de fibra larga o de fibra corta, lo cual a su vez deriva en la obtención de diversos papeles en cuanto a rigidez y blancura. Existen cuatro procesos para preparar la pulpa: mecánico, termomecánico, química termomecánica o sulfito,

y químico al sulfato o Kraft. Sus rendimientos suelen ir desde el 95% en el caso del proceso mecánico hasta el 45% en el caso del proceso Kraft [13].

Entre las principales características que presentan los papeles y cartones se encuentran las propiedades mecánicas como resistencia a la tracción, al rasgado, a la explosión y al doblado. También se encuentran las propiedades físicas como el espesor o calibre, la densidad real y aparente, porosidad, volumen, textura y gramaje [14].

El gramaje es una característica de gran relevancia pues hace referencia a la masa de papel por unidad de superficie (g/m^2) y permite clasificar los tipos de papel. De acuerdo con la Norma Técnica Peruana (NTP) 272.128 (2010), según su gramaje estos productos se clasifican en papeles cuando tienen un gramaje menor o igual a 120 g/m^2 , en cartulinas cuando presentan un gramaje entre 130 a 240 g/m^2 , y en cartones cuando su gramaje es superior a 250 g/m^2 [14].

En cuanto al maracuyá, se trata de un fruto tropical originario de la región amazónica que se cultiva principalmente en países como Brasil, Ecuador, Colombia y Perú. Pertenece a la familia de las *Passifloras* y cuenta con más de 400 variedades alrededor del mundo. El fruto suele medir entre 4-7 cm de diámetro y de 4-12 cm de longitud, con colores que van desde el verde hasta el amarillo cuando alcanza su madurez, y con un jugo de sabor ácido y aromático que constituye una rica fuente de vitaminas, calcio y ácido ascórbico [15].

La cáscara constituye entre 50 – 60% del total del fruto, es de contextura lisa y está recubierta de cera natural que le proporciona su brillo característico. Su color varía de verde hasta amarillo cuando alcanza su grado de madurez, y presenta un grosor de entre 3 – 10 mm. Contiene una rica composición química en fibras (58,98%), proteínas (5,88%) y carbohidratos (21,93%), de los cuales los más destacados son la celulosa (42%), hemicelulosa (12%), lignina (20%) y pectina (25%). Asimismo, las cáscaras presentan un alto contenido de humedad (85%) [15].

La presencia de estos elementos en la cáscara del maracuyá permite que esta pueda ser aprovechada en diversos procesos de valorización. Estos van desde la elaboración de compostaje, la obtención de subproductos como harina, aceites de cáscaras o pectina, la fabricación de fibra dietética para alimento de ganado, o la elaboración de materiales como plásticos, papel y otros compuestos [5].

Ahora bien, con énfasis en la producción de pulpa de papel es importante que las cáscaras de residuos agrícolas presenten un alto contenido de celulosa por encima del 40% para que su valor se aproxime al de las fibras de maderas blandas y duras. Caso contrario ocurre con la lignina, pues se debe contar con la menor proporción posible o que sea reducida en el proceso. Al tratarse de un compuesto que ofrece dureza y resistencia a las fibras vegetales, se busca eliminarla para facilitar la adhesión de las fibras y formar las hojas del papel [12].

Esta información fue indicada por González *et al.* [16] en su investigación “Evaluación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel” donde evaluaron las características fisicoquímicas de 21 residuos orgánicos para identificar cuáles presentaban propiedades para utilizarse como pulpa de papel. Dentro de estos residuos se encontraban la cáscara de naranja, maracuyá, mango, entre otros. Se realizó una evaluación de las propiedades físicas de los residuos como humedad, densidad y volumen; así como propiedades químicas como celulosa, hemicelulosa y lignina. Como resultado se obtuvo que de los 21 residuos orgánicos unos 10 presentaban un contenido de celulosa mayor o igual al 40%, incluyendo las cáscaras de maracuyá, lo que indica que sus valores se acercan a la madera blanda y son adecuados para la producción de papel. Asimismo, el alto contenido de humedad (87%) y las pequeñas dimensiones que presentan las cáscaras (6,3 - 9,2 cm) resultan ideales para facilitar la obtención de la pulpa del papel.

Similares resultados obtuvieron Flórez y Rojas [17] en su investigación “Aprovechamiento potencial de residuos de la agroindustria caldense según su composición estructural”. Para este caso indican que en el departamento de Caldas (Colombia) se generan aproximadamente 712 mil toneladas anuales de residuos de frutos, entre los que se encuentran las cáscaras de maracuyá. Por ello propusieron diferentes aprovechamientos para 12 residuos orgánicos, iniciando con una caracterización de sus compuestos estructurales (celulosa, hemicelulosa y lignina) y no estructurales (materia seca y cenizas). Los resultados arrojaron que la proporción de celulosa presente en la cáscara de maracuyá es el doble que el contenido de lignina y de hemicelulosa, lo que las convierte en una potencial fuente para su aplicación en la industria papelera y en la elaboración de biomateriales, a diferencia de otros residuos agroindustriales evaluados como las cáscaras de piña, de mango y de tomate, los cuales no cuentan con los niveles necesarios para ser aprovechados para estos fines.

En una posterior investigación Rojas, Flórez y López [18] obtuvieron datos más exactos del análisis estructural de los desechos de cáscaras de maracuyá en su estudio titulado “Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales”. Su objetivo fue plantear posibles alternativas de aprovechamiento para 19 residuos generados en la agroindustria colombiana. En los resultados alcanzados determinó que la cáscara de maracuyá presentó un porcentaje de celulosa de $39,97 \pm 0,11$ en comparación al de hemicelulosa con un $18,38\% \pm 0,17$ y de lignina con un $19,45\% \pm 0,02$. Estos valores van acordes al estudio de [16] por lo que resulta factible utilizar cáscaras de maracuyá como insumo para la industria del papel, así como otros usos como en la industria de alcoholes para producir bioetanol o para la obtención de éteres y ésteres en la industria farmacéutica y alimenticio.

En base a estos estudios previos de la caracterización química de las cáscaras del maracuyá, Aparicio [6] en su investigación “Obtención de papel a partir de la cáscara del maracuyá (*Passiflora edulis*) y la evaluación de algunas propiedades físicas y químicas” estudió las condiciones del proceso para la elaboración de papel. Como resultado se obtuvo que a partir de 13,5 kg de cáscaras se produjo 1,736 kg de hoja de papel después de pasar por las etapas de recolección de las cáscaras, lavado, picado, remojo, molienda, cocción, escurrido, obtención de fibra y secado, representando un rendimiento de 12,86% de materia prima. Luego de ello se aplicaron un total de 27 experimentos para determinar las condiciones óptimas para el proceso de trabajo. Se establecieron parámetros como la concentración de pulpa en el tanque, temperatura y tiempo de secado, mientras que las variables estudiadas fueron el color, textura, resistencia y humedad. Realizados los experimentos, determinó que las condiciones ideales para la elaboración de papel fueron trabajar con una concentración de 500 g de pulpa a una temperatura de 40°C con un tiempo de 8 horas para el secado, obteniéndose una hoja de material de cartón rígido, con un peso de 17 g y con un gramaje de 280 g/m².

En cuanto a estudios realizados para obtener pulpa de papel a partir de residuos orgánicos con similares características, se encuentra la investigación de Suárez [19] “Obtención de pulpa de papel a partir de residuos de la naranja común y limón ponderoso”, donde se trabajó con pruebas de 75 g de materia prima y 525 L de solución de NaOH. Como resultado se obtuvo que el limón presentó un rendimiento de materia prima entre 16 a 47 %, mientras que el de la naranja estuvo entre 13 a 40 %, en ambos casos aplicando el método de sosa para la obtención de pulpa de papel, esto luego de pasar por un proceso que abarca la recuperación de aceites esenciales, secado, triturado, digestión, filtración, blanqueado y laminado. Asimismo, las condiciones de mayor eficiencia durante la digestión resultaron ser bajo una solución de NaOH de 20 g/L, con un tiempo de reacción de 2 horas, y a una temperatura de 90 °C. Finalmente, mediante criterios de semejanza geométrica se realizó el dimensionamiento de los equipos de laboratorio para equipos de nivel de planta industrial, diseñándose un tanque agitado para uso industrial en el proceso de digestión.

De igual manera, Ríos [20] en la investigación “Producción de papel artesanal a partir de residuos de cáscaras de naranja de las juguerías del Mercado Tahuantinsuyo - Independencia, 2017” propuso el uso de las cáscaras de este cítrico para elaborar papel con la finalidad de reducir el uso de la madera. Como resultado obtuvo una cantidad de 0,566 kg de hojas de papel artesanal a partir de 5 kg de cáscaras luego de pasar por las etapas de recolección de cáscaras, cortado, digestión, filtrado, lavado, licuado, laminado y secado, obteniendo un rendimiento promedio de 11,32% de materia prima. Asimismo, las condiciones de digestión más resultaron

ser a una concentración de 15 g/L de NaOH por un tiempo de 2 horas y a una temperatura de 90 °C. El gramaje del papel obtenido en las diversas pruebas estuvo entre 80 y 176 g/m², por lo cual se considera el producto como cartulina según la NTP 272.128 (2010).

Por su parte, Fetiva y González [21] en su investigación “Determinación de la viabilidad tecnológica del cáliz de uchuva (*Physalis peruviana*) para la elaboración de un material celulósico aprovechable en el diseño y desarrollo de envases para alimentos” se determinó la viabilidad de utilizar uchuva para elaborar cartón kraft. Primero se realizó una caracterización de residuo, determinándose que esté presente un porcentaje $44,44 \pm 1,67$ de alfa celulosa y de $21,2 \pm 0,13$ de lignina, es decir, valores similares al de la madera blanda, y al de cáscaras de cítricos como el maracuyá y naranja. Luego de ello, se procedió extraer el material celulósico y obtener la pulpa mediante un proceso de filtrado, lavado, molido, prensado, formado, secado y prensado en seco, obteniéndose un material de tipo cartón con un rendimiento de materia prima entre 36% a 44%. Durante la digestión, las condiciones de mayor eficiencia fueron bajo una concentración de 30 g/L de NaOH, por un tiempo de 4 horas y a una temperatura de 90 °C. Finalmente, se realizaron las pruebas de propiedades mecánicas del material, dando como resultado un gramaje de 292,35 g/m², un calibre de $0,73 \pm 0,56$ mm y una resistencia a la tensión de $2,89 \pm 0,77$ KN/m.

En cuanto a estudios de prefactibilidad, Guerra [22] en la investigación “Propuesta de aprovechamiento de la paja de arroz en la elaboración de papel en el departamento de Lambayeque” determinó la viabilidad de diseñar una planta procesadora de papel kraft para sacos a partir del residuo de la paja de arroz. Para ello, primero realizó el estudio de mercado para obtener la demanda del proyecto, resultado en un total de 2 421 toneladas anuales para la región con una participación del 48,1% del mercado. Luego de ello, procedió a determinar la localización de la planta, resultando como alternativa el distrito de Reque. Siguió con el estudio técnico donde determinó que el proceso industrial para la fabricación del papel estaría conformado por las etapas de selección, limpieza, digestión, lavado, centrifugado, refinado, desgote, prensado, secado y bobinado, logrando un rendimiento de materia prima del 30,9%. Mediante el método de Guerchet calculó que el área total necesaria para planta es de 323,5 m², y por último realizó el análisis económico y financiero, obteniendo un VAN de S/ 46 240,44, un TIR de 17% y un costo beneficio de 0,12 soles, demostrando que el proyecto de diseñar una planta industrial es económicamente viable.

Por su parte, Salazar [23] en la tesis titulada “Proyecto de instalación de una planta de procesamiento de papel bond A4 a partir del pinzote o raquis del banano orgánico y convencional en la región norte del Perú” determinó la viabilidad de instalar una planta para

procesar papel bond usando como materia prima desechos del plátano para sustituir la madera. Mediante un estudio de mercado determinó que la demanda del proyecto era de 9 538 toneladas anuales de papel bond A4 para el país, con una participación del 10% del mercado. Después de ello, determinó que la localización de la planta sería en las afueras de la ciudad de Piura, y mediante el estudio técnico estableció que el proceso para la fabricación del papel estaría compuesto por etapas de acondicionamiento del raquis como lavado y triturado, pasando por los procesos de pulpeado y blanqueado para obtener la pulpa, hasta la elaboración del papel bond desde la etapa de prensado hasta el bobinado y cortado, obteniendo un rendimiento de materia prima de 35% aproximadamente. En base al método de Guerchet obtuvo que la planta abarcaría un total de 823,75 m² de área total, y, por último, mediante el análisis económico y financiero obtuvo un VAN de S/ 26 001 476 y un TIR de 51%, demostrando que el proyecto de prefactibilidad es económicamente viable.

Por último, Dalvana *et al.* [24] en su investigación “Valorization of passion fruit peel by-product: Xylanase production and its potential as bleaching agent for Kraft pulp” utilizaron hongos *Araucaria* y cáscara de maracuyá para producir enzimas xilanadas, las cuales se usan como agentes blanqueadores para la pulpa Kraft en los procesos químicos para producir fibras de papel. Como resultado se obtuvo que al utilizar las cáscaras como sustrato se mejoraba la producción de xilanasa fúngica con un aumento de 7,89 veces en la actividad enzimática, y con ello se mejoraba el proceso de blanqueamiento de la pulpa Kraft con una eficiencia del 35,93% siendo este el primer estudio que muestra rendimientos altos de esta enzima utilizando residuos de cáscara de maracuyá.

Materiales y métodos

La investigación realizada fue de tipo descriptiva, no experimental y longitudinal, utilizando información secundaria como investigaciones de informes, revistas y libros, así como reportes estadísticos de sitios web oficiales.

Para realizar el primer objetivo, referente al estudio de mercado, se efectuó la metodología de Baca [25] para proyectos de prefactibilidad. Primero se definió el producto a comercializar y se analizó su situación en el mercado nacional tomando en cuenta características, propiedades, usos y productos sustitutos. Luego, se realizó el análisis de la demanda a través del estudio de las importaciones históricas entre el periodo 2014-2021, y su proyección a futuro mediante el método de Suavizamiento Exponencial Triple en base a [26]. De igual manera, se realizó el análisis de la oferta tomando en cuenta la producción nacional para el mismo periodo, y de la disponibilidad de materia prima en la empresa, para luego proyectar ambos datos mediante el método de mínimos cuadrados según [25]. Seguido, se determinó la demanda insatisfecha y la

demanda que el proyecto cubrirá en cuestión, y se realizó un análisis de los precios según su evolución histórica y su respectiva proyección mediante el método de descomposición de una serie temporal como indica [27], así como un plan de ventas basado en las proyecciones. Para todos estos puntos se recopiló información de fuentes secundarias tales como: Trade Map, SUNAT e INEI.

Para el segundo objetivo, en la parte de estudio técnico, se siguió también la metodología de Baca [25]. Se inició con el análisis de localización para establecer la ubicación de la nueva línea de producción. Para ello se efectuó un análisis a nivel macro referente a aspectos geográficos, socioeconómicos, de infraestructura y red de agua, y luego, se determinó los factores básicos para la localización del proyecto en base a [28]. En cuanto a la parte de ingeniería y tecnología, primero se determinó la capacidad de la línea, el plan de producción y el requerimiento de materiales considerando la disponibilidad de materia prima e insumos. Seguidamente, se estableció el proceso productivo para elaborar el cartón a partir de las cáscaras, los diagramas de procesos y el balance de materia según [6], [13] y [19] para luego hallar los indicadores de eficiencia por actividad. En seguida, se seleccionó la maquinarias y equipos de producción, se determinó los requerimientos de energía, de mano de obra y los indicadores de producción de la línea, se hizo el cálculo y la distribución de áreas mediante el Método de Guerchet y el Método SLP como indica [28], y se realizó el diseño del plano de la línea mediante el programa AutoCAD. Luego, se detalló el control de calidad para el producto terminado y se estableció los recursos humanos necesarios. Finalmente, se realizó una matriz de Leopold para evaluar el impacto ambiental del proyecto propuesto acorde a la metodología de [29].

Para el tercer objetivo, referente a la evaluación económica y financiera, se comenzó con la evaluación de la inversión total del proyecto siguiendo la metodología de Meza [30], donde se tuvo en cuenta la inversión fija (tangible) tales como construcciones, infraestructura, maquinaria, equipos de producción y mobiliario de oficinas; y la inversión diferida (intangibles) como estudios preliminares, instalaciones, gastos preoperativos, etc.; además se halló el capital de trabajo a través del método de déficit acumulado según [31]. Después, se realizó el presupuesto de ingresos y de costos a partir de las ventas y de los diversos gastos incurridos en el proyecto respectivamente, y se determinó el punto de equilibrio junto al estado de ganancias y pérdidas. Seguidamente se realizó la evaluación económica y financiera basada en el flujo de caja mediante el cálculo de los indicadores del VAN, TIR, TMAR y Costo Beneficio como indica [31], así como el periodo de retorno de la inversión, con el objetivo de determinar la viabilidad económica del proyecto. Por último, se llevó a cabo un análisis de sensibilidad para determinar las incertidumbres del proyecto en base a posibles imprevistos.

Resultados y discusión

Determinación de la demanda del proyecto

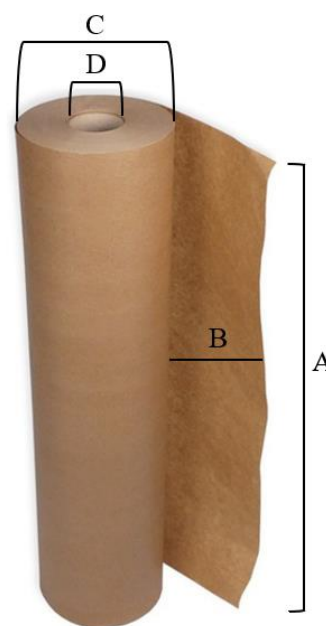
El producto en el mercado

De acuerdo con [6] el papel obtenido a partir de las cáscaras de maracuyá es de material de cartón sin estucar ni recubrir, el cual presenta características similares al papel kraft natural sin blanquear, pues se obtuvo de fibra virgen como son las cáscaras procesadas, y presentó un color de hoja de ocre café, un peso de 17 g y un gramaje de 280 g/m².

A partir de los datos mencionados se identifica que el papel obtenido se clasifica como cartón según la NTP 272.128 (2010), con características similares al kraft crudo que se utiliza en las cubiertas de los envases de cartones. Teniendo en cuenta su gramaje y sus aplicaciones, según la SUNAT el cartón se clasifica dentro de la subpartida 4804.11 que abarca el Papel y cartón para caras (cubiertas) (“Kraftliner”), crudos [11], y comercialmente se denomina kraftliner para caras cubiertas. En la tabla 1 se observa su ficha técnica, donde se detallan las características del producto en base a las exigencias del Instituto Nacional de Calidad (INACAL) [14] y de los criterios establecidos por la SUNAT [32] para su comercialización a nivel nacional.

Tabla 1. Ficha técnica del producto

Producto	Bobina de cartón kraftliner para caras cubiertas
Descripción	Cartón crudo, sin estucar ni recubrir, alisado en ambas caras y fabricado mediante proceso químico al sulfato (kraft)
Materia prima	Celulosa (cáscaras de maracuyá)
Presentación	Bobinas o rollos
Peso neto	300 kg
Medidas de bobina	1,15 m de alto (A) x 932 metros lineales (B)
Diámetro bobina	254 mm (C)
Diámetro tubo	75 mm (D)
Reciclable	100%
Gramaje	280 g/m ²
Espesor	387 ± 0,5 μm
Humedad	5 – 7%
Blancura	<45%
Opacidad	75% mínimo
Color	Ocre oscuro
Estallido Mullen	786,6 kPa
Índice de reventamiento	2,73 kPam ² /g.



Fuente: [14] y [32]

Para mantener la vida útil del producto es necesario que se almacene en áreas frescas y secas, lejos de fuentes de calor, de frío extremo o de la prolongada exposición a la luz solar y de altos niveles de humedad. Asimismo, presenta un ciclo de vida sostenible en el tiempo puesto que se puede reciclar y/o reutilizar después de su primer uso.

En referencia a los usos, según [33] las bobinas de kraftliner para cubiertas se utilizan como materia prima en la manufactura de diferentes productos tales como cajas sólidas de cartón (empaques para galletas, frutas secas, cajas de jabones, etc.), cartón corrugado (de cara simple o doble), cartón dúplex respaldo kraft (envases de detergente, cajas de zapatos, alimentos secos, cereales, recipientes de pizzas, snacks, hamburguesas, piezas de pollo, entre otros), estuches o cajas de uso específico, y empaques (productos frescos y congelados)

Respecto a sustitutos del producto, en el sector papelerero se encuentran productos como el papel testliner industrial, papel super liner, papel y cartón kraft, papel hecho de pulpa de bagazo de caña, papel y cartón hecho de fibras recicladas, etc., los cuales son utilizados también como materia prima e insumos en los negocios de cajas de cartón o empaques.

Por otra parte, de acuerdo con Fernández [34] entre los principales subproductos generados en la producción de papel y cartón kraft se encuentran los desechos de fibras como lignina y hemicelulosa, y principalmente el licor negro, el cual se trata de un líquido compuesto por resinas que deriva del proceso de cocción de la pasta kraft.

Una vez definido el producto a comercializar y sus características, se establecen los factores que determinan el área de mercado. Para este caso se tuvo en cuenta la demanda y la presencia de competidores que fabriquen productos similares y/o sustituto, obteniéndose que el área seleccionada será el mercado nacional de Perú, pues como menciona [7], este depende en gran medida de las importaciones de cartón para cubrir la demanda existente en el país ante la baja producción nacional. Ahora bien, existen factores que pueden limitar la comercialización, siendo los principales la ubicación lejana de los potenciales clientes, los cuales se concentran mayormente en la región de Lima, y la perspectiva del mercado hacia el producto, pues se trata de un cartón obtenido de un proceso sin antecedentes en el país.

Análisis de la demanda y oferta nacional

En la figura 1 se presenta el análisis de la demanda que se realizó a partir de las importaciones de cartones kraftliner para caras cubiertas. De acuerdo a [35], en el periodo 2014-2021 las importaciones históricas del producto siguieron una tendencia estacional con movimientos ascendentes y descendentes, de modo que, para calcular la demanda proyectada, se utilizó el método de Suavizamiento Exponencial Triple según [26], puesto que es el que más se ajusta a este tipo de tendencias y garantiza a su vez una asociación alta entre las variables de los años transcurridos y las cantidades importadas por medio de constantes de suavizamiento, obteniéndose como resultado un coeficiente de determinación (R^2) de 0,926 lo que confirma el adecuado uso del método (ver Anexo 1).

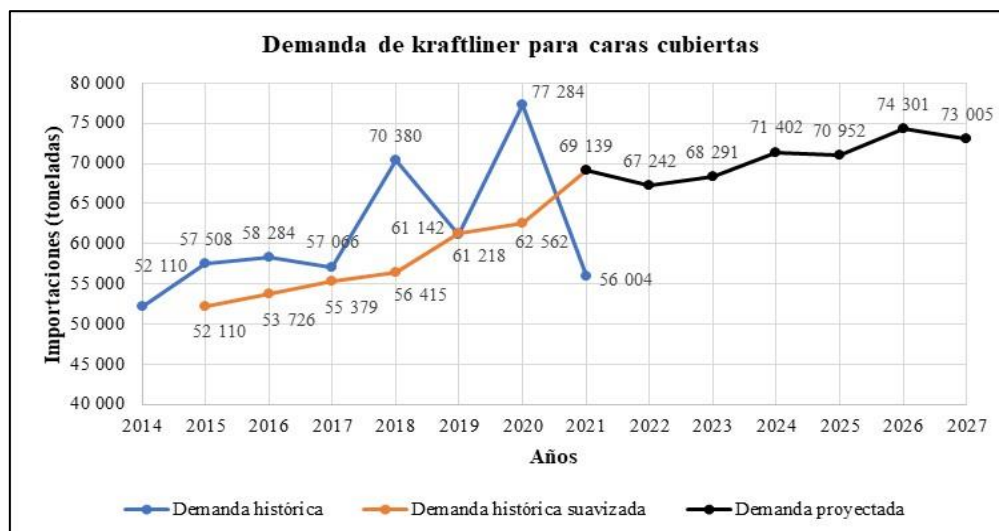


Figura 1. Análisis de la demanda de kraftliner para caras cubiertas
Fuente: Elaboración Propia

Por otro lado, en la figura 2 se puede apreciar el análisis de la oferta, la cual se realizó en base a la producción nacional de los cartones diversos, dentro de los cuales se encuentra el cartón kraftliner para caras cubiertas. Según el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), la producción histórica entre el año 2014 y el año 2020 presentó un crecimiento anual con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,8581 lo que indica que existe una asociación alta entre las variables de los años transcurridos y las cantidades producidas, motivo por el cual se utilizó el método de mínimos cuadrados como indica [25] para realizar la proyección de la oferta hasta el año 2027 (ver anexo 2).

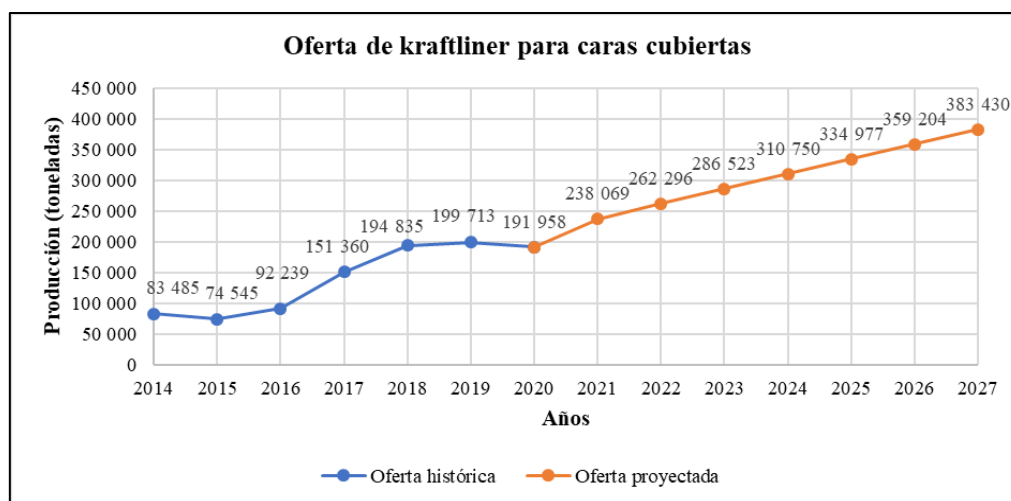


Figura 2. Análisis de la oferta de kraftliner para caras cubiertas
Fuente: Elaboración Propia

Ahora bien, para determinar la demanda que el proyecto puede abarcar también se consideró la cantidad de materia prima que se dispone en empresa para fabricar el cartón. Como se indicó en un inicio, del total de maracuyá que se procesa, el 60% corresponde a residuos de cáscaras,

de modo que, de las 164 838 toneladas procesadas del fruto durante el periodo 2016-2021 en la empresa, aproximadamente 98 904 toneladas quedaron como desechos. Según la data histórica [8], la cantidad anual procesada de maracuyá muestra un crecimiento lineal con un coeficiente de correlación (R^2) de 0,9155 lo que indica una asociación alta entre estas variables. Por ende, se empleó el método de mínimo cuadrados para realizar la proyección de la disponibilidad del fruto hasta el año 2027, lo cual permitió a su vez estimar las cantidades de cáscaras que se generarán en la empresa durante el mismo periodo (Ver Anexo 3).

Demanda del proyecto

La demanda que cubre el proyecto se determinó a partir de la disponibilidad de materia prima en la empresa y de la demanda insatisfecha del mercado nacional, es decir, de las importaciones del kraftliner para caras cubiertas, puesto que corresponden a las cantidades que el mercado requiere y que la producción del país no puede satisfacer.

En la Tabla 2 se observa la disponibilidad proyectada de maracuyá y de cáscaras, donde a partir de estas últimas se obtiene el cartón kraftliner con un rendimiento de 12,86% según [6], resultado que posteriormente se divide entre la demanda insatisfecha proyectada para obtener el porcentaje que el proyecto puede cubrir, lo cual resulta en un promedio de 3,37%.

Tabla 2. Demanda anual del proyecto

Años	Disponibilidad proyectada de maracuyá (t)	Disponibilidad proyectada de cáscaras (60%)	Kraftliner de caras cubiertas (12,86%)	Demanda Insatisfecha nacional (t)	Porcentaje que el proyecto cubre
2023	30 209	18 126	2 332	68 292	3,41%
2024	30 817	18 492	2 378	71 402	3,33%
2025	31 425	18 855	2 425	70 952	3,42%
2026	32 033	19 220	2 472	74 302	3,33%
2027	32 642	19 585	2 520	73 005	3,45%
Promedio					3,37 %

Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, el producto se comercializará en bobinas de 300 kg, por lo que, a partir de ello se calcula la cantidad de estas unidades hasta el año 2027, las mismas que se muestran en la tabla 3 que corresponde al plan de ventas, donde se obtiene que para el último año proyectado se producirán 8 400 bobinas de kraftliner.

Análisis de Precios

De acuerdo con TradeMap [35], en el periodo 2017-2021 el precio histórico de importación del kraftliner para caras cubiertas en el Perú muestra una tendencia con patrón estacional, con picos y valles de manera constante. Para la proyección se empleó el método de descomposición de una serie temporal, en este caso, de manera trimestral. Con ello se proyectó el precio del producto de los siguientes trimestres hasta el año 2027, y luego, se obtuvo el precio anual que

viene a ser el promedio de los trimestres calculados, dando como resultado que para el último año proyectado el precio es de \$ 659 (ver anexo 4).

Plan de ventas

El plan de ventas anual del proyecto se muestra en la tabla 3, el cual se realizó teniendo en cuenta las cantidades del producto que se pueden fabricar en base a la materia prima disponible, y de los precios proyectados.

Tabla 3. Plan de ventas anual del proyecto

Producto	Kraftliner para caras cubiertas			
	Proyección de las ventas en toneladas	Proyección de las ventas en unidades (bobina de 300 kg)	Proyección del precio (US\$/tonelada)	Ingresos (US\$)
2023	2 332	7 774	658,00	1 534 456,00
2024	2 378	7 927	658,00	1 564 686,23
2025	2 425	8 083	659,00	1 597 912,23
2026	2 472	8 239	659,00	1 628 845,04
2027	2 520	8 400	659,00	1 660 680,00

Fuente: Elaboración propia

Se concluye que, con el proyecto, se venderá una cantidad total de 12 127 toneladas de kraftliner para caras cubiertas, lo que equivale a 40 424 bobinas, obteniéndose un ingreso de ventas totales de US\$ 7 986 579,49. En cuanto a la comercialización del producto, esta será mediante canales directos, comenzando con su salida desde el almacén de la empresa hasta su distribución hacia las fábricas productoras nacionales de cartones. Asimismo, se empleará una estrategia de posicionamiento, donde el producto será promovido como un cartón hecho de fibras naturales, resaltando una imagen de calidad y de valor agregado para diferenciarlo de la competencia.

Estudio técnico-tecnológico para diseño de la línea de producción

Localización de la línea de producción

Para determinar la ubicación de la nueva línea se realizó el estudio de localización tomando como base que la empresa agroindustrial cuenta con su propio terreno disponible, situado en la Av. Panamericana Norte km 2,5 en el distrito de Olmos, región de Lambayeque. Actualmente sirve como sede para su planta de elaboración de jugos y concentrados de frutos tropicales, con un área total de 105 583 m², de los cuales 3 793,59 m² son área libre sin utilizar [36].

En base a esta data, se realizó el estudio de macrolocalización a nivel del departamento de Lambayeque, por ser la región donde se ubica la empresa, evaluando aspectos geográficos, socioeconómico [37], y de infraestructura [38]. En cuanto al estudio de microlocalización, se analizó el distrito de Olmos, por ser la ciudad donde se sitúa el terreno, determinándose que, dentro de este se cuenta con acceso a factores básicos como la disponibilidad de materia prima, mano de obra, abastecimiento de electricidad y agua, acceso a vías de comunicación y

transporte, y condiciones geográficas favorables. De este modo, se estableció que la nueva línea de producción se ubicará dentro del terreno de la misma empresa, donde se contará con acceso directo a las cáscaras salidas del procesamiento del maracuyá, así como a los recursos, servicios e instalaciones existentes en la misma planta. (Ver Anexo 5).

Plan de producción y requerimiento de materiales

Ahora bien, para determinar la tecnología necesaria para la instalación nueva línea primero se estimó la capacidad de esta, teniendo en cuenta que se laborará en un solo turno de 8 horas al día, durante 20 días al mes y los 12 meses del año. La capacidad diseñada se obtiene de la máxima producción teórica, es decir, la producción del año 2027 puesto que es la mayor cantidad demanda del proyecto, la cual es de 2 520 toneladas, siendo esta de 10,5 toneladas/día lo que equivale a 35 bobinas/día. Por su parte, la capacidad efectiva o real se tomó de la producción del primer año, el cual es de 2 332 toneladas siendo esta de 9,72 toneladas/día, que en unidades resulta 32 bobinas/día. De este modo, se obtiene que la capacidad utilizada durante el primer año de producción en la nueva línea es de 92,57%. (Ver Anexo 6).

Respecto al plan de producción, este se estima en base a plan de ventas del proyecto en unidades (ver tabla 2). No se toma en cuenta la estacionalidad del maracuyá puesto que la empresa procesa este fruto durante los 12 meses del año en su actual línea de producción de jugos concentrados, por lo tanto, se cuenta con disponibilidad de materia prima durante todos los meses. Asimismo, por política de la empresa se considera un inventario de un mes de producción más baja como stock de seguridad, equivalente a 648 bobinas, las cuales serán procesadas durante los 2 primeros meses. En la tabla 4 se señala la cantidad de bobinas que se producirán en el periodo 2023 – 2027.

Tabla 4. Plan producción en unidades para el periodo 2023-2027

Período	Inv. Inicial	Producción	Inv. Total	Ventas	Inv. Final
Enero	0	972	972	648	324
Febrero	324	972	1 296	648	648
Marzo	648	648	1 296	648	648
Primer trimestre	0	2 592		1 944	
2° Trimestre	648	1 944	2 592	1 944	648
3° Trimestre	648	1 944	2 592	1 944	648
4° Trimestre	648	1 944	2 592	1 944	648
1 Año	0	8 422		7 774	
2 Año	648	7 927	8 575	7 927	648
3 Año	648	8 083	8 732	8 083	648
4 Año	648	8 239	8 887	8 239	648
5 Año	648	8 400	9 048	8 400	648
Inventario 1 mes	648				

Fuente: Elaboración propia

El requerimiento de materiales se muestra en la tabla 5, donde se determinó que por cada bobina de 300 kg que se debe producir, se requiere como insumos directos de 2,332 toneladas de cáscaras de maracuyá y de 0,229 toneladas de Hidróxido de Sodio (NaOH), mientras que como insumos indirectos se necesita de una unidad de tubo para enrollar la bobina y de 2,20 m² de envoltura para embalaje.

Tabla 5. Requerimiento de materiales para la producción de una bobina de 300 kg de kraftliner de caras cubiertas

INSUMO	Unidad de compra	Índice de consumo	Valor unitario de compra (US\$)	Material por unidad (US\$)
Materiales directos				
Cáscaras de maracuyá	Tonelada	2,332	0,76	1,77
Hidróxido de Sodio	Tonelada	0,229	100,00	22,29
Subtotal				24,06
Materiales indirectos				
Tubo de Bobina	Unidad	1	19,70	19,70
Envoltura	m ²	2,20	0,05	0,11
Subtotal				19,81
Total				44,48

Fuente: Elaboración propia

Teniendo en cuenta el plan de producción anual detallado en la tabla 4, se estima que para el periodo 2023-2027 el requerimiento de materiales será de 95 776 toneladas de cáscaras de maracuyá, de 9 405,22 toneladas de NaOH, de 40 423 tubos para bobina, y de 90 355 m² de envoltura en total (ver anexo 7).

Proceso productivo

La secuencia del proceso productivo para fabricar al kraftliner para caras cubiertas se definió a través de un diagrama de operaciones (DOP) y diagrama de flujo (ver anexo 8), los cuales detallan las diferentes etapas del proceso que se describen a continuación, según [6] y [13]:

Recepción de materia prima. Las cáscaras de maracuyá se obtienen de los desechos provenientes de la línea de jugos y concentrados del mismo fruto que se realiza en la planta de la empresa con sede en Olmos. Estas actualmente se almacenan dentro de sacos que se colocan sobre parihuelas de madera hasta su posterior entrega a la EO-RS, por lo que ahora se utilizarán montacargas que transportarán los residuos en los mismos sacos hasta la línea de cartón.

Selección. La cáscara que ingresa ya ha pasado por una etapa de selección previa en la línea de jugos y concentrados, sin embargo, se realizará una nueva selección para la línea de cartón con la finalidad de eliminar y separar posibles desechos e impurezas como pedúnculos, tierra o polvo. Esta tarea la realizará un operario que, de manera visual, irá seleccionando las cáscaras que pasan sobre una faja industrial, la cual avanza según el ritmo del proceso y transporta los residuos de manera dispersa. Asimismo, se contará con un tanque de recepción previo, el cual

se conectará directamente con la faja, lo que permitirá descargar las cáscaras desde los sacos al inicio del proceso y alimentar la banda constantemente.

Limpieza. Las cáscaras provenientes de la selección pasan a una fase de limpieza para remover los residuos y suciedad de estas. Para este caso por lo que se utilizará una máquina con agua lavadora para eliminar cualquier partícula extraña.

Picado. Se cortan las cáscaras mediante una picadora industrial con cortes desde 3 a 15 mm dependiendo de la medida requerida y del grosor de esta. Esta fase influye de manera positiva sobre la operación de molienda que sigue posteriormente pues facilita la reducción del tamaño de las partículas sólidas.

Molienda. Consiste en reducir de tamaño los pedazos de materia prima con el fin de ayudar a que el líquido alcalino penetre en las fibras y se reduzca el tiempo de la cocción. Para ello se hace uso de un molino industrial para cáscaras que reduce los trozos en un 40% de su tamaño. Durante esta operación se generan mermas como fibras atrapadas en el molino [6].

Digestión. Para obtener la pulpa kraft, las cáscaras son sometidas a una alta presión y se cuecen con Hidróxido de Sodio (NaOH) para eliminar la lignina y liberar las fibras de celulosa en máquinas industriales conocidas como digestores. De acuerdo con [19], para conseguir una pulpa kraft de buena calidad a partir de cáscaras de cítricos, estas se deben cocer por un tiempo de 1 hora 30 min, a una temperatura de 90 °C y con una relación de 1:5 entre el volumen de materia prima y de NaOH, bajo una concentración de 20 g/L de solución, esto con la finalidad de digerir las cáscaras y separar la lignina. El proceso es tipo batch, y al finalizar se obtiene la pulpa y el subproducto residual conocido como licor negro. Ambos se separan, y este último, tal como indica [34], pasa por un tratamiento de evaporación y combustión con la finalidad de eliminar su contenido de agua y recuperar los químicos utilizados en la digestión en forma de sólidos fundidos, los cuales se eliminan mediante una EO-RS.

Lavado. la pulpa que sale de la digestión se lava con agua en una relación de 4:1 hasta que alcance un pH neutro con un valor entre 7 y 8. Esta fase es muy importante puesto que permite purificar la pulpa y eliminar posibles contenidos de lignina y sustancias químicas utilizadas durante la digestión. Según [6], de no efectuarse correctamente este proceso, el cartón resultante será quebradizo y susceptible a ser infectado con hongos sobre su superficie.

Refinado u obtención de la fibra. La pasta pasa a una etapa de refinado donde las capas exteriores de las fibras se hinchan y disminuyen su longitud debido a los cortes, favoreciendo su unión por puentes de hidrógeno. El refinado es una de las operaciones más importante en la fabricación de papel puesto que las fibras adquieren mayor flexibilidad y capacidad de enlace, lo que mejora la cohesión y la formación de las hojas de cartón, definiendo a su vez la resistencia

que tendrá el producto. Según [39] durante esta etapa se produce un promedio de 5% de pérdidas referentes a fibra como lignina residual.

Laminado. Las fibras pasan a través de una tela en marcha y unos pares de cilindros que van ejerciendo presión sobre estas de manera que forman láminas de cartón, consiguiendo una estructura más uniforme en la formación de la hoja.

Prensado. En esta etapa las hojas se comprimen mediante una serie de grandes rodillos de acero que eliminan hasta más de la mitad del agua que sigue presente en estas, logrando el grado de espesor y homogeneidad requeridos [13]. Al final del proceso, las hojas de cartón presentan un grado de humedad de 10 -15 % y ya se pueden sostener por sí mismas.

Secado: El cartón pasa por cilindro secador calentado por vapor para absorber la humedad restante de las paredes de las fibras con el fin de garantizar una deshidratación homogénea.

Lisado: El producto pasa por una calandra, la cual consta de una serie de rodillos de acero que presionan ambos lados del cartón para alisar las fibras de la superficie exterior de las caras y mejorar la calidad de este [13]. Al finalizar esta operación, el grado de sequedad ideal del cartón es del 95%.

Bobinado. El cartón se enrolla en tubos mediante una máquina rebobinadora, formando las bobinas de 300 kg con dimensiones de 1,15 m de ancho x 932 m lineales.

Embalaje y almacenado. Las bobinas de cartón se embalan en una envoltura impermeable mediante una máquina diseñada para embalar rollos para asegurar su protección.

Igualmente, en la figura 3 se muestra el balance de materia prima de acuerdo con la capacidad diseñada diaria de la línea y al requerimiento de materiales (ver tabla 4), lo cual resulta en una entrada de 10 206 kg/hora de cáscaras de maracuyá para obtener 35 bobinas/día en un turno de 8 horas, presentando un rendimiento final de 12,86% aproximadamente.

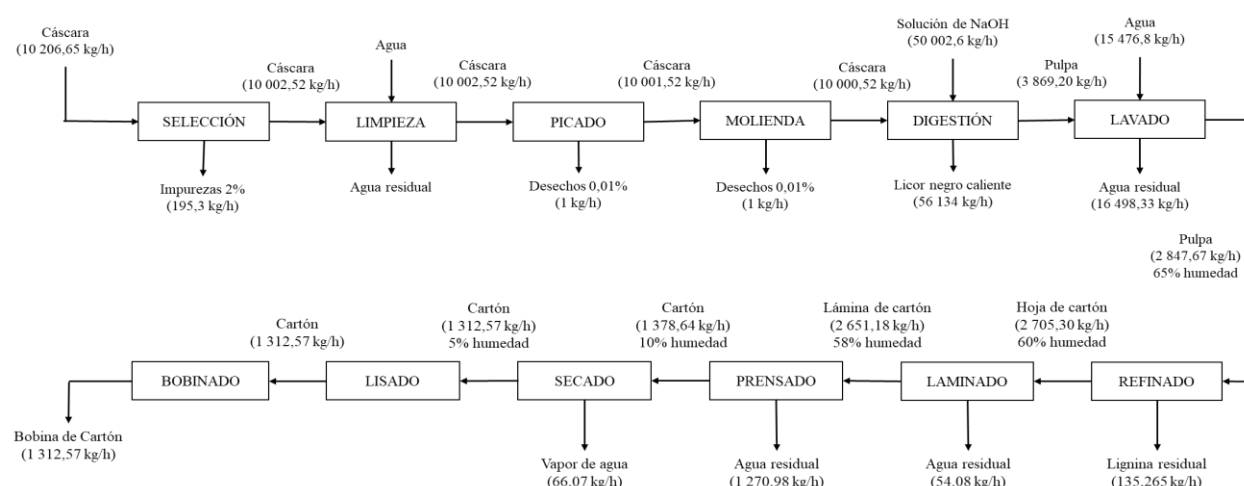


Figura 3. Balance de materia prima para el cartón de cáscara de maracuyá

Fuente: Elaboración propia. En base a [6], [13], [19] y [39]

En base al balance se obtuvieron los indicadores de eficiencia por actividad, siendo las etapas de limpieza, picado, molienda, lisado y bobinado las que presentan una eficiencia de 100%, seguidas de la selección y el laminado con 98%, y del refinado y secado con 95%; mientras que las actividades que menor eficiencia muestran son las etapas de digestión con 38,69%, el lavado con 73,60% y el prensado con 52% (ver Anexo 9).

Requerimiento de maquinaria y equipos

Para la selección de la maquinaria de producción, se consideró principalmente los criterios de capacidad, dimensiones, consumo energético, precio, país de procedencia y garantía, procurando que sean máquinas destinadas para la industria del papel y cartón. De igual forma, se estimó la cantidad de cada máquina en base a la producción por hora calculada en el balance de materia (ver figura 3), dando como resultado que se requiere de una sola máquina en todas las etapas, con excepción de la digestión, donde se necesitará de hasta 4 digestores. Asimismo, se requerirá de equipos como balanzas para pesaje, de un montacargas y de tanques de mezcla para obtener la solución de NaOH que se destina al proceso de digestión (ver Anexo 10).

Respecto al proceso de tratamiento para el licor negro, se necesitará de 3 evaporadores para remover el agua en exceso del efluente y aumentar su concentración de sólidos, y de 1 caldera de recuperación cuyo fin es aprovechar el calor resultante de incinerar la parte orgánica del licor para generar vapor, y recuperar la parte inorgánica en forma de sólidos fundidos [34].

En la tabla 6 se calculó el consumo de energía eléctrica para la maquinaria, teniendo en cuenta un turno de 8 horas de trabajo al día, lo cual resulta en un requerimiento de 3 656,8 kWh.

Tabla 6. Requerimiento de energía por cada máquina

Maquinaria	Cantidad	Consumo por unidad (kWh)	Horas/día (8h)	Consumo diario (kWh)
Faja de selección	1	4	8	32
Máquina de limpieza	1	22	8	176
Cortadora Industrial	1	3,7	8	29,6
Molino de martillos	1	75	8	600
Digestor	4	7,5	8	240
Lavadora industrial	1	75	8	600
Refinadora	1	5	8	40
Laminadora	1	130	8	400
Rollo de prensa	1	10	8	80
Cilindro Secador	1	5,5	8	44
Calandra	1	11	8	88
Rebobinadora	1	15	8	120
Máquina de embalaje	1	2,3	8	18,4
Evaporador	3	20	8	480
Caldera de recuperación	1	8,6	8	68,8
Total diario (kWh)				3 656,8

Fuente: Elaboración propia

Indicadores de producción

Teniendo en cuenta la capacidad diseñada de la línea, las capacidades de las máquinas y las cantidades del producto a fabricarse según el plan de ventas, se calcularon los indicadores de producción de la línea de cartón, dando como resultado que el tiempo ciclo es 16 min/tonelada y se presenta en la etapa de refinado, necesitándose de 8 estaciones de trabajo para balancear la línea con una eficiencia de 89,90% además de requerirse de 13 operarios para el trabajo, los cuales se determinaron de acuerdo al tiempo de flujo equilibrado de las operaciones según [40]. Asimismo, se obtuvo una productividad de materia prima de 12,89% y una productividad de mano de obra de 2,69 bobinas/día*operario. Respecto a los indicadores para el tratamiento del licor negro, se obtuvo un tiempo ciclo de 4 min/tonelada en la etapa de combustión, necesitando con una sola estación de trabajo y de únicamente 2 operarios para la labor. (Ver anexo 11).

Distribución de planta

La línea de producción se ubicará dentro del terreno de la empresa agroindustrial con sede en Olmos, la cual cuenta con las siguientes áreas ya definidas: área de almacén para insumos y productos terminados, área de producción de concentrados y congelados, oficinas para los involucrados en producción, oficinas administrativas, área de baños y vestuarios, comedor para el personal, áreas verdes, estacionamiento y un área de vigilancia.

Para el presente proyecto solo se crearán nuevas áreas de fábrica destinadas a la producción del cartón, ya que se trata de un proceso con diferentes características a los jugos y que requiere a su vez de insumos, operarios, delimitaciones y especificaciones propias, así como una nueva área de oficinas y de servicios que incluye baños y vestidores para el personal de la nueva línea.

El tipo de distribución a seguir será por producto puesto que se trata de un trabajo continuo, en su mayoría automatizado y que sigue una secuencia de operaciones según el flujo por el que este pasa. Además, la distribución de la maquinaria de producción será lineal en forma de U por la contigüidad que se requiere entre estas, donde una depende de la anterior para fabricar el producto en cuestión [28].

Ahora bien, conocido el proceso y la tecnología requerida, se diseñaron las áreas que conforman la línea de producción mediante el Método de Guerchet según [25] y el Reglamento Nacional de Edificaciones [41] (ver anexo 12), las cuales quedan de la siguiente manera:

Área de producción: Espacio donde se realizará la fabricación del cartón kraftliner para caras cubiertas, abarcando a los operarios, equipos y maquinaria necesaria para llevar a cabo el proceso productivo, teniendo en cuenta que esta última sigue una distribución en forma de U y que se requiere de espacio para la recepción de la materia prima,

Área de tratamiento del licor negro: Corresponde al lugar donde se realizará el tratamiento del licor negro resultante de la etapa de digestión para eliminar el exceso de agua y recuperar los químicos en forma de sólidos fundidos, contando con espacio para los operarios y las máquinas requeridas.

Almacén de insumos: Se contará con un almacén propio para guardar los insumos tales como el Hidróxido de Sodio (NaOH) y los tubos para las bobinas, Para el cálculo del área se tiene en cuenta los requerimientos de insumos, donde se necesita de 228,56 kg de NaOH por unidad para 175 bobinas/semana (capacidad diseñada), resultando en un total de 39 998 kg de NaOH, los cuales se adquieren en sacos de 25 kg, por lo que se contará con 1600 sacos/semana. Estos se apilan sobre pallets, los cuales pueden cargar 1 200 kg, por lo que se pueden apilar 48 sacos, dando como resultado un total de 34 pallets para almacenar el NaOH. De igual manera para los tubos, se necesita una unidad por cada bobina de cartón producida, por lo que se requiere de 175 tubos/semana. Como cada tubo pesa 33 lb equivalente a 14,97 kg, entonces cada pallet puede cargar hasta 80 tubos, dando como resultado un total de 3 pallet. Aparte, también se considera el espacio para una balanza de pesaje, un montacargas y para los operarios.

Almacén de producto terminado: Área donde se almacenarán las bobinas de cartón después de su fabricación. Para el cálculo se tiene en cuenta el inventario de un mes por política de la empresa, por lo que se almacenarán 648 bobinas al mes, las cuales se apilarán verticalmente en lotes homogéneos, teniendo en cuenta que por normativa no se puede superar una altura máxima de 7,50 metros. Como las bobinas presentan una altura de 1,15 metros, se podrán apilar hasta un máximo de 6 unidades una encima de otra, lo cual resulta en un total de 108 apilamientos, además de considerar espacio para una balanza, un montacargas y para los operarios

Área de mantenimiento: Espacio donde se realizarán labores de mantenimiento para las partes de maquinaria y equipos de la línea de producción. Contará únicamente con el supervisor de mantenimiento y con el espacio para estante de herramientas y mesa de trabajo

Área de control de calidad: Lugar donde se llevará el control de los parámetros de calidad de las bobinas de cartón, contará espacio para el supervisor de calidad y un asistente, además del mobiliario de trabajo respectivo.

Oficinas administrativas: Área donde se encontrará el jefe de planta y el supervisor de producción de la nueva línea de cartón, cada uno con su propia oficina delimitada, desde donde llevarán a cabo sus labores administrativas y contarán con el mobiliario necesario como escritorio y sillas.

Área de servicios higiénicos: Se toma como base la norma A.060 del Reglamento Nacional de Edificaciones, el cual especifica la cantidad de servicios higiénicos de acuerdo con la

cantidad de trabajadores presente en un área, teniendo en cuenta a su vez que no deben estar ubicados a una distancia mayor a 30 m del puesto de trabajo más lejano. Se consideran lavatorios, urinarios e inodoros tanto para hombres como para mujeres. De igual manera, se contará con área de vestidores, donde los operarios se vestirán para cada turno laboral, y contará un mobiliario formado por lockers, bancas y duchas.

El resumen de las áreas para la línea de producción de cartón se muestra en la tabla 7, donde se obtiene un área total de 1 348,22 m².

Tabla 7. Resumen de las áreas de la línea de producción de cartón

ÁREAS	Total
Área de Producción	580,32 m ²
Área de Tratamiento de Licor Negro	156,58 m ²
Almacén de Insumos	293,80 m ²
Almacén de Producto Terminado	220,56 m ²
Área de Mantenimiento	12,32 m ²
Área de Control de Calidad	25,27 m ²
Oficina de Jefe de Planta	12,19 m ²
Oficina de Supervisor de Producción	12,19 m ²
SS. HH para hombres	10,73 m ²
SS. HH para mujeres	9,54 m ²
Área de Vestidores	14,72 m ²
Total	1 348,22 m²

Fuente: Elaboración propia

Una vez calculo el tamaño de todas las áreas, se determinó la distribución que estas deben seguir mediante el método Systematic Layout Planning (SLP) [28], considerando valores y simbología estándares para establecer la proximidad entre estas (ver anexo 12).

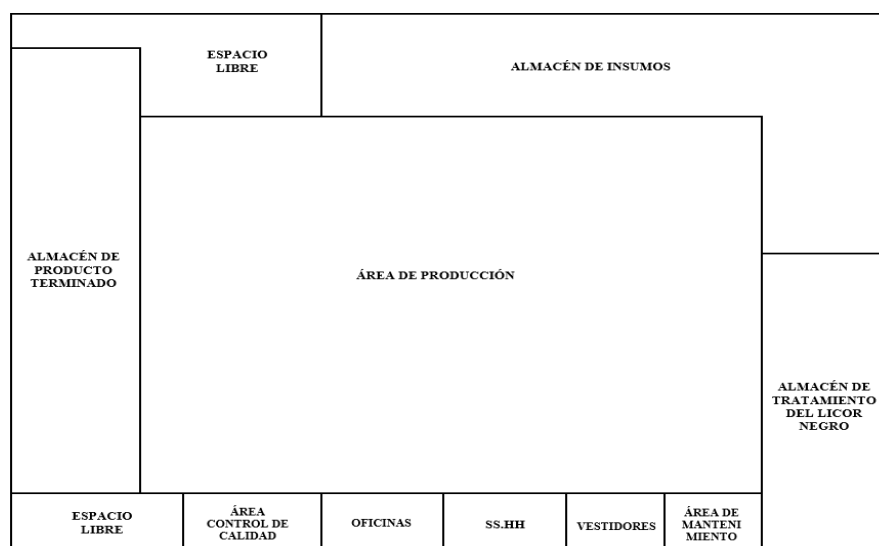


Figura 4. Distribución de áreas de la línea de producción

Fuente: Elaboración propia

Como resultado el croquis de la figura 4, el cual se utilizó como modelo base para diseñar el plano general de la línea (ver anexo 13)

Control de calidad

Luego de definir el proceso de producción del cartón kraftliner para caras cubiertas, se debe garantizar un control para cumplir los estándares de calidad que exige el mercado. En primera instancia, tomando en cuenta que la mayor parte del proceso productivo es automatizado, será necesario llevar un programa de mantenimiento periódico a toda la maquinaria de la línea con la finalidad de evitar paradas inesperadas o desperfectos que afecten sobre calidad final del producto. Respecto a este último, se debe garantizar que el cartón fabricado cumple con los parámetros que demanda la normativa vigente en el país para su comercialización descritos en la NTP 272.128 (2010) regulada por el INACAL [14] y en la R-001536-2007 emitida por la SUNAT [32], que establecen lo siguiente: el producto debe presentar un gramaje de 280 g/m², una resistencia al estallido Mullen de 786,6 kPa, un contenido de humedad de 5 - 7%, un calibre de 387 ± 0,5 µm, y un color ocre oscuro con una blancura menor al 45%.

Recursos humanos

La estructura organizacional de la empresa agroindustrial consta del Gerente General con una secretaria general y las jefaturas de campo, administración, producción, calidad, RR. HH y SOOMA. A estas áreas de trabajo ya definidas solo se le añadirá un nuevo personal destinado únicamente para el manejo de la línea de producción de cartón, puesto que, si bien la empresa ya cuenta con su propio recurso humano, este se encuentra destinado y capacitado para el proceso de jugos y extractos, el cual presenta características y requerimientos diferentes al proceso del cartón, por ende, se requerirá de nuevo personal especializado en el control y trabajo de este de este último. Por ello, se contará con nuevos trabajadores como los operarios de maquinaria, un jefe de planta, un supervisor de producción y un supervisor de calidad y su respectivo asistente, los cuales formarán parte de las áreas ya existentes en la empresa, como el área de compras, ventas, seguridad y mantenimiento, donde trabajarán en conjunto con estas para una correcta gestión de la línea (ver anexo 14).

Evaluación de impacto ambiental

Para el análisis ambiental se realizó la matriz de Leopold, evaluando las actividades del proyecto en las fases de construcción, operación y cierre. Como resultado se obtuvo que los factores de mayor impacto negativo son la generación de residuos sólidos y el consumo de agua, mientras que como impacto positivo se encuentra la generación de empleo (ver anexo 15).

Ahora bien, en base este análisis se planteó un tratamiento para cada uno de los residuos generados durante la producción del cartón kraftliner, siendo el más importante el proceso para tratar el licor negro, el cual constará de una evaporación y una combustión. Según [42], las condiciones de este tratamiento constan de eliminar primero el exceso de humedad del efluente

al 40% durante la evaporación, con el fin de concentrar el licor hasta el 24% de su peso inicial. Luego, este se pulveriza en la caldera de recuperación a una temperatura de 120 °C, donde por cada parte de licor concentrado se debe utilizar 2,4 parte de aire. En este punto, los componentes orgánicos presentes en su estructura (lignina, ácidos, etc.) reaccionan con el oxígeno (O₂) y se calcinan, liberando 1 parte de vapor por cada 2 partes de licor negro concentrado, cantidad que se puede aprovechar para la evaporación el efluente en la etapa anterior y volver cíclico el tratamiento. Por su parte, los componentes inorgánicos restantes del licor (NaOH, sales, etc.), que equivalen al 20% del efluente concentrado, se recuperan del fondo de la caldera como sólidos fundidos, los cuales son eliminados mediante una EO-RS (ver anexo 15).

De igual manera, para los demás residuos también se seguirán sus respectivos tratamientos, empezando por las impurezas y los desechos generados durante las etapas de selección, picado y molienda, que serán dispuestos mediante la misma EO-RS para la elaboración de compostaje. Por su parte, el agua residual proveniente de la etapa de limpieza será tratada siguiendo el Plan de Manejo Ambiental de la empresa, el cual indica que los efluentes industriales deben ser descargados al alcantarillado con una previa filtración y neutralización [36]. La lignina residual del refinado será quemada junto al licor negro concentrado en la caldera de recuperación para obtener los fundidos que luego se entregarán a la EO-RS. Por último, las aguas residuales proveniente de las etapas del lavado, laminado y prensado serán neutralizadas aparte antes de ser eliminadas en el alcantarillado, por motivo de que el pH es más alto que el de las aguas normales y requieren de equipos especiales para ser tratadas.

Evaluación económica y financiera de la propuesta

Se comenzó definiendo la inversión para llevar a cabo el presente proyecto, dividiéndose esta en tangible e intangible (ver anexo 16), y en el capital de trabajo, el cual resulta en una cantidad de \$ 813 379,98 para el primer año, considerando costos de producción y los demás gastos requeridos, menos los de carácter administrativo, pues todo el personal contratado es netamente para producción, tal como se observa en la tabla 8. Con la suma de todos estos montos se obtiene que la inversión total asciende a \$ 1 625 726,05 donde el 70% es cubierto por el promotor del proyecto, es decir, la empresa agroindustrial, considerando que esta presenta un historial libre de deudas y que se trata de una instalación extra en su propio terreno y, por ello, asume la mayor parte de la inversión, mientras que el 30% restante será asumido por una entidad bancaria mediante préstamo, tal como se resume en la tabla 9. Ahora bien, según la información en línea consultada de los principales bancos, el que presenta la tasa de interés más baja es el Banco Scotiabank, con una tasa anual de 7,27% [43], y como el financiamiento será durante los 5 años proyectados, se tendrá una amortización anual de \$ 97 543,52.

Tabla 8. Capital de trabajo del proyecto

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>INGRESOS</i>	\$ 1 534 456,00	\$ 1 564 724,00	\$ 1 598 075,00	\$ 1 629 048,00	\$ 1 660 680,00
TOTAL INGRESOS	\$ 1 534 456,00	\$ 1 564 724,00	\$ 1 598 075,00	\$ 1 629 048,00	\$ 1 660 680,00
<i>EGRESOS</i>					
Costos de Producción	\$ 542,666,85	\$ 544 713,04	\$ 546 803,71	\$ 548 894,38	\$ 551 029,53
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Comercialización	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00
Gastos Financieros (Intereses)	\$ 28 365,65	\$ 21 274,24	\$ 14 182,83	\$ 7 091,41	\$ -
GF (Amortizaciones)	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51
TOTAL EGRESOS	\$ 721 076,02	\$ 716 030,79	\$ 711 030,04	\$ 706 029,30	\$ 701 073,04
SALDO (Déficit / Superávit)	\$ 813 379,98	\$ 848 693,21	\$ 887 044,96	\$ 923 018,70	\$ 959 606,96
UTILIDAD ACUMULADA	\$ 813 379,98	\$ 1 662 073,20	\$ 2 549 118,15	\$ 3 472 136,85	\$ 4 431 743,81

Fuente: Elaboración propia

Tabla 9. Inversión y financiamiento del proyecto

Descripción	Inversión Total \$	Promotor del Proyecto \$	Financiamiento
CAPITAL DE TRABAJO	\$ 813 379,98	\$ 69 365,99	\$ 244 014,00
<i>Inversión Tangible</i>			
Construcciones	\$ 337 773,14	\$ 236 441,20	\$ 101,331,94
Infraestructura industrial	\$ 55 113,22	\$ 38 579,25	\$ 16,533,96
Maquinaria	\$ 259 190,00	\$ 181 433,00	\$ 77,757,00
Equipo de Producción	\$ 36 347,00	\$ 25 442,90	\$ 10,904,10
Mobiliario y equipos de Oficina	\$ 5 406,38	\$ 3 784,46	\$ 1,621,91
Total Inversión Tangible	\$ 693 829,74	\$ 485 680,82	\$ 208 148,92
<i>Inversión Intangible</i>			
Estudios preliminares del proyecto	\$ 5 000,00	\$ 3 500,00	\$ 1 500,00
Gastos Pre operativos	\$ 5 122,50	\$ 3 585,75	\$ 1 536,75
Capacitaciones	\$ 4 625,00	\$ 3 237,50	\$ 1 387,50
Instalación eléctrica y sanitaria	\$ 26 353,30	\$ 18 447,31	\$ 7 905,99
Total Inversión Intangible	\$ 41 100,80	\$ 28 770,56	\$ 12 330,24
Imprevistos 5%	\$ 77 415,53	\$ 54 190,87	\$ 23 224,66
INVERSIÓN TOTAL	\$ 1 625 726,05	\$ 1 138 008,23	\$ 487 717,81
Porcentaje	100%	70,00%	30,00%

Fuente: Elaboración propia

Por otra parte, en la tabla 10 queda proyectado el estado de ganancias y pérdidas del proyecto considerando los ingresos de ventas, la depreciación de los activos tangibles (ver anexo 17), los diversos gastos que conforman el capital de trabajo, tales como los costos de producción, gastos comerciales y gastos financieros (ver anexo 18, 19 y 20 respectivamente), y el impuesto a la renta que corresponde al 30% en el país, obteniéndose que para el primer año la utilidad neta es de \$ 601 298,03 mientras que en el quinto año resulta en \$ 703 656,92. Del mismo modo, se

halló el punto de equilibrio económico del proyecto con el fin de determinar el momento exacto en que se empezará a generar utilidades y a recuperar la inversión, siendo este de 419 toneladas equivalente a 1 397 bobinas durante el primer año (ver Anexo 21).

Tabla 10. Estado de Ganancias y Pérdidas

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS TOTALES	\$ 1 534 456,00	\$ 1 564 724,00	\$ 1 598 075,00	\$ 1 629 048,00	\$ 1 660 680,00
COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 542 666,85	\$ 544 713,04	\$ 546 803,71	\$ 548 894,38	\$ 551 029,53
UTILIDAD BRUTA	\$ 991 789,15	\$ 1 020 010,96	\$ 1 051 271,29	\$ 1 080 153,62	\$ 1 109 650,47
Gastos Administrativos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de Comercialización	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00
Depreciación	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51,926.31
UTILIDAD OPERATIVA	\$ 887 362,84	\$ 915 584,65	\$ 946 844,98	\$ 975 727,32	\$ 1 005 224,16
Gastos de Financiamiento (intereses)	\$ 28 365,65	\$ 21 274,24	\$ 14 182,83	\$ 7 091,41	\$ -
UTILIDAD ANTES DE IMPUESTO	\$ 858 997,19	\$ 894 310,41	\$ 932 662,16	\$ 968 635,90	\$ 1 005 224,16
Impuesto a la renta (30%)	\$ 257 699,16	\$ 268 293,12	\$ 279 798,65	\$ 290 590,77	\$ 301 567,25
UTILIDADES NETAS	\$ 601 298,03	\$ 626 017,29	\$ 652 863,51	\$ 678 045,13	\$ 703 656,92

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11 se dispone el flujo de caja para el periodo 2023-2027, donde se obtiene que para el último año se contará con una liquidez acumulada de \$ 686 564,69 Asimismo, se obtienen como indicadores un Valor Actual Neto (VAN) de \$ 793 803,77 con una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 46,10% y una Tasa Mínima de Aceptación de Rendimiento (TMAR) equivalente a 18,77%, lo cual muestra que el proyecto es viable económicamente y la rentabilidad es superior al mínimo requerido después de recobrar toda la inversión. Vale aclarar que para el cálculo del TMAR se consideró la tasa de inflación nacional durante el año 2022, la cual asciende a 8,70% según el INEI [44]. Asimismo, la relación Beneficio/Costo (B/C) del proyecto es de \$ 2,12 lo que indica que por cada dólar invertido se estaría ganando \$ 1,12; teniendo a su vez un periodo de retorno de inversión de 1 año 9 meses. Por último, se efectuó el análisis de sensibilidad (ver anexo 25) para determinar la susceptibilidad del proyecto ante cambios repentinos, siendo el precio el factor analizado y del cual se concluye que si este disminuye hasta en un 10% de su valor inicial no causa efectos graves sobre la rentabilidad del proyecto, pues la TIR obtenida sigue siendo mayor a la TMAR, por lo que se puede permitir un cierto margen de incertidumbre en el plano del precio internacional.

Tabla 11. Flujo de Caja Anual

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>Inversión</u>						
Capital Social	\$ 1 138 008,23					
Préstamos a CP y LP						
Total Inversión	\$ 1 138 008,23					
<u>INGRESOS</u>						
Cuentas por Cobrar (Ventas a crédito)		\$ 562 633,87	\$ 624 880,67	\$ 638 118,30	\$ 650 586,77	\$ 663 217,60
Ventas al Contado		\$ 920 673,60	\$ 938 834,40	\$ 958 845,00	\$ 977 428,80	\$ 996 408,00
TOTAL INGRESOS		\$ 1 483 307,47	\$ 1 563 715,07	\$ 1 596 963,30	\$ 1 628 015,57	\$ 1 659 625,60
<u>EGRESOS</u>						
Costos de Producción		\$ 542 666,85	\$ 544 713,04	\$ 546 803,71	\$ 548 894,38	\$ 551 029,53
Gastos administrativos		\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Gastos de comercialización		\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00
Amortización de préstamos		\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51
Depreciación		\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31
TOTAL EGRESOS		\$ 744 636,67	\$ 746 682,86	\$ 748 773,53	\$ 750 864,20	\$ 752 999,35
SALDO BRUTO (antes de impuestos)		\$ 738 670,80	\$ 817 032,21	\$ 848 189,77	\$ 877 151,37	\$ 906 626,25
Impuesto a la Renta		\$ 221 601,24	\$ 245 109,66	\$ 254 456,93	\$ 263 145,41	\$ 271 987,88
SALDO (después de impuestos)		\$ 517 069,56	\$ 571 922,55	\$ 593 732,84	\$ 614 005,96	\$ 634 638,38
Depreciación		\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31
SALDO FINAL (Déficit / Superávit)	\$ -1 138 008,23	\$ 568 995,87	\$ 623 848,86	\$ 645 659,15	\$ 665 932,27	\$ 686 564,69
UTILIDAD ACUMULADA	\$ -1 138 008,23	\$ -569 012,37	\$ 54 836,49	\$ 700 495,64	\$ 1 366 427,91	\$ 2 052 992,59
FLUJO NETO DE EFECTIVO	\$ -1 138 008,23	\$ 568 995,87	\$ 623 848,86	\$ 645 659,15	\$ 665 932,27	\$ 686 564,69

Valor Actual Neto (VAN)	\$ 793 803,77
Tasa Interna de Retorno (TIR)	46,10%
TMAR	18,77%
Análisis Beneficio/Costo	\$ 2,12

Fuente: Elaboración propia

Discusión

En la presente investigación se determinó la demanda nacional del cartón mediante un estudio de mercado, y en base a ello se obtuvo la demanda del proyecto, la cual abarcará el 3,70% de la demanda insatisfecha en el mercado. Para determinar este porcentaje se siguió la metodología empleada por Gálvez [8] en su estudio de factibilidad para el diseño de una línea de producción de aceite esencial de maracuyá, donde planea cubrir el 56,98% de la demanda insatisfecha de su proyecto. Este porcentaje exacto lo obtuvo a partir de una relación entre la disponibilidad del residuo, es decir de las semillas, y la demanda no atendida. En contraste, se tiene la metodología de Guerra [22] la cual se basa en una guía de aproximaciones para estimar el porcentaje de participación de mercado, teniendo en cuenta el tamaño de la competencia y la similitud del producto a comercializar con los existentes en el mercado, para luego pasar a determinar el rango donde se podría incluir el proyecto. A diferencia de la primera metodología, esta última no cuantifica de manera exacta la demanda del proyecto y, por lo tanto, después puede conllevar a errores durante la planificación de la producción.

Durante el estudio técnico y tecnológico para el diseño de la línea de producción, se elaboró el proceso productivo necesario para fabricar el cartón a partir de las cáscaras de maracuyá. Este proceso se puede dividir en tres partes: el acondicionamiento de la materia prima, la obtención de la pulpa de cartón, y la elaboración del producto terminado como bobinas. Respecto al acondicionamiento de las cáscaras, la mayoría de los autores coinciden en que las actividades requeridas para esta parte del proceso son similares. De este modo Aparicio [6], Ríos [20], Guerra [22] y Salazar [23] indican que se requiere de una recepción de la materia prima, una selección, limpieza o lavado, y un picado, triturado o molienda para acondicionar las cáscaras para la obtención de la pulpa. En cuanto a esta segunda parte del proceso, los autores coinciden que se requiere de una digestión, filtración y lavado para obtener la pulpa de papel o cartón a nivel de laboratorio. En las investigaciones de [6], [20] y [21] se utiliza la filtración para separar la pulpa del licor negro que surge en la digestión, sin embargo, teniendo en cuenta que para la presente investigación se busca una producción a escala industrial, se siguió el modelo de [22] y de [23] donde se omite la filtración que se utiliza para separar el licor negro de la pulpa, y se trabaja únicamente con la etapa de digestión mediante un digester industrial, el cual puede separar el licor de la pulpa. De igual manera, para esta etapa se obtuvieron las cantidades de solución de NaOH a partir de Suárez [19] puesto que obtuvo un rendimiento promedio de 38,69%, siendo la relación de volumen de cáscaras y de NaOH requerido de 1:7, con una concentración de 20 g/L, esto a diferencia de [20] que trabajó con

una concentración de 15 g/L, pero obtuvo un rendimiento de 11,73% puesto que al aplicar menor concentración de sosa caustica la separación de lignina también es menor.

Respecto a la evaluación económico y financiero, los resultados de [22] para su planta de papel a partir de paja de arroz mostraron un TIR de 17% apenas superando la TMAR con 15%, lo cual resulta menor a los indicadores del presente proyecto, a pesar de que ambos proyectos son de producción de bobinas de material kraft, aunque de diferente materia prima. La obtención de estos indicadores puede deberse a que hacen alusión a la inversión para el diseño de toda una planta industrial y no solo de una línea de producción, por ello los costos son mayores, pues incurre en gastos como más áreas de diseño, terreno, instalaciones eléctricas y sanitarias, gastos administrativos, transporte propio, entre otros. En contraste, [23] muestra mayores ganancias netas en su propuesta de diseño de una planta de papel bond A4 a partir del raquis de banano, con un VAN de S/ 26 001 476,41 y un TIR de 51%, aunque teniendo en cuenta que también sus ventas son mayores, pues el papel bond es más comercializado y utilizado a nivel nacional.

Conclusiones

La propuesta de instalación de una línea de producción de cartón para aprovechar las cáscaras de maracuyá en una empresa agroindustrial es viable en el aspecto comercial, técnico-tecnológico, y económico-financiero.

Mediante el estudio de mercado se determinó que la demanda del proyecto abarcará las importaciones nacionales del cartón kraftliner para caras cubiertas, con una participación de aproximadamente el 3,37% tomando en cuenta la disponibilidad de materia prima proyectada en la empresa agroindustrial.

En el estudio técnico y tecnológico realizado para el diseño de la línea de producción de cartón se obtuvo que ésta dispone de la capacidad, materiales, procesos, maquinaria y equipos, materia prima, áreas y recursos humanos necesarios para su eficiente funcionamiento a lo largo del periodo 2023-2027.

Finalmente, con la evaluación económica y financiera de la propuesta planteada se obtuvo un VAN positivo y un TIR que supera con creces a la TMAR, lo cual indica que el proyecto es factible de manera económica y es rentable a largo plazo, con un periodo para recuperar la inversión menor a 2 años.

Recomendaciones

Se recomienda hacer una evaluación sobre los desechos de fibras que se originan durante el picado, la molienda y el refinado para determinar posibles opciones de valorización o reciclaje para las mismas.

Realizar un estudio sobre la construcción de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) para reutilizar o disponer de forma segura al medio ambiente el agua residual que sale de la limpieza y el lavado.

Referencias

- [1] Y. A. Vargas Corredor y L. I. Pérez Pérez, «Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente,» *Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 14, n° 1, pp. 59-72, 2018.
- [2] M. Arias Guerrero, «Informe comercial fruit logística 2019,» Comision de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo (Promperú), Trujillo, 2019.
- [3] Asociación de Exportadores, «Promperú busca que maracuyá sea "Estrella exportadora",» *Gestión*, 9 Julio 2018.
- [4] M. C. Villa, «Aprovechamiento de Residuos Agroindustriales: Pasado, Presente y Futuro,» *BioTecnología*, vol. 16, n° 2, pp. 14-46, 2012.
- [5] S. Yepes, L. Montoya Naranjo y F. Orozco Sanchez, «Valorización de residuos agroindustriales frutas en Medellín y el Medellín sur del valle del Aburrá,» *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, vol. 1, n° 61, pp. 4422-4431, 2008.
- [6] M. Aparicio, «Obtención de papel a partir de la cáscara del maracuyá (*Passiflora edulis*) y la evaluación de algunas propiedades físicas y químicas,» Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Barrancabermeja, 2019.
- [7] C. E. Cárdenaz De la Cruz y F. M. Salazar Manuyama, «La importación de papel y el efecto de las políticas de desarrollo sostenible aplicados en el Perú,» Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, 2019.
- [8] V. T. Galvez Adanaque, «Propuesta de diseño de una linea de producción de aceite de maracuyá para aumentar la utilidad operativa de una empresa agroindustrial,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.
- [9] H. E. Gonzales Mora, Recursos Fibrosos de plantas no madereras para la industria papelera, La Molina, 2003.
- [10] Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI), «Decreto Supremo 016-2012-AG,» El Peruano, Lima, 2021.

- [11] SUNAT, «Capítulo 48. Papel y cartón, manufacturas de pasta de celulosa, papel o cartón,» [En línea]. Available: <http://www2.aladi.org/naladisa02/48.pdf>. [Último acceso: 28 Octubre 2021].
- [12] M. Dhia, «Estudios de fuentes alternativas a la madera para la obtención de la celulosa,» Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, 2021.
- [13] Ministerio de Energía y Minas, «Guía de Orientación del Uso Eficiente de la Energía y de Diagnóstico Energético. Industria Papelera,» Lima, 2016.
- [14] INACAL, «NTP 272.128 Papeles y Cartones. Principios para la clasificación general y guía para la selección de parámetros de calidad de papeles y cartones,» Lima, 2010.
- [15] Gerencia Regional Agraria La Libertad, «Cultivo de Maracuyá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.),» Trujillo, 2010.
- [16] K. D. González Velandia, D. Daza Rey, P. A. Caballero Amado y C. Martínez González, «Evaluación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel,» *Luna Azul*, vol. 1, n° 43, pp. 499-517, 2016.
- [17] C. Flórez Montes y A. F. Rojas González, «Aprovechamiento potencial de residuos de la agroindustria caldense según su composición estructural,» *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, vol. 14, n° 2, pp. 143-151, 2018.
- [18] A. F. Rojas González, C. Flórez Montes y D. F. López Rodríguez, «Prospectivas de aprovechamiento de algunos residuos agroindustriales,» *Revista Cubana de Química*, vol. 31, n° 1, pp. 31-52, 2019.
- [19] E. M. Suárez Guarnizo, «Obtención de pulpa de papel a partir de residuos de la naranja común y limón ponderoso,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2016.
- [20] A. D. Rios Padilla, «Producción de papel artesanal a partir de residuos de cáscaras de naranja de las juguerías del Mercado Tahuantinsuyo - Independencia, 2017,» Universidad César Vallejo, Lima, 2017.
- [21] E. J. Fetiva Quinteros y D. F. González Sánchez, «Determinación de la viabilidad tecnológica del cáliz de uchuva (*Physalis peruviana*) para la elaboración de un material celulósico aprovechable en el diseño y desarrollo de envases para alimentos,» Universidad de La Salle, Bogotá, 2021.
- [22] A. L. Guerra Vera, «Propuesta de aprovechamiento de la paja de arroz en la elaboración de papel en el departamento de Lambayeque,» Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2021.

- [23] C. Salazar Moreno, «Proyecto de instalación de una planta de procesamiento de papel bond A4 a partir del pinzote o raquis del banano orgánico y convencional en la región norte del Perú,» Univeridad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, 2020.
- [24] M. Dalvana Martins, M. Willian Guimaraes, V. Aparecido de Lima, A. Gaglioti, P. Da-Silva, M. Kimiko Kadowaki y A. Knob, «Valorization of passion fruit peel by-product: Xylanase production and its potential as bleaching agent for kraft pulp,» *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, vol. 16, pp. 172-180, 2018.
- [25] G. Baca Urbina, Evaluación de proyectos, México DF: Mc Graw Hill, 2010.
- [26] J. E. Hanke y D. W. Wichern, Pronósticos en los negocios, Ciudad de México: Pearson Educación, 2006.
- [27] D. Peña, Análisis de series temporales, Madrid: Alianza Editorial, 2005.
- [28] B. Díaz, B. Jarufe y M. Noriega, Disposición de planta, Lima: Universidad de Lima, 2013.
- [29] J. Franco Lopez, Evaluación del impacto ambiental técnicas y procedimientos metodológicos, México: Trillas S.A., 2015.
- [30] J. Meza Orozco, Evaluación financiera de proyectos, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013.
- [31] M. Virreira Ávila, Evaluación financiera de proyectos de inversión. Métodos y Aplicaciones., Santa Cruz: Universidad Privada de Santa Cruz de la Sierra, 2020.
- [32] SUNAT, *Resolución R-001536-2007*, Lima, 2007.
- [33] TRUPAL, «Papel Liner: ¿Qué es y cuáles son sus principales características?,» 2021. [En línea]. Available: <https://www.trupal.com.pe/blog/papel-liner-que-es-y-cuales-son-sus-principales-caracteristicas/> . [Último acceso: 20 Abril 2022].
- [34] P. Fernández Díez, «Recuperación de productos y calor en la Industria Papelera,» de *Centrales Térmicas*, España, pp. 1003-1059.
- [35] TradeMap, «4804.11 Papel y cartón para caras cubiertas (kraftliner),» 2022. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3IE4quw>. [Último acceso: 26 Abril 2022].
- [36] Ministerio de la Producción, «RESOLUCIÓN DIRECTORAL N°00085-2020-PRODUCE/DGAAMI,» Lima, 2020.
- [37] Gobierno Regional de Lambayeque, «Prospectiva Territorial de Lambayeque al 2030,» Lima, 2017.

- [38] Banco Central de Reserva del Perú, «Caracterización del Departamento de Lambayeque,» Piura, 2021.
- [39] D. E. Auccapuma Llalli, «Efecto de la temperatura, tiempo de cocción y la concentración del hidróxido de sodio en el rendimiento y las propiedades físico-mecánicas de la pulpa formada de paja (*Stipa ichu* L.),» Universidad Nacional José María Arguedas, Andahuaylas, 2018.
- [40] UPIICSA, «Balance de Línea,» 2010.
- [41] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Norma A.080. Oficinas,» de *Reglamento Nacional de Edificaciones*, Lima, 2006, pp. 140-142.
- [42] A. Becerra Quiroz, «Evaluación de la sustentabilidad del aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar en el Valle del Cauca – Colombia a partir del Análisis de Ciclo Vida,» Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, 2016.
- [43] Superintendencia de Banca y Seguros y AFP (SBS), «Tasa de Interés Promedio del Sistema Bancario,» [En línea]. Available: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPportal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>. [Último acceso: 7 Octubre 2022].
- [44] Infobae, «Inflación en el Perú supera el 8.7% a nivel nacional, cifra más alta en los últimos 10 años,» 1 Junio 2022. [En línea]. Available: <https://www.infobae.com/america/peru/2022/06/01/inflacion-en-el-peru-supera-el-8-a-nivel-nacional-cifra-mas-alta-en-10-anos/>. [Último acceso: 10 Octubre 2022].
- [45] C. Boluarte Loayza y J. Rosado Noriega, «Análisis del sector de productos químicos para la fabricación de papel en Perú,» Universidad de Piura, Lima, 2019.
- [46] Gobierno del Perú, *Resolución Ministerial N° 350-2021-Vivienda*, Diario el Peruano, 2021.

Anexos

Anexo 1. Demanda

Tabla 1A. Demanda histórica de kraftliner para caras cubiertas

Año	Toneladas (t)
2014	52 110
2015	57 508
2016	58 258
2017	57 066
2018	70 380
2019	61 142
2020	77 284
2021	56 004

Fuente: TradeMap [35]

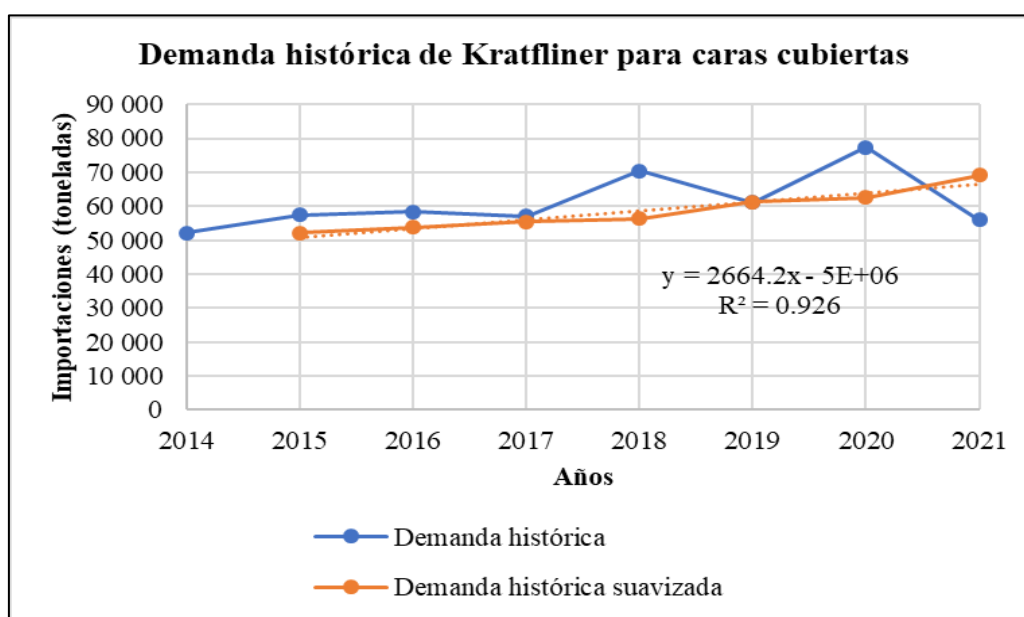


Figura 1A. Método de Suavizamiento Exponencial Triple de la demanda

Fuente: Elaboración propia

El método de Suavizamiento Exponencial Triple se utiliza para pronosticar patrones que siguen una tendencia estacional con movimientos ascendente y descendentes en una serie temporal, reduciendo el error de ajuste por medio de tres constantes de atenuación: una para el promedio de los datos históricos, otra para la estimación de tendencia, y una última para la estacionalidad.

Tabla 2A. Demanda proyectada de kraftliner para caras cubiertas

Año	Toneladas (t)
2022	67 242
2023	68 292
2024	71 402
2025	70 952
2026	74 302
2027	73 005

Fuente: Elaboración propia

Anexo 2. Oferta

Tabla 3A. Principales empresas del Sector paplero de Perú

Razón Social	Productos
Trupal S.A.	Cartón para corrugar, cajas de cartón, papel liner y kraft
Cartones Villa Marina S.A.	Cartón para corrugar y cartón Liner
Papelera del Sur S.A.	Cartón para corrugar y cartón Liner
Papelera Nacional S.A.	Papel <i>tissue</i> , cartón para corrugar, cartón Liner y cajas de cartón
Industria del Papel S.A.	Cartón para corrugar y cartón Liner
Gloria S.A. División del Centro Paplero	Cartón Liner y para corrugar, cartulina, papel bond y kraft
Industrias del Cartón S.A.	Cartón Liner
Industrial Cartonera y Papelera	Cartón Liner y para corrugar
Papelera Inca S.A.	Papel bond y kraft
Papelera Panamericana S.A.	Papel higiénico y kraft

Fuente: Elaboración propia, en base a [45]

Tabla 4A. Oferta nacional histórica de kraftliner para caras cubiertas

Año	Toneladas (t)
2014	83 485
2015	74 545
2016	92 239
2017	151 360
2018	194 835
2019	199 713
2020	191 958

Fuente: INEI

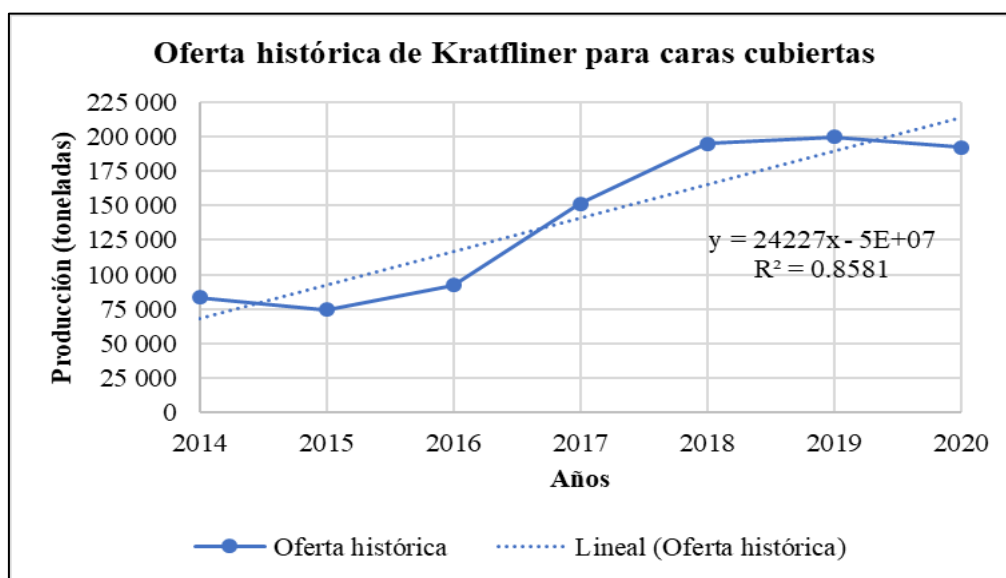


Figura 2A. Método de mínimos cuadrados para la oferta

Fuente: Elaboración propia

Analizando el patrón de la oferta histórica del kraftliner, se obtiene que esta sigue una tendencia lineal ascendente con un coeficiente de determinación (R^2) de 0,8581 lo que indica una alta asociación entre las variables y lo convierte en un modelo válido para aplicar el método de proyección de mínimos cuadrados.

Tabla 5A. Oferta proyectada de kraftliner para caras cubiertas

Año	Toneladas (t)
2021	238 069
2022	262 296
2023	286 523
2024	310 750
2025	334 977
2026	359 204
2027	383 430

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3. Disponibilidad de materia prima

Tabla 6A. Cantidad de maracuyá procesada en la empresa agroindustrial

Año	Cantidad de maracuyá (t)	Cantidad de cáscaras (t)
2016	25 500	14 025
2017	26 900	15 795
2018	27 465	15 106
2019	27 980	15 389
2020	28 000	15 402
2021	28 993	17 396

Fuente: Empresa Agroindustrial [8]

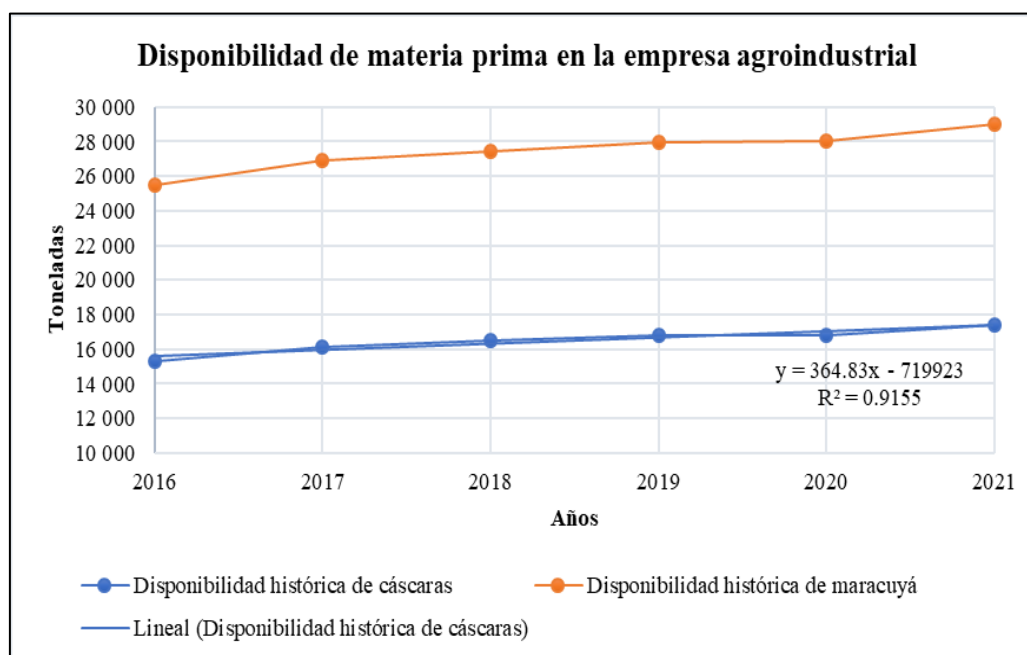


Figura 3A. Método de mínimos cuadrados para la disponibilidad de materia prima en la empresa

Fuente: Elaboración propia

Anexo 4. Precios

Tabla 7A. Precio histórico de kraftliner para caras cubiertas

		Años									
		2017		2018		2019		2020		2021	
Trimestre	Precio (US\$/t)	Trimestre	Precio (US\$/t)	Trimestre	Precio (US\$/t)	Trimestre	Precio (US\$/t)	Trimestre	Precio (US\$/t)	Trimestre	Precio (US\$/t)
2017-T1	550	2018-T1	710	2019-T1	780	2020-T1	520	2021-T1	550		
2017-T2	558	2018-T2	780	2019-T2	710	2020-T2	520	2021-T2	620		
2017-T3	650	2018-T3	810	2019-T3	600	2020-T3	540	2021-T3	790		
2017-T4	680	2018-T4	820	2019-T4	540	2020-T4	520	2021-T4	910		

Fuente: Elaboración propia

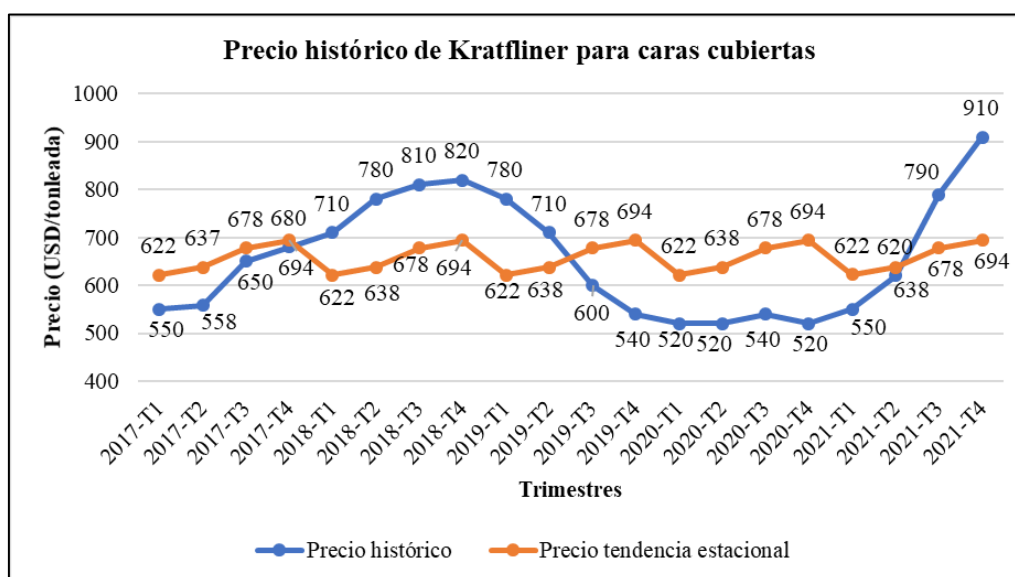


Figura 4A. Método de descomposición de una serie temporal de los precios

Fuente: Elaboración propia

La descomposición temporal se utiliza en tendencias que siguen un patrón estacional con picos y valles de manera constante, descomponiendo la tendencia en series para un mejor análisis.

Tabla 8A. Precio proyectado de kraftliner para caras cubiertas

Año	Trimestre	Precio (USD/t)	Año	Trimestre	Precio (USD/t)
2022	2022-T1	622	2025	2025-T1	623
	2022-T2	638		2025-T2	638
	2022-T3	678		2025-T3	679
	2022-T4	694		2025-T4	695
2023	2023-T1	622	2026	2026-T1	623
	2023-T2	638		2026-T2	638
	2023-T3	678		2026-T3	679
	2023-T4	694		2026-T4	695
2024	2024-T1	622	2027	2027-T1	623
	2024-T2	638		2027-T2	638
	2024-T3	679		2027-T3	679
	2024-T4	695		2027-T4	695

Fuente: Elaboración propia

Anexo 5. Localización de planta

Tabla 9A. Análisis de macro localización

Departamento de Lambayeque		
Aspecto geográfico	Límites políticos	Se ubica en la parte noroeste de Perú, abarca una superficie territorial de 14 479,52 km ² y limita con las regiones de Cajamarca al Este, con La Libertad al Sur, con el Océano Pacífico al Oeste y con Piura al Norte
	Coordenadas geográficas	Sus coordenadas geográficas son 5 28'36" y 7 14'37" de latitud, Sur y 79 41'30" y 80 37'23" de longitud oeste respecto al Meridiano de Greenwich.
	Orografía e Hidrografía	Llanura costera, casi al nivel del mar, rica en desiertos y pampas con muy pocas elevaciones y accidentes geográficos. Cuenta con 3 principales ríos que abastecen la región los cuales son el Río Chancay, Río La Leche y Río Zaña.
	Recursos naturales	Recursos hídricos con abundante variedad de especies marinas, recursos forestales sustentados en la presencia de bosques secos, recursos de suelo con tierras fértiles para la agricultura, aunque con temporadas de sequía, y recursos minerales como cobre y zinc, y no metálicos como sal y yeso.
Aspecto socioeconómico y cultural	Población total	Población aproximada de 1 197 mil habitantes según el INEI, lo que representa el 4,07% de la población nacional. La zona urbana es la preponderante en el departamento y concentra el 84% de los habitantes, mientras que el resto corresponde a la población rural.
	Centros poblados más importantes	Sus centros poblados más importantes son las ciudades de Lambayeque, Ferreñafe y Chiclayo. Esta última es la quinta ciudad más poblada del país según el INEI, alcanzando la cifra de 652 500 habitantes en 2017.
	Población económicamente activa	En el año 2021 la PEA fue de 636 180 personas, representando el 50,43% del total poblacional del departamento. De estas, el 22,85% poseía un empleo adecuado y formal, mientras que el 77,13% laborada en subempleos y en la informalidad.
	Ramas de actividad	En la actividad agropecuaria sobresalen el desarrollo de cultivos como el arroz, y en arándano y caña de azúcar. En el comercio la región sirve como punto de nexo entre las 3 regiones naturales del país, además de contar con importante mercados mayoristas y centros comerciales La actividad de manufactura se divide en actividad primaria con la producción industrial de azúcar y arroz, en la no primaria con el sector agroindustrial con el procesamiento de frutos.
Infraestructura	Vías de comunicación	Presencia de 3,2 mil km de vías terrestres que conectan la región con el resto de sus vecinos. Presencia de un Aeropuerto Internacional como única construcción aeroportuaria del departamento, así como la presencia de puertos marítimos de alcance regional.
	Infraestructura eléctrica	Red pública operada por seis empresas de energía eléctrica, entre las que destaca Electronorte S.A. como la mayor proveedora. Presencia de energía de alta tensión de 22 kV. La cobertura regional llega al 96,2% de los hogares.
	Infraestructura de irrigación	Presencia de Proyecto Tinajones y de Proyecto Olmos, que en conjunto irrigan más de 140 000 hectáreas de la región, beneficiando a miles de familias, a las empresas de la zona y permitiendo la siembra de cultivos.
	Red de agua potable	Administrada por la Entidad Prestadora de Servicio de Saneamiento de Lambayeque EPSEL S. A., la cual opera en 28 de los 38 distritos que tiene el departamento, con una cobertura de 156 170 m ³ de producción anual de agua potable con 973,91 km de red, y 52 012 conexiones de alcantarillado distribuidas en 946,39 km de red en toda la región

Fuente: Elaboración propia en base a [37] y [38]



Figura 5A. Terreno de la empresa agroindustrial

Fuente: Google Maps 2022

Tabla 10A. Factores que justifican la localización

Disponibilidad de materia prima	Disponibilidad de mano de obra	Acceso a vías de comunicación y transporte	Disponibilidad de servicios básicos	Condiciones geográficas
La materia prima es obtenida directamente de la planta de procesamiento ubicada en Olmos, lo que permitirá ahorrar costos de transporte y abastecer la nueva de línea con recursos de la planta.	Olmos cuenta con la presencia de proyectos sociales y la presencia de varias agroindustriales en la zona, los cuales constituyen una oferta de trabajo para la población de la ciudad y de la región	El terreno de la empresa cuenta con acceso a la Av. Panamericana Norte, la cual conecta a su vez con la ciudad de Chiclayo y con el resto de importantes ciudades hasta la misma región de Lima	Olmos cuenta con la presencia de la operadora de servicio de agua ESPEL, siendo el tercer distrito con mayor consumo de este recurso a nivel regional, y con la distribuidora eléctrica ENSA que ofrece tensión de 220/60/30 kV,	Olmos cuenta con un clima cálido de 25 °C en promedio y con máximos que sobrepasan los 30 °C en verano, y con temporal de precipitaciones, que en condiciones normales no constituyen ningún problema para la zona

Fuente: [37] y [38]

Anexo 6. Capacidad de producción.

Tabla 11A. Capacidad de la línea de producción

Año	Demanda del proyecto (toneladas)	Demanda del proyecto (unidades)	Unidad/mes	Unidad/día
2023	2 332	7 774	648	32
2024	2 378	7 927	662	33
2025	2 425	8 083	674	34
2026	2 472	8 239	687	34
2027	2 520	8 400	700	35

Fuente: Elaboración propia

Cálculo de la capacidad diseñada:

$$\text{Capacidad diseñada} = 2\,520 \frac{\text{tonelada}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{240 \text{ días}}$$

$$\text{Capacidad diseñada} = 10,5 \frac{\text{tonelada}}{\text{día}}$$

Cálculo de la capacidad real o efectiva:

$$\text{Capacidad real} = 2\,332 \frac{\text{tonelada}}{\text{año}} \times \frac{1 \text{ año}}{240 \text{ días}}$$

$$\text{Capacidad real} = 9,72 \frac{\text{tonelada}}{\text{día}}$$

Cálculo de la capacidad utilizada

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad diseñada}}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = \frac{9,72 \text{ tonelada/día}}{10,5 \text{ tonelada/día}}$$

$$\text{Capacidad utilizada} = 0,9257 \cong 90,57$$

Anexo 7. Plan de Requerimiento de Materiales

Tabla 12A. Requerimiento de Materiales para la producción de cartón de cáscaras de maracuyá en el periodo 2023-2027 (toneladas)

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales directos												
Cáscaras de maracuyá	2 266,12	2 266,12	1 510,75	6 042,99	4 532,24	4 532,24	4 532,24	19 639,72	18 485,76	18 849,56	19 213,35	19 588,80
Hidróxido de sodio	222,53	222,53	148,35	593,42	445,06	445,06	445,06	1 928,60	1 815,28	1 851,01	1 886,73	1 923,60
Materiales indirectos												
Tubo de bobina	972	972	648	2 592	1 944	1 944	1 944	8 422	7 927	8 083	8 239	8 400
Envoltura	2 138	2 138	1 425	5 701	4 276	4 276	4 276	18 528	17 439	17 784	18 126	18 480

Fuente: Elaboración propia

Tabla 13A. Presupuesto de Materiales para la producción de cartón de cáscaras de maracuyá en el periodo 2023-2027 (US\$)

	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Trimestre 1	Trimestre 2	Trimestre 3	Trimestre 4	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Materiales directos												
Cáscaras de maracuyá	1 722,25	1 722,25	1 148,17	4 592,67	3 444,50	3 444,50	3 444,50	14 926,18	14 049,18	14 325,66	14 602,14	14 887,49
Hidróxido de sodio	2 225,31	2 225,31	1 483,54	5 934,15	4 450,62	4 450,62	4 450,62	19 286,00	18 152,83	18 510,07	18 868,31	19 236,00
Materiales indirectos												
Tubo de bobina	19 143,48	19 143,48	12 762,48	51 049,27	38 286,95	38 286,95	38 286,95	165 910,1	156 161,9	159 235,1	162 308,3	165 480,0
Envoltura	106,89	106,89	71,26	285,05	213,79	213,79	213,79	926,40	871,97	889,13	906,29	924,00
Total	23 197,93	23 197,93	15 465,28	61 864,14	46 395,85	46 395,85	46 395,85	201 048,70	189 235,8	192 959,9	196 684,4	200 527,5

Fuente: Elaboración propia

Anexo 8. Diagramas de proceso productivo del cartón de cáscaras de maracuyá

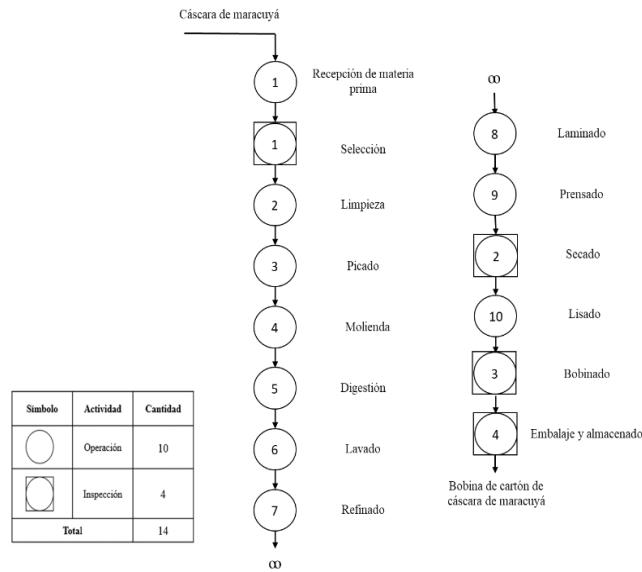


Figura 6A. Diagrama de Operaciones para cartón de cáscara de maracuyá

Fuente: Elaboración propia

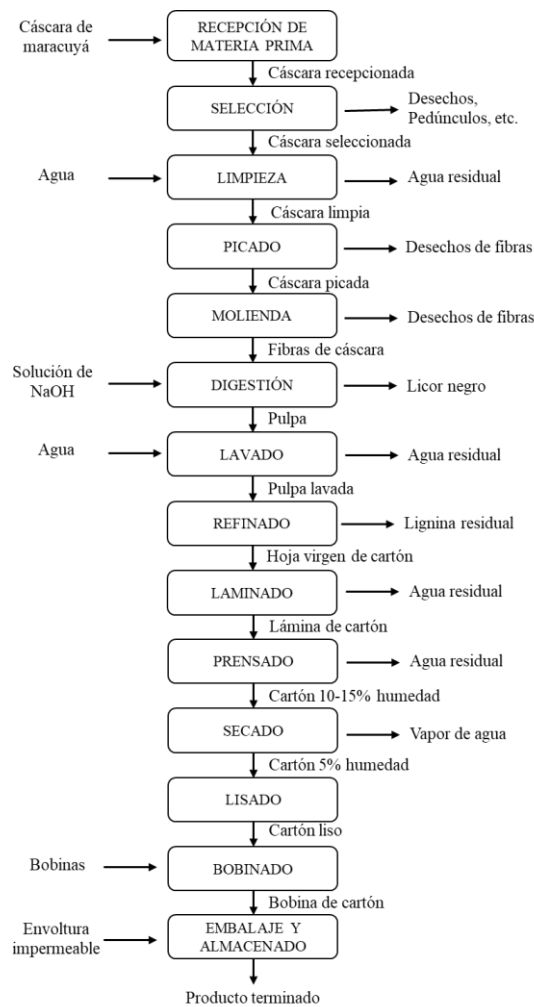


Figura 7A. Diagrama de flujo para cartón de cáscara de maracuyá

Fuente: Elaboración propia

Anexo 9. Indicadores de eficiencia por actividad


Tabla 14A. Indicadores de eficiencia por actividad

Etapa	Entrada (kg)	Salida (kg)	Mermas (kg)	Eficiencia %	% Mermas
Selección	10 206,65	10 002,52	195,3	98%	2%
Limpieza	10 002,52	10 002,52	0	100%	0%
Picado	10 002,52	10 001,52	1,00	99,99%	0,01%
Molienda	10 001,52	10 000,52	1,00	99,99%	0,01%
Digestión	10 000,52	3 869,20	56 134	38,69%	61,31%
Lavado	3 869,20	2 847,67	16 498,33	73,60%	26,40
Refinado	2 847,67	2 705,30	135,26	95%	5%
Laminado	2 705,30	2 651,18	54,08	98%	2%
Prensado	2 651,18	1 378,64	1 270,98	52%	48%
Secado	1 378,64	1 312,57	66,07	95,20%	4,80%
Lisado	1 312,57	1 312,57	0	100%	0%
Bobinado	1 312,57	1 312,57	0	100%	0%

Fuente: Elaboración propia


Anexo 10. Fichas técnicas de maquinaria y equipos

Tabla 15A. Ficha técnica de la faja de selección

Marca	CY-MACH	
Modelo	B500	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	12,5 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	12 000 x 600 x 800	
Consumo energético	4 kW	
Precio	\$ 4 600	
Garantía	1,5 años	


Fuente: Alibaba

Tabla 16A. Lavadora de cáscaras

Marca	ELITE	
Modelo	CXJ-20	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	30 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	6 500 x 1 600 x 2 000 mm	
Consumo energético	22 kW	
Precio	\$ 4 200	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 17A. Ficha técnica de la cortadora industrial de cáscaras

Marca	KS	
Modelo	-	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	12 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	2 517 x 1 126 x 1 573 mm	
Consumo energético	3,7 kW	
Precio	\$ 5 000	
Garantía	2 años	


Fuente: Alibaba

Tabla 18A. Molino de martillo

Marca	AYSC	
Modelo	SFSP65x60	
País de procedencia	China	
Material	Acero	
Capacidad	12 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	2 000 x 960 x 1 320 mm	
Consumo energético	75 kW	
Precio	\$ 3 490	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 19A. Ficha técnica del digestor

Marca	AT	
Modelo	-	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	15 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	6 500 x 1 800 x 1 900 mm (base)	
Consumo energético	7,5 kW	
Precio	\$ 30 000	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 20A. Ficha técnica de lavadora de pulpa

Marca	Yantai We	
Modelo	ZNG35	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	20 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	4 670 x 3 090 x 2 080 mm	
Consumo energético	75 kW	
Precio	\$ 10 000	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 21A. Ficha técnica de refinador

Marca	Jindelong Paper Machinery	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	3,75 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	3 100 x 840 x 970 mm	
Consumo energético	5 kW	
Precio	\$ 4 000	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 22A. Ficha técnica de laminadora

Marca	Dingchen	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	4 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	3 000 x 700 x 1 500 mm	
Consumo energético	130 kW	
Precio	\$ 50 000	
Garantía	1 año	

Fuente: Alibaba

Tabla 23A. Ficha técnica de rollo de prensa

Marca	Daxing	
Modelo	-	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	6,25 t/h (50 t/d)	
Dimensiones (l x a x h)	8 000 x 1 000 x 1 2000 mm	
Consumo energético	10 kW	
Precio	\$ 2 000	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 24A. Ficha técnica de cilindro secador

Marca	Jinzeyuan	
Modelo	Φ 1 500	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	4 t/d	
Dimensiones (l x a x h)	8 000 x 3 000 x 3 000 mm	
Consumo energético	5,5 kW	
Precio	\$ 5 000	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 25A. Ficha técnica de calandra

Marca	Jindelong	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	4 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	2 000 x 3 000 x 2 500 mm	
Consumo energético	11 kW	
Precio	\$ 3 400	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 26A. Ficha técnica de rebobinadora

Marca	Chuangfeng	
Modelo	CFFQ-200	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	4 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	3 500 x 3 300 x 1 200 mm	
Consumo energético	15 kW	
Precio	\$ 10 000	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 27A. Ficha técnica de máquina de embalaje

Marca	Dyehome	
Modelo	YP2000F-AU	
País de procedencia	China	
Material	Acero	
Capacidad	60 t/h (30 cargas)	
Dimensiones (l x a x h)	3 000 x 2 000 x 2 200 mm	
Consumo energético	2,3 kW	
Precio	\$ 3 500	
Garantía	1 año	


Fuente: Alibaba

Tabla 28A. Ficha técnica de evaporador

Marca	ZONBO	
Modelo	-	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	20 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	8 000 x 2 000 x 4 500	
Consumo energético	20 kW	
Precio	\$ 10 000	
Garantía	1 año	




Fuente: Alibaba

Tabla 29A. Ficha técnica de caldera de recuperación

Marca	Caldera Xinda	
País de procedencia	China	
Material	Acero inoxidable	
Capacidad	15 t/h	
Dimensiones (l x a x h)	3 678 x 1 800 x 1 985 mm	
Consumo energético	8,6 kW	
Precio	\$ 4 000	
Garantía	2 año	

Fuente: Alibaba

Tabla 30A. Ficha técnica de tanque de mezcla, montacargas y balanza industrial

Tanque de mezcla		Montacarga		Balanza industrial	
Marca	Boyou	Marca	Wecan	Marca	TCS
Modelo	pp-10000 L	Modelo	-	Modelo	De escala
País de procedencia	China	País de procedencia	China	País de procedencia	China
Material	PP plastic	Material	Acero	Material	Acero inoxidable
Capacidad	10 000 L	Capacidad	3 toneladas	Capacidad	500 kg
Dimensiones (mm)	2 200 x 1 300 x 1 980	Dimensiones (mm)	3 800 x 1 230 x 2 110	Dimensiones (mm)	600 x 700 x 800
Consumo energético	3 KW	Consumo energético	-	Consumo energético	-
Precio	\$ 5 000	Precio	\$ 1 750	Precio	\$ 67
Garantía	1 año	Garantía	1 año	Garantía	1 año
					

Fuente: Alibaba

Tabla 31A. Ficha técnica de silla, escritorio y estante de herramientas

Silla ergonómica		Escritorio		Estante de herramientas	
País	Perú	País	Perú	País	Perú
Dimensiones (cm)	96 x 49 x 56	Dimensiones (mm)	127 x 48 x 135	Dimensiones (mm)	180 x 38,5 x 114
Precio	S/ 149	Precio	S/ 349	Precio	S/ 199
Garantía	6 meses	Garantía	1 año	Garantía	1 año
					

Fuente: Alibaba

Anexo 11. Indicadores de producción

Del proceso productivo del cartón

$$\text{ciclo (c)} = \text{tiempo base (tb)} / \text{productividad (p)}$$

Selección

$$\begin{aligned} p &= 12,5 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 12,5 \text{ t/h} = \mathbf{4,8 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Limpieza

$$\begin{aligned} p &= 30 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 20 \text{ t/h} = \mathbf{3 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Picado

$$\begin{aligned} p &= 12 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 12 \text{ t/h} = \mathbf{5 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Molienda

$$\begin{aligned} p &= 12 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 12 \text{ t/h} = \mathbf{5 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Digestión

$$\begin{aligned} p &= 60 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 60 \text{ t/h} = \mathbf{1 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Lavado

$$\begin{aligned} p &= 20 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 20 \text{ t/h} = \mathbf{3 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Refinado

$$\begin{aligned} p &= 3,75 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 3,75 \text{ t/h} = \mathbf{16 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Laminado

$$\begin{aligned} p &= 4 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 4 \text{ t/h} = \mathbf{15 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Prensado

$$\begin{aligned} p &= 4 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 4 \text{ t/h} = \mathbf{15 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Secado

$$\begin{aligned} p &= 4 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 4 \text{ t/h} = \mathbf{15 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Alisado

$$\begin{aligned} p &= 4 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 4 \text{ t/h} = \mathbf{15 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Bobinado

$$\begin{aligned} p &= 4 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 4 \text{ t/h} = \mathbf{15 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

Embalaje

$$\begin{aligned} p &= 60 \text{ t/h} \\ \text{tb} &= 60 \text{ min/h} \\ c &= 60 \text{ min/h} / 60 \text{ t/h} = \mathbf{1 \text{ min/t}} \end{aligned}$$

El tiempo total es de 113,8 min, donde el tiempo de ciclo es de 16 min/t en la etapa de refinado

Tabla 32A. Tiempo de ciclo de cada etapa del proceso

Etapas del proceso	Estaciones	Tiempo de ciclo (min)
Selección	A	4,8
Limpieza	B	3
Picado	C	5
Molienda	D	5
Digestión	E	1
Lavado	F	3
Refinado	G	16
Laminado	H	15
Prensado	I	15
Secado	J	15
Alisado	K	15
Bobinado	L	15
Embalaje	M	1
Total		113,8

Fuente: Elaboración propia

Número de estaciones de trabajo

$$\text{Número de estaciones} = \frac{\sum \text{suma de cada etapa}}{\text{tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Número de estaciones} = \frac{113,8}{16} = 7,12 \cong 8$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{suma de cada etapa}}{\text{N}^\circ \text{ de estaciones} \times \text{tiempo ciclo}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{113,8}{8 \times 16} = 89,90\%$$

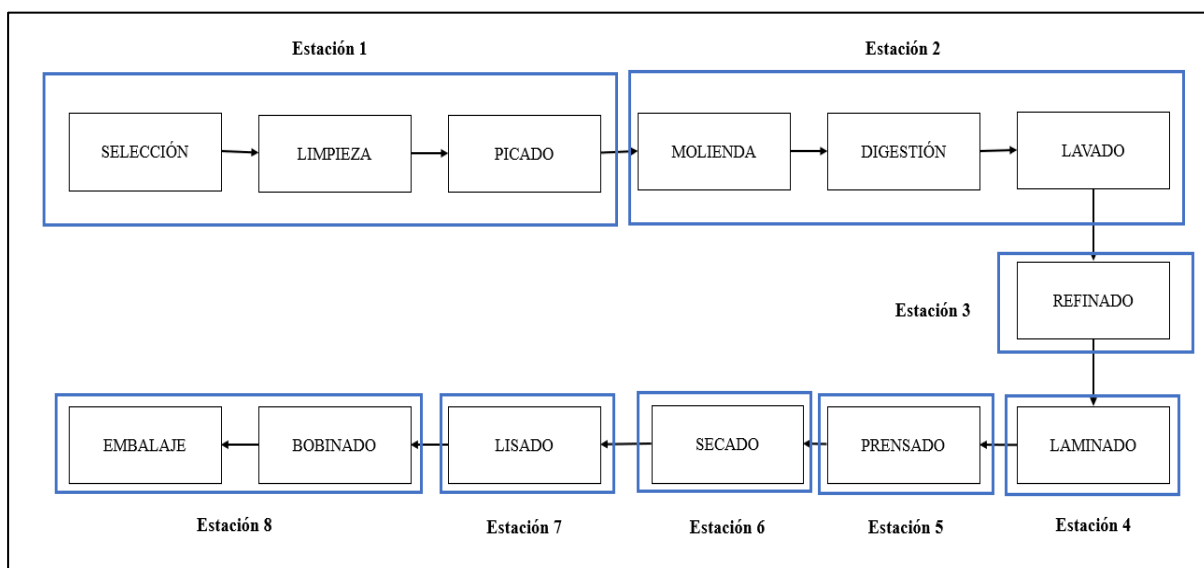


Figura 8A. Estaciones de trabajo de la línea de producción de cartón

Fuente: Elaboración propia

Número de operarios por área

De acuerdo con [40], primero se debe calcular el tiempo flujo equilibrado para luego hallar el número de operarios correspondiente:

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{\text{Sumatorio de operaciones}}{\text{Número de operaciones}}$$

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{113,8 \text{ min}}{13 \text{ operaciones}}$$

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = 8,75 \text{ min/operaciones}$$

Ahora se realiza el cálculo del número de operarios:

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Tiempo requerido de producción por lote}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{113,8 \text{ min}}{8,75 \text{ min/operaciones}}$$

$$\text{Número de operarios} = 13 \text{ operarios}$$

Del proceso de tratamiento del licor negro

Tiempo de ciclo del proceso productivo del cartón

$$c = tb/p$$

Evaporación

$$p = 60 \text{ t/h}$$

$$tb = 60 \text{ min/h}$$

$$c = 60 \text{ min/h} / 60 \text{ t/h} = \mathbf{1 \text{ min/t}}$$

Combustión

$$p = 15 \text{ t/h}$$

$$tb = 60 \text{ min/h}$$

$$c = 60 \text{ min/h} / 15 \text{ t/h} = \mathbf{4 \text{ min/t}}$$

Se calculan los operarios.

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = \frac{5 \text{ min}}{2 \text{ operaciones}}$$

$$\text{Tiempo de flujo equilibrado} = 2,75 \text{ min/operaciones}$$

Por consiguiente

$$\text{Número de operarios} = \frac{\text{Tiempo requerido de producción por lote}}{\text{Tiempo de flujo equilibrado}}$$

$$\text{Número de operarios} = \frac{5 \text{ min}}{2,5 \text{ min/operaciones}}$$

$$\text{Número de operarios} = 2 \text{ operarios}$$

Productividad de la línea

- Productividad de materia prima (MP) = $\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Cantidad de Materia prima}}$

$$\text{Productividad MP} = \frac{1\,312,57 \text{ kg/día}}{10\,206,65 \text{ kg/día}}$$

$$\text{Productividad MP} = 12,86\%$$

- Productividad de mano de obra (MO) = $\frac{\text{Producción obtenida}}{\text{Número de operarios}}$

$$\text{Productividad MO} = \frac{35 \text{ bobinas/día}}{13 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad MO} = 2,69 \text{ bobinas/día*operario}$$

Anexo 12. Distribución de planta

Cálculo de las áreas de la línea (Método de Guerchet)

Área de Producción

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Operarios	15			0	1	0	1,65	0,52	0	0
Montacarga	1	3,66	1,15	4,21	1	4,21	2,04	0,52	6,59	19,22
Elementos fijos										
Faja de selección	1	12	0,6	7,2	2	14,4	0,8	0,52	11,28	32,88
Lavadora de cáscaras	1	6,5	1,6	10,4	2	20,8	2	0,52	16,29	47,49
Cortadora industrial	1	2,52	1,13	2,85	1	2,85	1,58	0,52	2,97	8,67
Molino de martillos	1	2	0,96	1,92	1	1,92	1,32	0,52	2,00	5,84
Digestor	4	6,5	1,8	46,8	1	46,8	1,9	0,52	48,87	142,47
Lavadora de pulpa	1	4,67	3,09	14,43	2	28,86	2,08	0,52	22,60	65,89
Refinadora	1	3,1	0,84	2,60	1	2,60	0,97	0,52	2,72	7,93
Laminadora	1	3	0,7	2,1	1	2,1	1,5	0,52	2,19	6,39
Rollo de prensa	1	8	1	8	1	8	1,2	0,52	8,35	24,35
Cilindro secador	1	8	3	24	1	24	3	0,52	25,06	73,06
Calandra	1	2	3	6	1	6	2,5	0,52	6,27	18,27
Rebobinadora	1	3,5	3,3	11,55	1	11,55	1,2	0,52	12,06	35,16
Máquina de embalaje	1	3	2	6	2	12	2,2	0,52	9,40	27,40
Tanque de mezcla	5	2,2	1,3	14,30	2	28,6	2,3	0,52	22,40	65,30
Área total de Producción y Tratamiento de licor negro (m²)										580,32
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,845
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										1,77
k										0,52

Área de Tratamiento del Licor Negro

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Operarios	2			0	1	0	1,65	0,28	0	0
Montacarga	1	3,66	1,15	4,21	2	8,418	2,04	0,28	3,60	16,22
Elementos fijos										
Evaporador	3	8	2	48	1	48	4,5	0,28	27,33	123,33
Caldera de recuperación	1	3,68	1,8	6,62	1	6,624	1,98	0,28	3,77	17,02
Área total de Tratamiento de licor negro										156,58
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,845
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										3,24
k										0,28

Almacén de Insumos

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Operarios	4			0		0	1,65	0,24	0	0
Montacarga	1	3,8	1,23	4,674	1	4,674	2,1	0,24	2,25	11,60
Elementos fijos										
Balanza industrial	1	0,6	0,7	0,42	1	0,42	0,8	0,24	0,20	1,04
Parihuelas	37	1,2	1	44,4	4	177,6	7	0,24	53,37	275,37
Área total del Almacén de Insumos (m²)										288,00
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,857
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										3,90
k										0,24

Almacén de Producto Terminado

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Operarios	3			0		0	1,65	0,26	0	0
Montacarga	1	3,8	1,23	4,674	1	4,674	2,1	0,26	2,43	11,78
Elementos fijos										
Balanza industrial	1	0,6	0,7	0,42	1	0,42	0,8	0,26	0,22	1,06
Apilamiento	108	0,86	0,86	79,88	1	79,88	6,4	0,26	41,60	201,36
Área total del Almacén de PT (m²)										214,20
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,875
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										3,60
k										0,26

Área de Mantenimiento

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Trabajadores	1			0		0	1,65	0,78	0	0
Elementos fijos										
Sillas	1	0,96	0,49	0,47	1	0,47	0,56	0,78	0,73	1,67
Estante de herramientas	1	0,39	1,14	0,44	1	0,44	1,8	0,78	0,69	1,58
Mesa de trabajo	1	1,4	0,73	1,02	4	4,09	0,83	0,78	3,96	9,07
Área Total de Mantenimiento (m²)										12,32
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										1,06
k										0,78

Área de Control de Calidad

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Trabajadores	2			0		0	1,65	0,78	0	0
Elementos fijos										
Sillas	2	0,96	0,49	0,94	1	0,9408	0,56	0,78	1,46	3,34
Estante de herramientas	1	0,39	1,14	0,44	1	0,4446	1,8	0,78	0,69	1,58
Mesa de trabajo	2	1,4	0,73	2,04	4	8,176	0,83	0,78	7,93	18,15
Balanza industrial	1	0,6	0,7	0,42	1	0,42	0,8	0,78	0,65	1,49
Área Total de Control de calidad (m²)										25,27
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										1,00
k										0,83

Oficina de Jefe de Planta

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Trabajadores	2			0		0	1,65	1,47	0	0
Elementos fijos										
Sillas	2	0,96	0,49	0,94	1	0,9408	0,56	1,47	2,77	4,65
Escritorio	1	1,27	0,48	0,61	4	2,4384	1,35	1,47	4,49	7,54
Área Total de Control de calidad (m²)										12,19
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										0,56
k										1,47

Oficina de Supervisor de Producción

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Trabajadores	2			0		0	1,65	1,47	0	0
Elementos fijos										
Sillas	2	0,96	0,49	0,94	1	0,9408	0,56	1,47	2,77	4,65
Escritorio	1	1,27	0,48	0,61	4	2,4384	1,35	1,47	4,49	7,54
Área Total de Control de calidad (m²)										12,19
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										0,56
k										1,47

Área de SS. HH para hombres

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos fijos										
Lavatorio	2	0,375	0,38	0,285	3	0,855	0,37	1,62	1,84	2,98
Urinario	2	0,31	0,315	0,1953	1	0,1953	0,48	1,62	0,63	1,02
Inodoro	2	0,67	0,48	0,6432	3	1,9296	0,682	1,62	4,16	6,73
Área Total de Servicios Higiénicos (m²)										10,73
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										0,51
k										1,62

Área de SS. HH para mujeres

Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos fijos										
Lavatorio	2	0,375	0,38	0,285	3	0,855	0,37	1,57	1,79	2,93
Inodoro	2	0,67	0,48	0,6432	3	1,9296	0,682	1,57	4,04	6,61
Área Total de Servicios Higiénicos (m²)										9,54
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										0,53
k										1,57

Área de Vestidores







Elemento	n	Largo (m)	Ancho (m)	SS (m ²)	Lados (N)	SG (m ²)	Altura (m)	K	SE (m ²)	ST (m ²)
Elementos móviles										
Trabajadores	15			0		0	1,65	0,54	0	0
Elementos fijos										
Lockers	2	0,9	0,39	0,702	1	0,702	1,8	0,54	0,76	2,16
Bancas	3	1,3	0,42	1,64	2	3,276	0,6	0,54	2,66	7,57
Duchas	2	0,9	0,9	1,62	1	1,62	2,18	0,54	1,75	4,99
Área Total de Vestidores (m²)										14,72
Hm (Altura promedio de elementos móviles)										1,65
Hf (Altura promedio de elementos fijos)										1,53
k										0,54

Distribución de las áreas de la línea (Método SLP)

Razones de proximidad

Clave	Razón de proximidad
1	Uso de información común
2	Comparten el mismo personal
3	Comparten el mismo espacio
4	Grado de contacto personal
5	Contacto a través de documentos
6	Secuencia del flujo de trabajo
7	Realizan trabajo similar
8	Usan el mismo equipo
9	Malestar por olores






Valores de proximidad

Código	Valor de proximidad	Línea de proximidad
A	Absolutamente importante	
E	Especialmente importante	
I	Importante	
O	Normal u ordinario	
U	Sin importancia	
X	No recomendable	

1. Área de Producción									
2. Área de Tratamiento de Licor Negro	A 6								
3. Almacén de Insumos	I 1	A 1							
4. Almacén de Producto Terminado	O 7	U	A 6						
5. Área de Mantenimiento	U	U	E 4	E 4					
6. Área de Control de Calidad	O 1	A 4	O 5	O 4	E 4				
7. Área de Oficinas	I 5	I 5	O 5	O 5	X	I 5			
8. Área de SS. HH	1 2	O 2	O 2	U	U	1 2	1 2		
9. Área de vestidores	E 3	X 9	U	U	U	U	I 2	I 2	

Figura 9A. Tabla relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

Símbolo	Actividad
	Operación, proceso o fabricación
	Almacenaje
	Control
	Servicios
	Administración

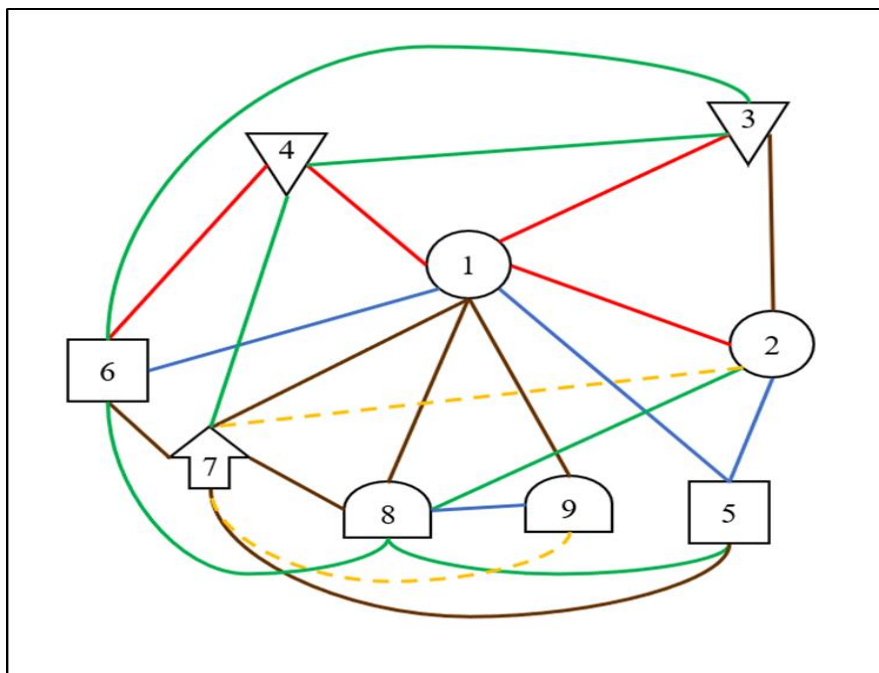


Figura 10A. Diagrama relacional de actividades

Fuente: Elaboración propia

Anexo 13. Plano de la línea de producción de cartón



Figura 11A. Plano de la línea de producción de cartón

Fuente: Elaboración propia

Anexo 14. Recursos humanos

Tabla 33A. Recursos humanos de la nueva línea.

Puesto de trabajo	Cantidad
Jefe de Planta	1
Supervisor de Producción	1
Supervisor de Calidad	1
Asistente de Calidad	1
Operarios	15
Total	19

Fuente: Elaboración propia

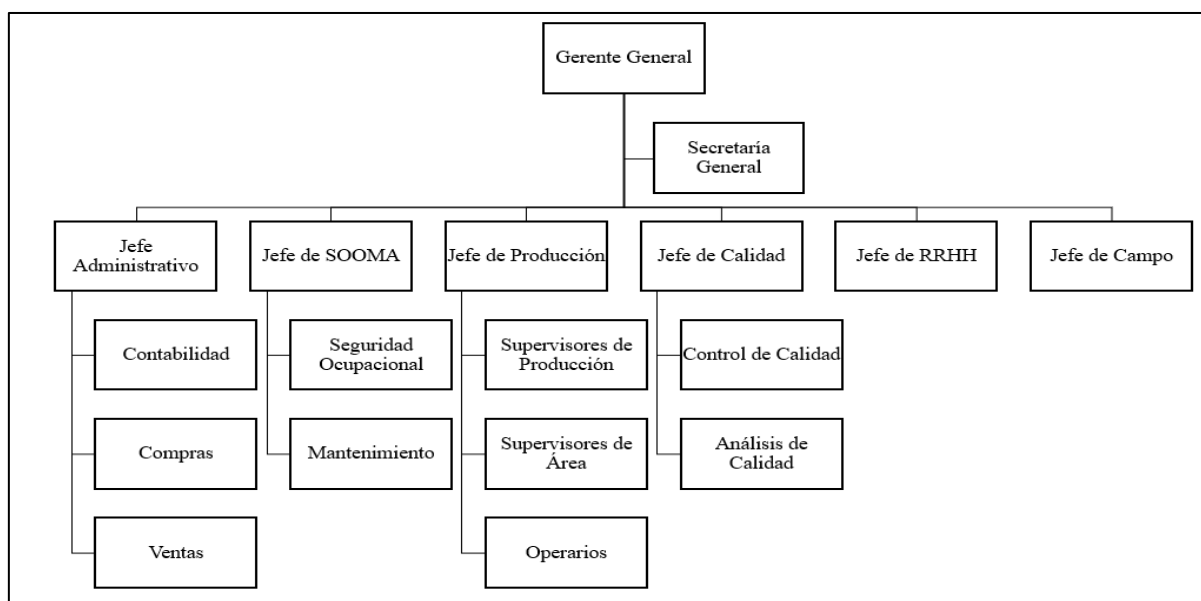


Figura 12A. Estructura organizacional de la empresa agroindustrial

Fuente: Empresa agroindustrial

Anexo 15

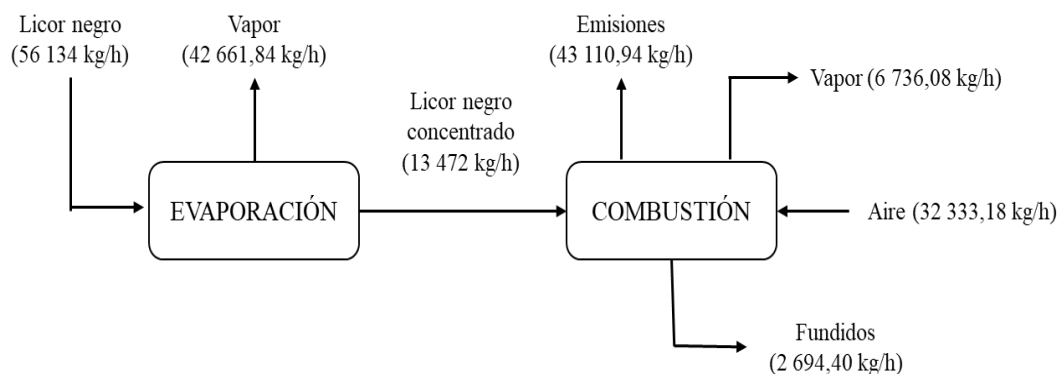


Figura 13A. Proceso de Tratamiento del Licor Negro

Fuente: Fernández [34] y Becerra [42]

Tabla 34A. Matriz de Leopold

Tipo de impacto			Construcción			Operación												Cierre	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto total
			Preparación del terreno	Montaje de maquinaria	Instalación de la línea	Selección	Limpieza	Picado	Molienda	Digestión	Lavado	Refinado	Laminado	Prensado	Secado	Lisado	Bobinado	Desmantelado			
Medio físico	Suelo	Alteración del suelo			-2/3													-1/2	-8	-40	
		Residuos sólidos	-2/3	-3/2	-4/2	-3/2		-1/1	-1/1			-2/1							-1/2		-32
	Agua	Consumo de agua					-3/4			-6/5	-5/5									-67	-85
		Calidad del agua					-1/2			-3/4	-2/2									-18	
	Aire	Emisiones			-2/2					-3/3					-1/2					-15	-69
		Ruido	-2/1	-2/1	-2/2			-2/1	-2/2	-2/2				-3/2			-1/1	-2/1	-27		
Olores									-3/5	-3/4								-27			
Medio biológico	Fauna	Impacto en la fauna	-1/1		-2/1														-3	-3	
	Flora	Impacto en la flora	-1/1		-2/2														-5	-5	
Cultural	Población	Empleo	2/3	3/4	3/4	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	2/3	108	90	
		Salud				-1/3		-1/3		-2/3	-1/3			-1/3					-18		
	Economía	Actividad comercial		2/3	3/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/2	1/4	40	40	
Promedios			-4	10	-10	-1	-6	2	3	-68	-36	6	8	-1	6	8	7	4			
Total																			-72		

Fuente: Elaboración propia

Anexo 16. Inversiones

Inversión tangible

Tabla 35A. Costo de Construcciones

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Techos	1 348,22	\$ 87.30	\$ 117 699,62
Muros y columnas	1 348,22	\$ 53.66	\$ 72 342,11
Pisos	1 348,22	\$ 43.53	\$ 58 691,39
Revestimientos	1 348,22	\$ 38.74	\$ 52 223,30
Puertas y ventanas	613,50	\$ 60.01	\$ 36 816,74
TOTAL			\$ 337 773,14

Fuente: [46]

Tabla 36A. Costo de Infraestructura industrial

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Pared perimetral	154,46	\$ 78,46	\$ 12 118,55
Techo industrial	1 252,26	\$ 33,93	\$ 42 486,05
Portón	4	\$ 127,16	\$ 508,62
TOTAL			\$ 55 113,22

Fuente: [46]

Tabla 37A. Costo de Equipos de Producción

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Tanque de mezcla	5	\$ 5 000,00	\$ 25 000,00
Tanque de neutralización	1	\$ 9 000,00	\$ 9 000,00
Balanza industrial	3	\$ 66,00	\$ 198,00
Montacargas	1	\$ 1 750,00	\$ 1 750,00
Parihuelas	38	\$ 10,50	\$ 399,00
TOTAL			\$ 36 347,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 38A. Costo de Maquinaria de Producción

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Faja de selección	1	\$ 4 600,00	\$ 4 600,00
Máquina de limpieza	1	\$ 4 200,00	\$ 4 200,00
Cortadora industrial	1	\$ 5 000,00	\$ 5 000,00
Molino de martillos	1	\$ 3 490,00	\$ 3 490,00
Digestor	4	\$ 30 000,00	\$ 120 000,00
Lavadora industrial	1	\$ 10 000,00	\$ 10 000,00
Refinadora	1	\$ 4 000,00	\$ 4 000,00
Laminadora	1	\$ 50 000,00	\$ 50 000,00
Rollo de prensa	1	\$ 2 000,00	\$ 2 000,00
Cilindro secador	1	\$ 5 000,00	\$ 5 000,00
Calandra	1	\$ 3 400,00	\$ 3 400,00
Rebobinadora	1	\$ 10 000,00	\$ 10 000,00
Máquina de embalaje	1	\$ 3 500,00	\$ 3 500,00
Evaporador	3	\$ 10 000,00	\$ 30 000,00
Caldera de recuperación	1	\$ 4 000,00	\$ 4 000,00
TOTAL			\$ 259 190,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39A. Costo de Equipos de Oficina

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Escritorio	3	\$ 87,25	\$ 261,75
Silla ergonómica	6	\$ 32,25	\$ 193,50
Estante de herramientas	3	\$ 44,75	\$ 134,25
Mesa de trabajo	3	\$ 300,00	\$ 900,00
Locker	2	\$ 192,50	\$ 385,00
Bancas	3	\$ 174,75	\$ 524,25
Impresora	3	\$ 175,00	\$ 525,00
Computadora	4	\$ 600,00	\$ 2 400,00
Papeleras	5	\$ 15,00	\$ 75,00
Archivador	5	\$ 1,53	\$ 7,63
TOTAL			\$ 5 406,38

Fuente: Elaboración propia

Inversión intangible**Tabla 40A. Gastos Pre operativos**

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Licencia municipal de funcionamiento	1	\$ 375,00	\$ 375,00
Licencia de salubridad	1	\$ 297,50	\$ 297,50
Certificado de Defensa Civil	1	\$ 1 500,00	\$ 1 500,00
Planos	1	\$ 2 500,00	\$ 2 250,00
Movilidades varias	1	\$ 250,00	\$ 250,00
Inscripción Registros Públicos	1	\$ 200,00	\$ 200,00
TOTAL			\$ 5 122,50

Fuente: Elaboración propia

Tabla 41A. Instalaciones eléctricas y sanitarias

ITEMS	Cantidad	Precio (US\$)	Total (US\$)
Producción	757,17	\$ 34,81	\$ 26 353,30
TOTAL			\$ 26 353,30

Fuente: Elaboración propia

Anexo 17. Depreciación**Tabla 42A. Depreciación de activos tangibles**

Descripción	Activos Total \$	Valor de Recuperación \$	Valor a Depreciar	Años a Depreciar
Construcciones	\$ 337 773,14	\$ 253 329,86	\$ 337 773,14	20
Infraestructura Industrial	\$ 55 113,22	\$ 36 742,14	\$ 55 113,22	15
Maquinaria	\$ 259 190,00	\$ 129 595,00	\$ 259 190,00	10
Equipo de Producción	\$ 36 347,00	\$ 13 630,13	\$ 36 347,00	8
Equipos de Oficina	\$ 5 406,38	\$ 901,06	\$ 5,406.38	6
TOTAL	\$ 693 829,74			

Descripción	Depreciación				
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Construcciones	\$ 16 888,66	\$ 16 888,66	\$ 16 888,66	\$ 16 888,66	\$ 16 888,66
Infraestructura Industrial	\$ 3 674,21	\$ 3 674,21	\$ 3 674,21	\$ 3 674,21	\$ 3 674,21
Maquinaria	\$ 25 919,00	\$ 25 919,00	\$ 25 919,00	\$ 25 919,00	\$ 25 919,00
Equipo de Producción	\$ 4 543,38	\$ 4 543,3	\$ 4 543,3	\$ 4 543,3	\$ 4 543,3
Equipos de Oficina	\$ 901,06	\$ 901,06	\$ 901,06	\$ 901,06	\$ 901,06
	\$ 51 926,32	\$ 51 926,32	\$ 51 926,32	\$ 51 926,32	\$ 51 926,32

Fuente: Elaboración propia

Anexo 18. Costos de Producción

Tabla 43A. Costos de requerimiento de materiales

Insumo	Unidad de Compra	Precio Unitario (US\$)	Índice de Consumo/ Und.	Monto por Unidad (\$)
<i>Materiales Directos</i>				
Cáscaras de maracuyá	tonelada	\$ 0,76	2,332	\$ 1,77
Hidróxido de Sodio	tonelada	\$ 100,00	0,229	\$ 22,90
<i>Costo Total de Materiales Directos</i>				\$ 24,67
<i>Materiales Indirectos</i>				
Tubo de bobina	unidad	\$19,70	1	\$ 19,70
Envoltura impermeable	m ²	\$ 0,05	2,20	\$ 0,11
<i>Costo Total de Materiales Indirectos</i>				\$ 19,81
COSTO DE MATERIALES POR UNIDAD DE VENTA				\$ 44,48

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44A. Salarios

COLABORADOR	CANTIDAD	SALARIO US\$	BENEFICIOS 51%	SUB TOTAL Mensual/op	TOTAL ANUAL/Op.
Operarios	15	\$ 300,00	\$ 153,00	\$ 453,00	\$ 81 540,00
TOTAL					\$ 81 540,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 45A. Sueldos

COLABORADOR	CANTIDAD	SUELDO US\$	BENEFICIOS 51%	SUB TOTAL Mensual/op	TOTAL ANUAL/Op.
Jefe de Planta	1	\$ 1 250,00	\$ 637,50	\$1 887,50	\$ 22 650,00
Supervisor de producción	1	\$ 875,00	\$ 446,25	\$ 1 321,25	\$ 15 855,00
Supervisor de calidad	1	\$ 875,00	\$ 446,25	\$ 1 321,25	\$ 15 855,00
Asistente de calidad	1	\$ 300,00	\$ 153,00	\$ 453,00	\$ 5 436,00
TOTAL					\$ 59 796,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46A. Consumo de energía anual por máquinas

TIPO DE MÁQUINA	Número de máquinas	Consumo Energía/maq kWh	Consumo Energía kWh/día (8h)	Consumo Energía Mensual kWh/mes (20)	Costo por kWh	Costo Anual
Faja de selección	1	4,00	32,00	640,00	\$ 0,19	\$ 1 459,20
Lavadora de cáscaras	1	22,00	176,00	3 520,00	\$ 0,19	\$ 8 025,60
Cortadora industrial	1	3,70	29,60	592,00	\$ 0,19	\$ 1 349,76
Molino de martillos	1	75,00	600,00	12 000,00	\$ 0,19	\$ 27 360,00
Digestor	4	7,50	240,00	4800,00	\$ 0,19	\$ 10 944,00
Lavadora de pulpa	1	75,00	600,00	12 000,00	\$ 0,19	\$ 27 360,00
Refinadora	1	5,00	40,00	800,00	\$ 0,19	\$ 1 824,00
Laminadora	1	130,00	1 040,00	20 800,00	\$ 0,19	\$ 47 424,00
Rollo de prensa	1	10,00	80,00	1 600,00	\$ 0,19	\$ 3 648,00
Cilindro secador	1	5,50	44,00	880,00	\$ 0,19	\$ 2 006,40
Calandra	1	11,00	88,00	1 760,00	\$ 0,19	\$ 4 012,80
Rebobinadora	1	15,00	120,00	2 400,00	\$ 0,19	\$ 5 472,00
Máquina de embalaje	1	2,30	18,40	368,00	\$ 0,19	\$ 839,04
Evaporador	3	20,00	480,00	9 600,00	\$ 0,19	\$ 21 888,00
Caldera de recuperación	1	8,60	68,80	1 376,00	\$ 0,19	\$ 3 137,28
Tanaque de mezcla	5	4,00	160,00	3 200,00	\$ 0,19	\$ 7 296,00
TOTAL ANUAL			3 816,8			\$ 174 046,08

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47A. Consumo de agua anual por máquinas

TIPO DE MÁQUINA	Consumo Agua L/día	Consumo Agua m ³ /día	Consumo Agua Mensual m ³ /mes (20)	Costo por m ³ /día	Costo Anual
Lavadora de cáscaras	80 000	80,00	1 600,00	\$ 0,72	\$ 13 728,00
Digestores	480 000	480,00	9 600,00	\$ 0,72	\$ 82 368,00
Lavadora de pulpa	160 000	160,00	3 200,00	\$ 0,72	\$ 27 456,00
TOTAL ANUAL					\$ 123 552,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 48A. Presupuesto de costos de producción

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>Costos Directos de Producción</u>					
Materiales Directos	\$ 57 535,85	\$ 58 670,78	\$ 59 830,38	\$ 60 989,98	\$ 62 174,25
Materiales Indirectos	\$ 46 196,92	\$ 47 108,18	\$ 48 039,25	\$ 48 970,32	\$ 49 921,20
Mano de Obra Directa	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00
Total Costos Directos de Producción	\$ 185 272,77	\$ 187 318,96	\$ 189 409,63	\$ 191 500,30	\$ 193 635,45
<u>Costos Indirectos de Producción</u>					
Mano de Obra Indirecta	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00
Suministros	\$ 297 598,08	\$ 297 598,08	\$ 297 598,08	\$ 297 598,08	\$ 297 598,08
Total Costos Indirectos de Producción	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08
TOTAL COSTOS DE PRODUCCIÓN	\$ 542 666,85	\$ 544 713,04	\$ 546 803,71	\$ 548 894,38	\$ 551 029,54

Fuente: Elaboración propia

Anexo 19. Gastos de Comercialización

Tabla 49A. Gastos de Comercialización

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Gastos de distribución</i>					
Promoción	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00	\$ 2 500,00
Transporte interno del producto	\$ 50 000,00	\$ 50 000,00	\$ 50 000,00	\$ 50 000,00	\$ 50 000,00
<i>GASTOS TOTALES DE COMERCIALIZACIÓN</i>	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 20. Gastos Financieros

Tabla 50A. Gastos Financieros

Monto Financiado

Interés Préstamo

Tiempo años

	Pre Operativo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
PRESTAMO A LARGO PLAZO	\$ 4 87 717,82	\$ 390 174,05	\$ 292 630,54	\$ 195 087,02	\$ 97 543,51	\$ -
INTERESES		\$ 28 365,65	\$ 21 274,24	\$ 14 182,83	\$ 7 091,41	\$ -
AMORTIZACIONES		\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51	\$ 97 543,51
TOTAL GASTOS FINANCIEROS		\$ 125 909,17	\$ 118 817,75	\$ 111 726,34	\$ 104 634,93	\$ 97 543,51

Fuente: Elaboración propia

Anexo 21. Punto de Equilibrio

Tabla 51A. Costos Totales

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<i>Costos de Producción</i>					
Materiales Directos	\$ 57 535,85	\$ 58 670,78	\$ 59 830,38	\$ 60 989,98	\$ 62 174,25
Materiales Indirectos	\$ 46 196,92	\$ 47 108,18	\$ 48 039,25	\$ 48 970,32	\$ 49 921,20
Mano de Obra Directa	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00
Gastos Generales de Fabricación	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08
COSTO VARIABLE TOTAL	\$ 542 666,85	\$ 544 713,04	\$ 546 803,71	\$ 548 894,38	\$ 551 029,53
<i>Gastos de Operaciones</i>					
Gastos de Comercialización	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00
Gastos Financieros	\$ 125 909,17	\$ 118 817,75	\$ 111 726,34	\$ 104 634,93	\$ 97 543,51
COSTO FIJO TOTAL	\$ 178 409,17	\$ 171 317,75	\$ 164 226,34	\$ 157 134,93	\$ 150 043,51
COSTOS TOTALES	\$ 721 076,02	\$ 716 030,79	\$ 711 030,04	\$ 706 029,30	\$ 701 073,04
INGRESOS TOTALES	\$ 1 534 456,00	\$ 1 564 724,00	\$ 1 598 075,00	\$ 1 629 048,00	\$ 1 660 680,00
PUNTO DE EQUILIBRIO (económico)	\$ 276 027,43	\$ 262 806,00	\$ 249 646,32	\$ 236 985,12	\$ 224 552,02
PUNTO DE EQUILIBRIO(unidades)	419	399	379	360	342

Fuente: Elaboración propia

Anexo 22. Política de ventas

Tabla 52A. Cuentas por cobrar

Contado	A 30 días
60%	40%

CUENTAS POR COBRAR						
Descripción	Pre Oper.	Mes 1 (\$)	Mes 2 (\$)	Mes 3 (\$)	Mes 4 (\$)	Mes 5 (\$)
INGRESO DE EFECTIVO		\$ 76 722,80	\$ 127 871,33	\$ 127 871,33	\$ 127 871,33	\$ 127 871,33
CONTADO		\$ 76 722,80	\$ 76 722,80	\$ 76 722,80	\$ 76 722,80	\$ 76 722,80
A 30 DÍAS			\$ 51 148,53	\$ 51 148,53	\$ 51 148,53	\$ 51 148,53

CUENTAS POR COBRAR							
Mes 6 (\$)	Mes 7 (\$)	Mes 8 (\$)	Mes 9 (\$)	Mes 10 (\$)	Mes 11 (\$)	Mes 12 (\$)	1 AÑO
\$ 127,871.33	\$ 127,871.33	\$ 127,871.33	\$ 127,871.33	\$ 127,871.33	\$ 127,871.33	\$ 127,871.33	\$ 1,483,307.47
\$ 76,722.80	\$ 76,722.80	\$ 76,722.80	\$ 76,722.80	\$ 76,722.80	\$ 76,722.80	\$ 76,722.80	\$ 920,673.60
\$51,148.53	\$51,148.53	\$51,148.53	\$51,148.53	\$51,148.53	\$51,148.53	\$51,148.53	\$ 562,633.87

Tabla 53A. Ingresos por ventas

Año	Contado	Crédito	Total
Año 1	\$ 920 673,60	\$ 562 633,87	\$ 1 483 307,47
Año 2	\$ 938 834,40	\$ 624 880,67	\$ 1 563 715,07
Año 3	\$ 958 845,00	\$ 638 118,30	\$ 1 596 963,30
Año 4	\$ 977 428,80	\$ 650 586,77	\$ 1 628 015,57
Año 5	\$ 996 408,00	\$ 663 217,60	\$ 1 659 625,60

Anexo 23. TMAR

Inversión TMAR = % Tasa inflacionaria + % de lo que se espera ganar

Tabla 54A. Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento

Fuente	Inflación	% Esperado	Total
Inversión Propia	8,70%	15%	24%
Inversión Financiada		7%	7%

Fuente	% de aporte	TMAR	Ponderado
Inversión Propia	0,700	24%	0,1689
Inversión Financiada	0,300	7%	0,0218
TMR GLOBAL			18,77%

Anexo 24. Flujo de Caja Desagregado

Tabla 55A. Flujo de Caja Desagregado

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS	\$ 1 483 307,47	\$ 1 563 715,07	\$ 1 596 963,30	\$ 1 628 015,57	\$ 1 659 625,60
Costos de Producción					
MAT. DIREC	\$ 57 535,85	\$ 58 670,78	\$ 59 830,38	\$ 60 989,98	\$ 62 174,25
MAT. IND.	\$ 46 196,92	\$ 47 108,18	\$ 48 039,25	\$ 48 970,32	\$ 49 921,20
MOD	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00	\$ 81 540,00
GGF	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08	\$ 357 394,08
Gastos Operaciones					
MOI	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00	\$ 59 796,00
GA sin MOI	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
GC sin MOI	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00	\$ 52 500,00
GF	\$ 125 909,17	\$ 118 817,75	\$ 111 726,34	\$ 104 634,93	\$ 97 543,51
DEPRECIACIÓN	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31
EGRESOS	\$ 832 798,32	\$ 827 753,10	\$ 822 752,35	\$ 817 751,61	\$ 812 795,35
SALDO BRUTO (antes de impuestos)	\$ 650 509,14	\$ 735 961,97	\$ 774 210,95	\$ 810 263,96	\$ 846 830,25
Impuesto a la Renta	\$ 195 152,74	\$ 220 788,59	\$ 232 263,28	\$ 243 079,19	\$ 254 049,08
SALDO (después de impuestos)	\$ 455 356,40	\$ 515 173,38	\$ 541 947,66	\$ 567 184,77	\$ 592 781,18
Depreciación	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31	\$ 51 926,31
SALDO NETO	\$ 507 282,71	\$ 567 099,69	\$ 593 873,97	\$ 619 111,08	\$ 644 707,49

Fuente: Elaboración propia

Anexo 25. Análisis de Sensibilidad

Tabla 56A. Análisis de Sensibilidad del precio

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS	\$ 1 483 307,5	\$ 1 563 715,1	\$ 1 596 963,3	\$ 1 628 015,6	\$ 1 659 625,6	
1%	\$ 1 409 142,1	\$ 1 485 529,3	\$ 1 517 115,1	\$ 1 546 614,8	\$ 1 576 644,3	
2%	\$ 1 364 642,9	\$ 1 438 617,9	\$ 1 469 206,2	\$ 1 497 774,3	\$ 1 526 855,6	
3%	\$ 1 334 976,7	\$ 1 407 343,6	\$ 1 437 267,0	\$ 1 465 214,0	\$ 1 493 663,0	
EGRESOS	\$ 832 798,3	\$ 827 753,1	\$ 822 752,4	\$ 817 751,6	\$ 812 795,3	
SALDO	\$ 650 509,1	\$ 735 962,0	\$ 774 210,9	\$ 810 264,0	\$ 846 830,3	
SALDO 1	\$ 576 343,8	\$ 657 776,2	\$ 694 362,8	\$ 728 863,2	\$ 763 849,0	
SALDO 2	\$ 531 844,5	\$ 610 864,8	\$ 646 453,9	\$ 680 022,7	\$ 714 060,2	
SALDO 3	\$ 502 178,4	\$ 579 590,5	\$ 614 514,6	\$ 647 462,4	\$ 680 867,7	
IMPUESTOS 1	\$ 172 903,1	\$ 197 332,9	\$ 208 308,8	\$ 218 659,0	\$ 229 154,7	
IMPUESTOS 2	\$ 159 553,4	\$ 183 259,4	\$ 193 936,2	\$ 204 006,8	\$ 214 218,1	
IMPUESTOS 3	\$ 150 653,5	\$ 173 877,1	\$ 184 354,4	\$ 194 238,7	\$ 204 260,3	
DEPRECIACIÓN	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	
FLUJO NETO	\$ -1 138 008,2	\$ 702 435,5	\$ 787 888,3	\$ 826 137,3	\$ 862 190,3	\$ 898 756,6
FNE 1	\$ -1 138 008,2	\$ 455 366,9	\$ 512 369,7	\$ 537 980,3	\$ 562 130,5	\$ 586 620,6
FNE 2	\$ -1 138 008,2	\$ 424 217,5	\$ 479 531,6	\$ 504 444,0	\$ 527 942,2	\$ 551 768,5
FNE 3	\$ -1 138 008,2	\$ 403 451,2	\$ 457 639,6	\$ 482 086,5	\$ 505 150,0	\$ 528 533,7

Fuente: Elaboración propia

TMAR		18,77%
TIR		46,10%
TIR 1	5%	34,96%
TIR 2	8%	31,53%
TIR 3	10%	29,20%

Tabla 57A. Análisis de Sensibilidad de la materia prima

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS		\$ 1 483 307,5	\$ 1 563 715,1	\$ 1 596 963,3	\$ 1 628 015,6	\$ 1 659 625,6
50%		\$ 86 303,8	\$ 88 006,2	\$ 89 745,6	\$ 91 485,0	\$ 93 261,4
100%		\$ 115 071,7	\$ 117 341,6	\$ 119 660,8	\$ 121 980,0	\$ 124 348,5
500%		\$ 345 215,1	\$ 352 024,7	\$ 358 982,3	\$ 365 939,9	\$ 373 045,5
MAT. DIREC.		\$ 57 535,9	\$ 58 670,8	\$ 59 830,4	\$ 60 990,0	\$ 62 174,2
OTROS						
COSTOS PROD.		\$ 485 131,0	\$ 486 042,3	\$ 486 973,3	\$ 487 904,4	\$ 488 855,3
GASTOS DE OPERACIÓN		\$ 178 409,2	\$ 171 317,8	\$ 164 226,3	\$ 157 134,9	\$ 150 043,5
DEPRECIACIÓN		\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3
EGRESOS 1		\$ 801 770,2	\$ 797 292,5	\$ 792 871,5	\$ 788 450,6	\$ 784 086,5
EGRESOS 2		\$ 830 538,2	\$ 826 627,9	\$ 822 786,7	\$ 818 945,6	\$ 815 173,6
EGRESOS 3		\$ 1 060 681,6	\$ 1 061 311,0	\$ 1 062 108,2	\$ 1 062 905,5	\$ 1 063 870,6
EGRESOS		\$ 832 798,3	\$ 827 753,1	\$ 822 752,4	\$ 817 751,6	\$ 812 795,3
SALDO		\$ 650 509,1	\$ 735 962,0	\$ 774 210,9	\$ 810 264,0	\$ 846 830,3
SALDO 1		\$ 681 537,2	\$ 766 422,6	\$ 804 091,8	\$ 839 565,0	\$ 875 539,1
SALDO 2		\$ 652 769,3	\$ 737 087,2	\$ 774 176,6	\$ 809 070,0	\$ 844 452,0
SALDO 3		\$ 422 625,9	\$ 502 404,1	\$ 534 855,1	\$ 565 110,1	\$ 595 755,0
IMPUESTOS 1		\$ 204 461,2	\$ 229 926,8	\$ 241 227,5	\$ 251 869,5	\$ 262 661,7
IMPUESTOS 2		\$ 195 830,8	\$ 221 126,2	\$ 232 253,0	\$ 242 721,0	\$ 253 335,6
IMPUESTOS 3		\$ 126 787,8	\$ 150 721,2	\$ 160 456,5	\$ 169 533,0	\$ 178 726,5
DEPRECIACIÓN		\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51,926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3
FLUJO NETO	\$ -1 138 008,2	\$ 702 435,5	\$ 787 888,3	\$ 826 137,3	\$ 862 190,3	\$ 898 756,6
FNE 1	\$ -1 138 008,2	\$ 529,002,4	\$ 588 422,1	\$ 614 790,5	\$ 639 621,8	\$ 664 803,7
FNE 2	\$ -1 138 008,2	\$ 508,864,8	\$ 567 887,3	\$ 593 849,9	\$ 618 275,3	\$ 643 042,7
FNE 3	\$ -1 138 008,2	\$ 347 764,4	\$ 403 609,2	\$ 426 324,9	\$ 447 503,4	\$ 468 954,8

Fuente: Elaboración propia

TMAR		18,77%
TIR		42,10%
TIR 1	50%	42,69%
TIR 2	100%	40,60%
TIR 3	500%	23,11%

Tabla 58A. Análisis de Sensibilidad de la mano de obra

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
INGRESOS		\$ 1 483 307,5	\$ 1 563 715,1	\$ 1 596 963,3	\$ 1 628 015,6	\$ 1 659 625,6
10%		\$ 89 694,0	\$ 89 694,0	\$ 89 694,0	\$ 89 694,0	\$ 89 694,0
15%		\$ 93 771,0	\$ 93 771,0	\$ 93 771,0	\$ 93 771,0	\$ 93 771,0
30%		\$ 106 002,0	\$ 106 002,0	\$ 106 002,0	\$ 106 002,0	\$ 106 002,0
MAT. DIREC.		\$ 81 540,0	\$ 81 540,0	\$ 81 540,0	\$ 81 540,0	\$ 81 540,0
OTROS						
COSTOS PROD.		\$ 461 126,9	\$ 463 173,0	\$ 465 263,7	\$ 467 354,4	\$ 469 489,5
GASTOS DE OPERACIÓN		\$ 178 409,2	\$ 171 317,8	\$ 164 226,3	\$ 157 134,9	\$ 150 043,5
DEPRECIACIÓN		\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3
EGRESOS 1		\$ 781 156,3	\$ 776 111,1	\$ 771 110,4	\$ 766 109,6	\$ 761 153,3
EGRESOS 2		\$ 785 233,3	\$ 780 188,1	\$ 775 187,4	\$ 770 186,6	\$ 765 230,3
EGRESOS 3		\$ 797 464,3	\$ 792 419,1	\$ 787 418,4	\$ 782 417,6	\$ 777 461,3
EGRESOS		\$ 832 798,3	\$ 827 753,1	\$ 822 752,4	\$ 817 751,6	\$ 812 795,3
SALDO		\$ 650 509,1	\$ 735 962,0	\$ 774 210,9	\$ 810 264,0	\$ 846 830,3
SALDO 1		\$ 702 151,1	\$ 787 604,0	\$ 825 852,9	\$ 861 906,0	\$ 898 472,3
SALDO 2		\$ 698 074,1	\$ 783 527,0	\$ 821 775,9	\$ 857 829,0	\$ 894 395,3
SALDO 3		\$ 685 843,1	\$ 771 296,0	\$ 809 544,9	\$ 845 598,0	\$ 882 164,3
IMPUESTOS 1		\$ 210 645,3	\$ 236 281,2	\$ 247 755,9	\$ 258 571,8	\$ 269 541,7
IMPUESTOS 2		\$ 209 422,2	\$ 235 058,1	\$ 246 532,8	\$ 257 348,7	\$ 268 318,6
IMPUESTOS 3		\$ 205 752,9	\$ 231 388,8	\$ 242 863,5	\$ 253 679,4	\$ 264 649,3
DEPRECIACIÓN		\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3	\$ 51 926,3
FLUJO NETO	\$ -1 138 008,2	\$ 702 435,5	\$ 787 888,3	\$ 826 137,3	\$ 862 190,3	\$ 898 756,6
FNE 1	\$ -1 138 008,2	\$ 543 432,1	\$ 603 249,1	\$ 630 023,4	\$ 655 2605	\$ 680 856,9
FNE 2	\$ -1 138 008,2	\$ 540 578,2	\$ 600 395,2	\$ 627 169,5	\$ 652 406,6	\$ 678 003,0
FNE 3	\$ -1 138 008,2	\$ 532 016,5	\$ 591 833,5	\$ 618 607,8	\$ 643 844,9	\$ 669 441,3

Fuente: Elaboración propia

TMAR		18,77%
TIR		46,10%
TIR 1	10%	44,19%
TIR 2	15%	43,91%
TIR 3	30%	43,05%