

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



**Diseño de una planta de papel bond aprovechando bagazo de caña para  
atender la demanda nacional insatisfecha**

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

**AUTOR**

**Daniel Elias Cortegana Paredes**

**ASESOR**

**Sonia Mirtha Salazar Zegarra**

<https://orcid.org/0000-0002-5299-1200>

**Chiclayo, 2023**

**Diseño de una planta de papel bond aprovechando bagazo de caña  
para atender la demanda nacional insatisfecha**

PRESENTADA POR

**Daniel Elias Cortegana Paredes**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Gonzalez Wong Abel Enrique  
PRESIDENTE

Bustamante Sigueñas Danny Adolfo  
SECRETARIO|

Sonia Mirtha Salazar Zegarra  
VOCAL

### **Dedicatoria**

Mi tesis se lo dedico primero a Dios por haberme guiado todo este tiempo en mi proceso universitario y por la sabiduría brindada, seguido por mi abuela y padres ya que sin su apoyo, orientación y consejos no hubiera podido conseguir todo lo que soy.

### **Agradecimientos**

Agradezco a mi asesora por haberme apoyado y orientado en todo mi proceso tanto formativo como elaborativo de mi proyecto de tesis, y a todas mis amistades que estuvieron conmigo en todo este largo proceso.

# ARTICULO CORTEGANA PAREDES DANIEL ELIAS 2023 V.24.4.pdf

## INFORME DE ORIGINALIDAD

<b>25%</b> INDICE DE SIMILITUD	<b>24%</b> FUENTES DE INTERNET	<b>5%</b> PUBLICACIONES	<b>5%</b> TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>7%</b>
<b>3</b>	<b>vsip.info</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>4</b>	<b>repository.upb.edu.co</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>renatiqa.sunedu.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>www.coursehero.com</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>dspace.unitru.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.ulima.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>Submitted to Universidad de Piura</b> Trabajo del estudiante	

## Índice

Resumen .....	6
Abstract.....	7
Introducción .....	8
Revisión literaria.....	10
Materiales y métodos: .....	12
Resultado y discusión .....	13
Conclusiones .....	32
Recomendaciones.....	33
Referencias .....	34
Anexos .....	37

## Resumen

En el análisis realizado en la presenta investigación se realizó el diseño de una planta productora de papel bond a base de bagazo de caña de azúcar, en el cual se demuestra que es un proyecto viable en lo comercial, técnico, económico y financiero, y ambiental. Se desarrolló un estudio de mercado a nivel nacional, en donde se analizó la viabilidad comercial del proyecto mediante el comportamiento de la demanda y oferta del papel bond, obteniéndose una demanda insatisfecha de 137 439 toneladas para el 2025, del cual se cubrirá el 1,5% del total, obteniendo así el plan de ventas del proyecto. Por medio del diseño de ingeniería, se analizó la viabilidad tecnológica del proyecto, en donde se halló la capacidad utilizada de 78,328%. Por otro lado, se determinó la localización de la planta mediante el uso matriz de factores ponderados, siendo el departamento de La Libertad el lugar escogido. Asimismo, se diseñó la plano y distribución de la planta través del método Guerchet y Layout. Se analizó la viabilidad económica y financiera del proyecto, teniendo como resultado que la implementación de la planta es restable, puesto que se obtiene un VAN positivo de S/7 231 645,56 y un TIR de 46%, sientos este mayor al TMAR Global (13,32%). Para finalizar, se hizo el diseño de un área de tratamiento de residuos generados por el proceso productivo del papel bond, del cual se puso dos líneas procesamiento para la recuperación de químicos que se encuentran en el licor negro y para tratamiento de las aguas residuales.

**Palabras claves:** Papel bond, Demanda insatisfecha, Diseño de planta, Bagazo.

## Abstract

In the analysis carried out in the present investigation, the design of a bond paper production plant based on sugarcane bagasse was carried out, in which it is shown that it is a viable project in the commercial, technical, economic and financial, and environmental aspects. A market study was developed at the national level, where the commercial viability of the project was analyzed through the behavior of the demand and supply of bond paper, from which the project sales plan was obtained. Through the engineering design, the technological viability of the project was analyzed, where the used capacity of 78,328% was found. On the other hand, the location of the plant was determined by using a matrix of weighted factors, the department of La Libertad being the chosen place. Likewise, the plan and layout of the plant were designed using the Guerchet and Layout method. The economic and financial viability of the project was analyzed, having as a result that the implementation of the plant is reestablished, since a positive NPV of S / 7 231 645,56 and an IRR of 46% is obtained, I feel this is higher than the Global TMAR (13,32%). Finally, a design was made for a treatment area for waste generated by the bond paper production process, of which two processing lines were put in place for the recovery of chemicals found in black liquor and for treating wastewater.

**Keywords:** Bond paper, Unsatisfied demand, Plant design, Bagasse.

## Introducción

La elaboración de papel y sus derivados han alcanzado en los últimos años cifras muy altas que la sitúan a esta industria entre las más grandes del mundo. En el 2018 hubo una producción en masa de 157 millones de toneladas de pulpa a base de madera y aproximadamente 295,5 millones de toneladas de papel y cartón, que en su mayoría fue producido por la pulpa de madera, pulpa de otras fibras y también de papel recuperado o reciclado. La producción de este sector siempre ha estado en constante desarrollo, y su importancia o dependencia está influenciada por su demanda y polivalencia de sus productos que abarcan para sus distintas finalidades, como es para oficina, departamento (bibliografías, documentos, actas, etc), también para fines sanitarios, embalajes o fotográficos. [1] [2]

Se estima que la producción a nivel mundial de papel (con sus derivados) para el 2022 crecerá hasta 161 millones de toneladas en fabricación de pulpa, estos en su mayoría producidos por madera y 298 millones de toneladas de papel, contando con todas sus variedades. En este mismo año en América Latina este crecimiento representaría un 21,2% en la producción de pulpa y 31,3% en producción de papel y cartón, siendo Brasil como el principal fabricante de estos productos. [1]

En lo que respecta Perú, la demanda de papel bond crece de manera anual aproximadamente en un 2,6% y la producción nacional no es la suficiente para atender a toda esta demanda. En el 2018 la oferta peruana solo pudo atender un 36% de la demanda total y en el 2019 un 15%, dejando en evidencia que la oferta nacional no es lo suficientemente basta para atender todo lo requerido; el resto de la demanda es atendida por las importaciones, que en su mayoría es acogida por Brasil. [3] [4] [5]

Es por esto por lo que se busca encontrar una nueva fuente de elaboración de papel bond que sea abundante y que cumpla los requisitos fisicoquímicos para elaborar este producto; esto con el fin de aumentar la oferta nacional y así aumentar la participación de mercado que tiene esta en la demanda total nacional. Al situarse en la zona norte, se tiene que La Libertad, Piura y Lambayeque son de los principales sectores de producción agroindustrial; los principales productos que más se cosecha son la palta, arroz, maíz, arándano y caña de azúcar. [6]

La caña de azúcar es uno de los cultivos celulósicos con mayor presencia y constante en su producción de la zona norte de Perú, teniendo como resultado que, en el año 2016 y 2017 produjo 9 832 526 y 9 399 206 toneladas respectivamente. De toda esta producción el bagazo presenta 30% del cultivo de caña, esto fundamentado por la producción de caña anual, del cual, se obtuvo que en año 2018 de 10 068 800 T de caña se produjo un total de 3 356 267 T de

bagazo; otro factor fundamental por la cual se eligió fue porque cuenta con aproximadamente 24,42 % de hemicelulosa y 51,67 % de celulosa, los cuales son materiales esenciales para la elaboración de papel. Por último, se escogió el bagazo para darle un nuevo uso posiblemente más rentable, ya que tradicionalmente el bagazo de caña de azúcar elaborado tiene como fin último ser usado para la quema de este, y su sobrante es comercializado para la elaboración de alimento de engorde de animales, energía, resinas y carbón. [7]

Por lo cual, al conocer el potencial del bagazo, se propone elaborar papel bond con materia prima de bagazo de caña de azúcar, por el motivo a que la demanda requerida anualmente de dicho producto crece. Es por esto por lo que fin de esta investigación es tener una otra alternativa más eco-amigable con el entorno ambiental con respecto a la elaboración de papel bond tradicional, debido a que el papel bond es será elaborado en función de residuo de caña, y a vez tratará a los residuos producidos por la fabricación del papel, generando así una economía circular. La implementación de la planta fabricadora de hojas de papel bond provocaría un nuevo uso al bagazo de caña, creando un posible mejor rendimiento en lo que se refiere a los otros usos que tiene este residuo, por el motivo que la demanda en el Perú de papel bond es elevada. La implementación de dicha planta haría que la oferta peruana aumente, con esto la fabricación peruana optaría por otra fuente de elaboración de dicho producto.

Es por eso por lo que se plantea la siguiente pregunta ¿Cuál será la factibilidad de instalar una planta de papel bond aprovechando el bagazo de caña de azúcar para atender la demanda nacional insatisfecha? Con el objetivo general de Proponer el diseño de una planta de papel bond aprovechando el bagazo de caña de azúcar para atender la demanda nacional insatisfecha, y con los objetivos específicos de Determinar la factibilidad Comercial de instalar una planta de hojas de papel bond a base de bagazo de caña para atender la demanda nacional insatisfecha, Determinar la factibilidad Técnica de instalar una planta de hojas de papel bond a base de bagazo de caña para atender la demanda nacional insatisfecha y Determinar la factibilidad Económica, Financiera y Ambiental de instalar una planta de hojas de papel bond a base de bagazo de caña para atender la demanda nacional insatisfecha.

### **Revisión literaria**

El bagazo de caña de azúcar es el residuo extraído del proceso de la caña de azúcar; este es producido después de que el tallo o pedúnculo de la caña de azúcar se extrae del jugo azucarado que contiene. Se puede extraer aproximadamente el 40% o 50% de bagazo de la caña de azúcar. [8] El bagazo está compuesto usualmente sólidos insolubles, agua y una pequeña cantidad de sólidos solubles. Entre los valores más significativo que hay son: humedad aproximada de: 46-52%; partículas sólidas: 40-46%; y sólidos solubles: 6-8%. También posee un porcentaje de lignina los suficientemente conveniente para la preparación/producción de papel, por el motivo este posee de 21 – 22% de porcentaje de éste, el cual lo transforma en una materia prima potencial para la producción de papel.

La humedad relativa es de las características más importantes para la elaboración del papel, y también es la característica que moja el papel. La proporción depende de la humedad relativa y la temperatura del ambiente en relación con el papel y la humedad contenida en el papel, pero la mayoría de las características del papel cambiarán debido a cambios en el contenido del papel.

La proporción de dimensiones del papel es otro factor importante que hace que el papel absorba agua son los distintos cambios de tamaño que aparecen durante el proceso de producción. Estos cambios dimensionales son causados por la tensión y la densidad del papel. Cuando la fibra de celulosa cambia del estado seco a su estado saturado, el diámetro de la fibra de celulosa cambia del 15% al 20%. La estabilidad dimensional es la capacidad del papel para resistir cambios extremos de humedad. [9] [10] [11]

Abeer Et al [12] en su investigación “Microfibrillated cellulose from agricultural residues. Part I: Papermaking application”. Estimaron la estructuración de la microfibratada celulósica (MFC) a partir de desechos de biomasa. Los residuos utilizados fueron, los tallos de algodón y el bagazo, en esta investigación fueron procesados químicamente con hidróxido de sodio-sulfito de sodio con la finalidad de retirar la hemicelulosas y lignina, y para apartar la celulosa, este fue el material de inicial para el desarrollo de MFC. Las propiedades fueron comparadas para verificar las características del producto hojas de papel elaboradas comúnmente en la pulpa y el papel hecho en laboratorio por medio de la adición de un 20% aproximadamente de pulpa de madera como aditivo.

Razooki y Sauodi [13] en su investigación “Novel method for extraction of cellulose from agricultural and industrial wastes”. El primordial propósito de esta investigación fue separar celulosa de distintas fuentes de residuos industriales y agrícolas como de oficina, cáscara de arroz y caña de azúcar por medio de una metodología rápida y sencilla. Se realizaron modelos de extracción diferentes para cada residuo propuesto, para la caña aplicaron una operación de secado,

molienda, filtrado y lavado, lo que produjo que se extrajera un 20% de celulosa de la caña de azúcar, lo cual fue apta para la producción de papel bond.

Alarcón y Marzocchi [14] en su investigación titulada “Evaluation for paper ability to pseudo stem of banana tree”. Identificó que hay en una gran proporción una variedad de materia prima en celulósico agrícola de banano, generados en gran cantidad por los pseudo tallo de este producto, los cuales se parten y se destrozan luego de la cosecha/recolección anual de la plantación. Primero verificaron el gran recurso que se posee este residuo con la finalidad de convertir en una opción con un gran aporte de materia prima para su tratamiento en pulpa para generar papel. El procedimiento que realizaron fue que los pseudo tallos que estén a temperatura (frescos) se expongan a una operación de selección del material fibroso, se deshumedecieron al ambiente libre y el elemento resultante se guardó hasta su posterior utilización. Se realizó 2 tipos de tratamientos químicos, tales como el de soda y Kraft, y un procesamiento mecánico.

Hassan, *et al* [15] en su investigación titulada “Improving bagasse pulp paper sheet properties with microfibrillated cellulose isolated from xylanase-treated bagasse” Plantearon una opción novedosa con la finalidad de modernizar las características del producto papel de hojas, se debía implementar una celulosa microfibrilada (MFC) de la pulpa/médula de bagazo y blanda madera blanqueada posteriormente tratada con enzimas xilanasas. Se analizó la consecuencia de la inserción de distintas proporciones de MFC en la resistencia a la tracción (en seco y húmedo), resistencia al estallido, resistencia al desgarro, la porosidad de las hojas de papel y la opacidad. Se obtuvo que con la incorporación de MFC a sobre pulpa de bagazo aumentó positivamente la resistencia a la tracción en seco y húmedo, pero la resistencia al estallido y la resistencia al desgarro se redujeron con proporciones progresivos de MFC. Además, la inclusión de MFC a la médula de bagazo no reaccionó notablemente en la opacidad, decrementó en pequeña escala la porosidad y fortaleció la estructura del papel de hojas. Se realizó una comparación de las propiedades de resistencia de hojas de papel elaboradas de bagazo y membranas de madera/leño blando y el papel de hojas hechas de bagazo y MFC. Las hojas que contenían MFC obtuvieron un incremento en su resistencia a la tracción (en seco y húmedo) en comparación a las de madera blanda, pero a su vez estas poseían una mejor resistencia estallido y desgarro.

González, *et al* [16] en su artículo “Valuación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel”. Indicaron que el material celulósico está presente en gran parte de los géneros de vegetales que son incluido del consumo diario de las personas y, por lo que, los desechos orgánicos podrían transformarse en materia prima para la producción de papel. Hicieron un total de veintiún residuos orgánicos, fueron

estudiados a través de demostraciones de laboratorio corroboradas a través de las normativas ASTM y TAPPI, y resultó que solo 9 de estos poseen un elevado contenido de celulosa en su estructura. Se dictaminó que distintos residuos poseen un gran potencial para ser tratados en la fabricación de papel.

### **Materiales y métodos:**

**Estudio de mercado.** Se realizó una recopilación de la información de las características, composición, propiedades y requerimientos de calidad del papel bond, a su vez se investigó su demanda a nivel nacional de los últimos años, también como ésta estaba constituida y qué precios hay en el mercado, en base a lo propuesto por Baca [17]. Para el papel bond a base de bagazo, se determinó que el requerimiento de papel bond nacional está abordado en gran parte por las importaciones, y que la oferta nacional tenía menor porcentaje de mercado, esto fue referido por información de Trade Map [4]. Posterior a esto, se empleó la metodología de suavizamiento exponencial con fin de conocer la tendencia que iba a tener la demanda extranjera y la oferta peruana los próximos 5 años, y finalmente se dispuso la demanda del proyecto.

**Estipulación de la localización de planta.** Se determinó la locación de la planta a un nivel macro y micro. Para el punto de macrolocalización se analizó por departamentos, en donde a cada localización fue evaluada por factores de, existencias de materia prima, aspectos climáticos, oferta de mano de obra, sueldos y salarios, reservas de agua, redes eléctricas y cercanía al mercado, y sus resultados de la microlocalización se analizaron por la metodología de factores ponderados. A su vez con el nivel microlocalización se tomaron los puntos de proximidad a los elaboradores de materia prima, cercanía al mercado, disponibilidad de mano de obra, servicios básicos y costo de terreno; y de igual manera que la microlocalización sus resultados fueron analizados por la metodología de los factores ponderados. Los criterios de macro y micro localización estuvieron basados en la información de Carro y Gonzales [18].

**Especificación del proceso y tecnología.** Se determinó y especificó las operaciones relacionadas a la fabricación de papel bond a base de bagazo y papel reciclado mediante el uso de un diagrama de flujo de operaciones en función a la información de Aguilar [19] y Mendoza y Aquino [20]. También se determinó el tipo de maquinarias a emplear en la fabricación de papel, teniendo en cuenta puntos como el precio, capacidad, consumo de energía y años de garantía.

**Diseño y distribución de planta.** Para el diseño y distribución se detalló las áreas requeridas para la planta de papel bond, utilizando el método de Gurchet para determinar el dimensionamiento necesario para cada sección de la planta, después de esto se decidió a realizar el Layout de la planta con el fin de conocer las rutas y la distribución de todas las áreas. Estas metodologías fueron aplicadas en base libro de Cuatrecasas. [21]

**Determinación de la organización.** Se determinó todos los cargos necesarios para la planta de producción de papel bond a base de bagazo, y los perfiles y funciones básicas que éstos deben tener para ocupar el cargo.

**Evaluación de económica y financiera.** Se procedió analizar todas las inversiones necesarias para la implementación y funcionamiento de la planta teniendo en cuenta los costos materia prima, materiales, maquinarias, terreno, depreciación, gastos administrativos, comerciales y financieros. De esta forma se determinó la evaluación de económica y financiera con la finalidad de evaluar la rentabilidad del proyecto, encontrando su VAN, TIR y sensibilidad de éste. Esta evaluación está en función a la información del libro de Vázquez y Arroyo [22]

**Evaluación ambiental.** Se evaluó mediante el uso de la herramienta Leopold los efluentes de las distintas operaciones del proceso productivo, a su vez se reciclo y trató los papeles reciclados, con la finalidad de tener otra línea de producción de papel bond.

## Resultado y discusión

### Estudio de mercado

Se elaboró una investigación de mercado con la finalidad de verificar la viabilidad que lograría tener la comercialización adecuada del papel bond de bagazo de caña de azúcar, del cual se optó por factores como el producto, análisis de la oferta, zona de influencia y demanda, y precios; de los cuales se logró desarrollar un análisis la participación de mercado de la oferta nacional y extranjera, y a su vez desarrollar para el proyecto un plan de ventas adecuado. Lo primero que se investigó fue las especificaciones técnicas requeridas del papel bond para poder comercializarse (ver tabla 1). Estos datos son importantes, puesto que el cliente final tiene la necesidad de conocer si el producto que está adquiriendo cumple con los estándares mínimos para su uso.

Tabla 1. Especificaciones técnicas para el papel Bond A-4

Parámetros requeridos	
Gramaje	80 + 4g/m <sup>2</sup>
Humedad	máximo 6,0%
Volumen específico	mínimo 1,25 cm <sup>3</sup> /g
Blancura photovolt	mínimo 96%
Opacidad photovolt	mínimo 87%
Dirección Máquina	mínimo 6 000m
Dirección Transversal	mínimo 3 000m
Índice de reventamiento	mínimo 2 Kpa m <sup>2</sup> /g
Lisura Gurley (Suavidad)	máximo 60seg y mínimo 40seg
Ceniza (%)	máximo 20 y mínimo 5

Fuente: Norma Técnica Peruana – NTP. ITINTEC 272.047-1988. [23]

Una vez especificado el producto a ofrecer y sus propiedades, se dispusieron las opciones necesarias para escoger la extensión de mercado, para este punto se tomó en cuenta la cantidad

de materia prima existente, la demanda y oferta de la zona, y como este ha ido variando en los 5 años últimos; y el actuar/tendencia del mercado de la oferta nacional y extranjera (importaciones). Por lo cual, el mercado nacional peruano será el mercado seleccionado, ya que según el MINAGRI [24] el Perú cuenta con una gran diversidad de zonas de elaboración de caña de azúcar; esto se puede evidenciar en su producción, puesto que en el año 2020 se produjo un total 10 468 800 Toneladas de caña de azúcar, representando el bagazo el 30% del total producido, dejando un total de 3 140 640 toneladas de bagazo en ese año.

Según el INEI [4] [5] el mercado peruano actualmente cuenta con una demanda ascendente en los últimos 5 años, ya que esta ha crecido un 14,8%, teniendo solo una caída en el año 2020 por temas de las restricciones sanitarias causadas por el COVID-19 (ver anexo 1); por otra parte, la oferta nacional ha tenido una tendencia a la baja, puesto que su producción en el año 2015 fue de 55 884 toneladas y en el año 2019 esta bajó a 14 702 toneladas. De acuerdo con los datos obtenidos del INEI [4] [5] se pudo conocer que la demanda nacional peruana actualmente cuenta con una gran parte no atendida por su oferta, es decir, las importaciones son las que mayor presencia de mercado tiene a nivel nacional, esto se puede corroborar con los datos de importaciones de papel bond desde el 2016 al 2019, ya que estas han crecido un 44,84% teniendo como principales exportadores a Brasil, Indonesia y China (ver anexo 1). La implicación de mercado en los últimos 3 años ha sido acaparada por las importaciones, esto debido a que, en los años 2017, 2018 y 2019 hubo una participación del 59%, 64% y 85% respectivamente (ver anexo 1)

Para el proyecto su demanda se tomó en función de los países que tienen una ínfima participación en el mercado sin meter a las ya mencionadas. El porcentaje tomado de la participación de mercado fue del 1% basado en la metodología de Entreprenur [25], sin embargo, debido a que la producción de papel en la actualidad se elabora con un porcentaje de papel reciclado, la participación pudo aumentar hasta en 1,5%, en base a este porcentaje se optó la demanda del proyecto para los años 2022 al 2026 (ver anexo 1). En cuanto a los precios, estos fueron tomados en base al precio de importación por toneladas de los años 2016 al 2019 donde éste tuvo un crecimiento del 0,1% anual, dejando para el año 2026 un precio de 918 dólares por tonelada (ver anexo 1). Para la realización se consideró el plan de ventas proyectarlo para los próximos 5 años, en el cual se colocó la demanda proyecto y los precios en dólares de los años 2022 al 2026 (ver tabla 2).

**Tabla 2. Plan de ventas de papel bond A4 para los años 2022-2026**

Año	Demanda del proyecto (T)	Precio (USD / T)	Ventas (USD)
2022	1 537,74	914,00	1 405 496,97
2023	1 644,17	915,00	1 504 416,86
2024	1 750,57	916,00	1 603 523,43
2025	1 857,00	917,00	1 702 869,00
2026	1 963,43	918,00	1 802 427,43

Fuente: Elaboración propia

### **Determinación de la localización de planta**

Uno de los factores relevantes que define el posible éxito de un proyecto es la localización de la planta. La elección de este factor debe ser acertada y fundamentada, en donde se deberá analizar criterios puntuales que puedan afectar positivamente el desarrollo futuro de la planta. Por ese motivo se decidió elegir los siguientes aspectos como; las existencias de materia prima, características climatológicas, oferta de mano de obra, sueldos y salarios, recurso de agua, redes eléctricas y cercanía al mercado. Primero se decidió analizar el nivel macro, en donde se enfrentaron mediante una matriz de elección tres localidades como La Libertad, Lambayeque y Lima, siendo el departamento de La Libertad la localidad seleccionada (ver anexo 2). A nivel micro se consideró como posibles alternativas a la zona de C. Panamericana Norte entre 103 y 102 de la La Libertad, y la zona del parque Industrial de La Libertad, siendo la zona de la Panamericana Norte entre 103 y 102 la elegida por los motivos que se encuentra cerca de las principales agroindustrias de caña de azúcar como los son Cartavio S.A.A. y Casa Grande S.A.A y por el costo del terreno, ya que este por m<sup>2</sup> es mucho más barato (ver anexo 2).

### **Ingeniería y tecnología**

Para la determinación del capítulo de Ingeniería y tecnología, primero se calculó la capacidad total de la planta en base a la demanda del proyecto.

Para hallar la capacidad diseñada de la planta se adjudicó el año último de la demanda del proyecto (ver tabla 2), asumiendo que una jornada laboral total es de 8 horas/día, 24 días/mes y 11,5 meses/año, resultó que hay que producir aproximadamente 7,114 t/día; luego fue necesario a conocer la capacidad real, en el cual se tomó el primer año de la demanda del proyecto (ver tabla 2), resultando una producción de 5,571 t/día. Por ello, para obtener la capacidad utilizada del proyecto, se procedió a dividir los resultados obtenidos de la capacidad real sobre la capacidad utilizada, dejando un de 78,328%.

Después de hallar las capacidades de la planta, se determinó el plan de producción en base al plan de ventas (ver tabla 2), en donde se calculó la producción por unidad del proyecto, considerando como una unidad una resma de 500 hojas donde cada una pesa aproximadamente

9,07 kg; para el año 2022 será de 169 507 resmas, llegando al año 2026 a una producción de 216 431 resmas (ver anexo 4). Luego se estimó los requerimientos de materiales por unidad (resma) en donde se clasificó por materiales directo e indirectos, en los directos se estableció los materiales necesarios para producir el papel bond, y en los indirectos únicamente al empaque, dejando un total de 6,5 soles por cada unidad (ver tabla 3).

Tabla 3. Requerimientos de materiales

INSUMO	UNIDAD COMPRA	INDICE DE CONSUMO	VALOR X UND.	MONTO POR UND
BAGAZO	T	0,0177	S/250,00	S/4,420
Dióxido de cloro	Kg	0,0035	S/8,23	S/0,029
Sosa caustica	Kg	0,0030	S/6,12	S/0,018
Jabón	Kg	0,00004	S/4,20	S/0,00017
Na <sub>2</sub> SO <sub>3</sub>	Kg	0,0039	S/21,00	S/0,082
Papel reciclado	T	0,0210	S/72,00	S/1,512
TOTAL DE MATERIALES DIRECTOS				S/ 6,06
Empaque (resma)	UNIDAD	1	S/0,05	0,05
TOTAL DE MATERIALES INDIRECTOS				0,05
TOTAL				S/6,56

Fuente: Elaboración Propia.

Para la disponibilidad/disposición de materia prima se evaluó el historial de producción de caña de azúcar, puesto que el bagazo representa el 30% de su estructura de este cultivo. Se obtuvo que la producción de caña de azúcar del 2020 creció en un 7% en comparación a la producción del 2016, por lo cual la tendencia de producción del bagazo tiene un comportamiento ascendente. En departamento de La Libertad la producción promedio de bagazo en los últimos 5 años fue de 1 842 279,60 toneladas.

Tabla 4. Disponibilidad de materia prima a nivel nacional

Años	Producción nacional de caña de azúcar (T)	Producción nacional de bagazo (T)
2016	9 791 699	2 937 510
2017	9 399 617	2 819 885
2018	10 336 178	3 100 853
2019	10 902 906	3 270 872
2020	10 468 800	3 140 640

Fuente: MINAGRI [24].

Para la disponibilidad del papel reciclado, según el Ministerio del Ambiente, La Libertad produce aproximadamente 285 000 toneladas de residuos sólidos al año, de los cuales el 3,79% es papel, lo cual deja aproximadamente una producción anual de 10 801 toneladas de papel anual, dejando un margen mensual de 900,125 toneladas. Dejando una cantidad considerable de materia prima para el uso de producción de papel bond [26].

Una vez calculado la capacidad de planta, el plan de requerimientos de materiales y producción se procedió a establecer el proceso productivo para obtener el papel a base de bagazo de caña de azúcar. Para el proceso productivo del papel bond A4 se tomó como referencia el proceso de fabricación de papel a base de bagazo de caña de azúcar y de papel reciclado de las investigaciones de Aguilar [19] y Mendoza y Aquino [20].

Desintegración del papelote: El proceso de desintegración del papelote básicamente es un proceso de lavado, ya que limpia las impurezas más perceptibles de la materia prima entras y a su vez consigue una suspensión fibrosa apta.

Depuración gruesa: Esta operación tiene con fin separar las impurezas (stickies) más gruesas restantes en la materia prima.

Depuración fina: Permite disminuir la cantidad de stickies contenido en la materia prima en un 70% y puede remover partículas de hasta 3mm de diámetro. También facilita la dispersión de la tinta, facilitando la extracción en la siguiente entapa.

Destintando: El proceso de destintado trata de extraer todo tipo de tinta o mancha que esté presente en la materia prima. Se vierte dentro de la máquina una cierta cantidad de jabón, en donde éstas se adhieren a los papelotes mediante burbujas producidas por la máquina.

Espesado: Eleva la consistencia de la pasta del papel y extra el agua restante que hay en ésta.

Dispersión: En este proceso la pasta obtenida por el espesado pasa unas fuerzas de fricción y masado, en donde reducen la tinta residual hasta un punto casi imperceptible. Después esta operación se une con la pulpa de bagazo.

Recepción de la materia prima: Se trae el bagazo directamente de las agroindustrias de caña de azúcar de la Libertad y de otras agroindustrias cercanas de los departamentos vecinos. El bagazo es recepcionado, pesado y si es necesario almacenado con una humedad del 80% con la finalidad de detener su fermentación. Después que el bagazo esté en la planta, este pasa por una limpieza externa, donde sale las impurezas que están a simple vista.

Desmenuzado o triturado: En este proceso se desmenuza con un triturador que sirve específicamente para moler material orgánico, para este caso bagazo de caña de azúcar con una humedad al 45 o 50%, puesto que con esta humedad es donde mejor rendimiento se le puede sacar al bagazo, alcanzando a sacar hasta 70% de bagazo desmenuzado húmedo y el otro 30 % es médula húmeda que puede ser utilizada para la quema en las calderas de alcoholeras.

Lavado del bagazo: El proceso de lavado se efectúa con las lavadoras tambor o también conocidos como filtros al vacío, donde se lava con agua el bagazo previamente desmenuzado o triturado, luego se selecciona el material pre triturado descartando pedazos e impurezas.

Pulpeado: En el proceso de pulpeado disgrega o desfibra el bagazo lavado con una máquina llamada pulper, separando la fibra virgen de la lignina, para que esta pueda ser procesada en las siguientes etapas. El pulper hace que se combinen el bagazo lavado con el agua y sosa caustica (NaOH) para crear una pasta homogénea separando los contaminantes a una temperatura de 170 °C. Teniendo como salidas al licor blanco y algunos restos de pajillas o astillas. Blanqueado: En el proceso del blanqueado para por una secuencia llamada ECF (Libre de cloro elemental) que básicamente se quita el residual de lignina que se encuentra en la pasta semimarrón procedente del pulpeado. La pasta semimarrón se deposita en unos tambores donde se le añade una concentración de dióxido de cloro y sosa caustica, teniendo como resultado un papel más claro.

Laminado: Consiste en retirar la pasta de papel en una delgada capa sobre una tela de suspensión acuosa. Básicamente pasa por un cajón largo, en donde su interior se traslada la pasta dándole la forma aplanada.

Prensado: Una vez que el papel haya adquirido una forma aplanada, la hoja pasa por unas prensas de rodillo donde elimina el agua residual que queda en el producto para que el producto quede semi seco y completamente aplanado.

Secado: La banda de papel es comprimida por una progresión de rodillos huecos en donde en estos circulan el vapor a elevadas temperaturas, para esto se complementa con una manta de fieltro que impide que la hoja se separe del cilindro ayudando al secado.

Lisado: Después de que el papel esté completamente plano y seco, las fibras se unen convirtiéndose finalmente en papel, el cual consiste en darle una textura completamente lisa, se tiene que papel de bagazo necesita una lisura especial, y esto se consigue dando una presión especial entre dos rodillos. Luego se pasa por unas calandras que tiene varios rodillos colocados uno sobre otros, los cuales son huecos y proporcionan calor.

Bobinado: El papel es enrollado en una máquina Pope para que no tenga daño alguno su estructura.

Cortado: Después de que el papel esté completo, se procede a cortar la hoja con un ancho fijo. En esta etapa se descartan los defectos y se corta la hoja por el largo de acuerdo con las medidas requeridas de la producción.

Empaquetado: Se empaquetarán en presentación de resmas, donde en cada uno de esos empaques habrá 500 hojas de papel bond.

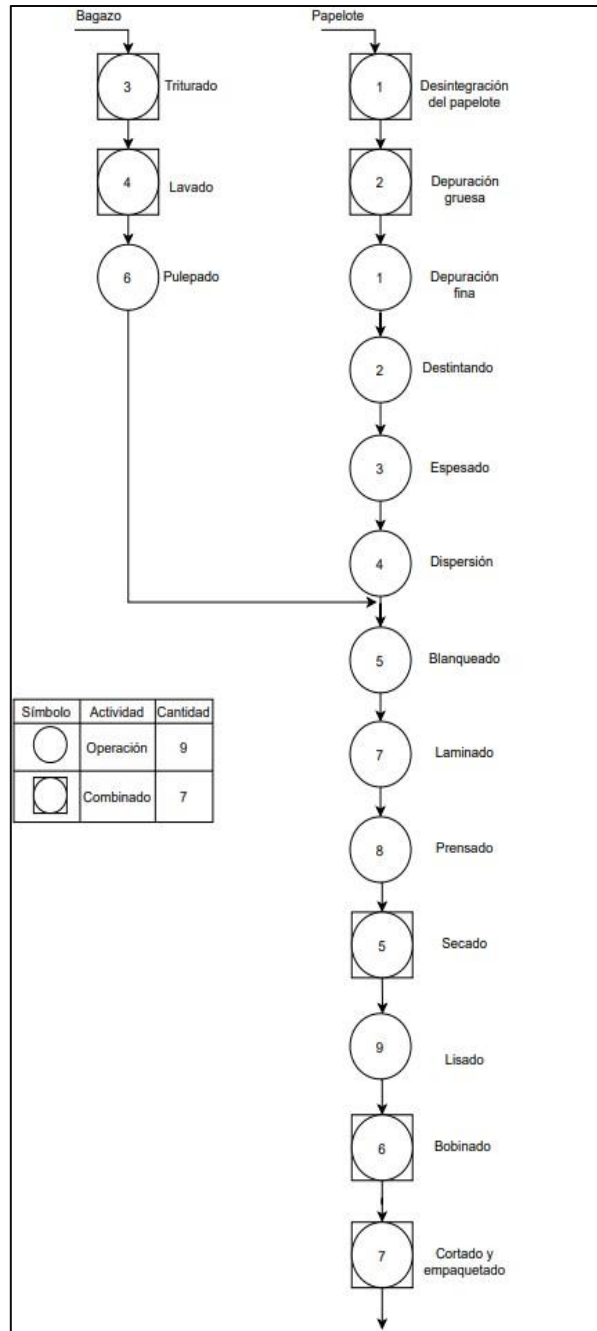


Figura 1. Diagrama de operaciones del proceso de producción de papel bond de bagazo y papel reciclado

Se detalla dentro del área de producción las dos líneas de producción que tiene el papel bond, en la cual la amarilla representa la línea con papel reciclado, la azul la de bagazo y la verde la combinación de ambas líneas productivas (ver anexo 3).

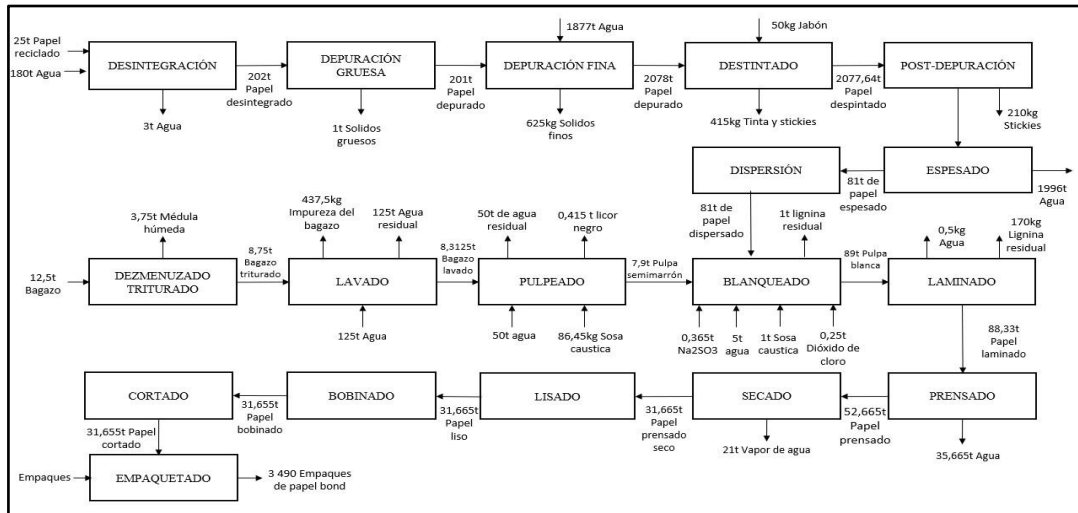


Figura 2. Balance de materia prima para el papel bond a base de bagazo y papel reciclado. Fuente: Aguilar [19] y Mendoza y Aquino [20].

Realizado una vez lo mencionado anteriormente, se eligió la tecnología apropiada para el proceso productivo, por medio de una matriz de ponderación, tomando en cuenta la capacidad, consumo de energía, garantía y precio como los factores (ver anexo 4). Por consiguiente, se determinó la cantidad de estaciones y la duración de ciclo en min/kg de cada periodo del proceso por medio de las capacidades/tolerancia de cada máquina seleccionada. Por otro lado, con los datos indicados se estimó el total de la mano de obra mínima en el área de producción, resultando 20 operarios.

Tabla 5. Maquinaria para el proceso de producción de papel bond

Maquina	Tiempo de ciclo (min/kg)	Capacidad	Consumo Total (kW/h)
Desintegradora de papel	0,010	6 t/h	23,3
Depuradora gruesa	0,008	7 t/h	11
Depuradora fina	0,010	6 t/h	2,2
Máquina de destintando	0,007	8 t/h	2,2
Eliminadora residuos de pulpa de papel	0,008	7 t/h	2,2
Espesadora	0,008	7 t/h	3,13
Dispensor	0,010	6 t/h	8,33
Triturador de residuos	0,010	6 t/h	44
Máquina lavadora de MP	0,012	5 t/h	1,1
Dumpulper	0,040	1,5 t/h	11
Blanqueadora	0,009	6,25 t/h	22
Maquina papel bond A4	0,012	5 t/h	200
Máquina cortadora y empaquetado	0,009	6,5 t/h	11

Fuente: Elaboración propia. En base a Alibaba y Made In China.

### Diseño y distribución de planta

Luego de plantear el proceso de producción y su tecnología, fue necesario conocer el diseño de la planta, por lo tanto, para calcular el espacio requerido para cada área, se aplicó el método de Guerchet en conjunto con la norma A.010. Para la aplicación de la metodología de Guerchet

se tuvo que indicar los datos de altura, ancho, largo, las posiciones en que se puede manipular las máquinas u objetos, e indicar si estos son móviles o fijos. La distribución de la planta de papel bond será lineal, dado que cada proceso de la planta será establecido conforme con la sucesión ordenada que pasa el producto en cada operación, o sea, está organizada de forma secuencial y repetitiva. Cada máquina estará junta a la otra con un espacio adecuado, con la finalidad de tener el acceso inmediato cuando cada una termine su operación y no tener tiempos improductivos. Por consiguiente, se precisa las áreas con sus tamaños asignados.

Área de producción de papel bond: Es aquel espacio en donde se ejecutará todos los procesos de elaboración de papel bond A4 de bagazo de caña de azúcar. Según lo planteado por el método de Guerchet resultó que el área total de producción de la planta es 610,47 m<sup>2</sup>.

Almacén de productos terminados e insumos: En el almacén de productos terminados se almacenará cajas de 23,5 (ancho) x 34,5cm (largo) que tienen una capacidad de 10 unidades (1 resma = 500 hojas) aproximadamente, también se almacenarán los insumos como la Sosas caustica. Esta área tendrá un espacio de 159,72 m<sup>2</sup> según el método de Guerchet.

Área de baños generales: Esta área estará destinada por los servicios higiénicos de los operarios de producción en su mayoría. Según los resultados de la metodología de Guerchet el área de baños generales tendrá 21,22 m<sup>2</sup>.

Oficina de marketing y finanzas: Esta área estará delegada del control, ejecución, elaboración y coordinación del cálculo presupuestario de toda la planta. Según lo planteado por el método Guerchet se determinó que el área total es de 24,10 m<sup>2</sup>.

Baños de administración: Esta sección será utilizada para los servicios higiénicos del personal administrativo de la planta. Por lo propuesto en el método de Guerchet resultó que el espacio de los baños de administración es de 5,58 m<sup>2</sup>

Caseta de seguridad: La caseta estará en la entrada principal de la planta, el cual tendrá un vigilante que registrará las entradas y salidas. Se obtuvo que según el método de Guerchet la caseta de seguridad debe ser de 3,60 m<sup>2</sup> de área.

Oficinas de Logística y Talento Humano: Extensión delegada de coordinar y planificar con totalidad las operaciones para lograr los estándares requeridos de calidad y servicio al menor costo posible, también de organizar el contrato del talento humano en la empresa. Según la metodología Guerchet se dictaminó que el área total es de 17,04 m<sup>2</sup>.

Gerencia General: Extensión delegada de planificar con las oficinas administrativas para garantizar que los procesos y registros se ejecuten apropiadamente. Según los resultados obtenidos por la metodología de Guerchet el área de Gerencia General tendrá espacio total de 15,580 m<sup>2</sup>.

Comedor de trabajadores: El espacio del comedor tiene como fin suministrar de alimentos necesarios a los operarios de planta y algunos trabajadores de administración en sus horarios de refrigerios o descansos. Según los resultados del método de Guerchet se determinó que esta área sea de 54,93 m<sup>2</sup>.

Oficinas de Control de Mantenimiento: Tendrán función de controlar toda la línea de proceso de producción de papel bond a base de bagazo de caña de azúcar. Asimismo, también se dispondrá a controlar todos los aspectos que estén relacionados con el mantenimiento tanto a los equipos, maquinarias y áreas. Según el método de Guerchet 15,58 m<sup>2</sup>. será el área requerida para este punto.

Almacén de herramientas y repuestos: Área que dispondrá de herramientas y repuestos necesarios para todas las áreas cuando dispongas de éstas. Según los resultados del método de Guerchet el área que tendrá será de 43,11m<sup>2</sup>.

Almacén de materia prima: En esta área es donde se dispondrá el almacenamiento en número de la materia prima, para esta oportunidad será el bagazo de caña de azúcar. Según los resultados obtenidos por la metodología de Guerchet se dispondrá con una cantidad de 268,71m<sup>2</sup>.

Área de control de calidad: En el laboratorio de control de calidad se evaluará los parámetros mínimos requeridos del papel bond a base de bagazo de caña de azúcar. Aplicando el método de Guerchet resultó que el área tendrá un total de 16,08m<sup>2</sup>.

Estacionamiento: Para el estacionamiento se tomó en cuenta las dimensiones descritas de la norma A.010. Se calculó el área tomando un ancho de 2,7m para cada automóvil y 10m de largo en total, 5m del largo del estacionamiento y 5m del radio de giro del auto. Calculando las dimensiones, resultó que el área de estacionamiento tendrá un total de 324m<sup>2</sup> [27].

Área de tratamiento de residuos: En esta área se tratará todo tipo de residuos producidos por el proceso productivo del papel bond. Aplicando Guerchet se obtuvo que el área de tratamiento de residuos tendrá a disposición 124,72 m<sup>2</sup>.

Áreas verdes: Para los cálculos de las áreas verdes se basó en la norma A.010 en donde incide que las áreas verdes representan el 30% del área total de la planta, por lo cual se tiene un total de áreas verdes de 513m<sup>2</sup> [27].

En definitiva, sumando todas las áreas descritas anteriormente se tiene que el área total de la planta de papel bond será de 2 224m<sup>2</sup>. Para la distribución de la planta de papel bond en cuenta el recorrido de los materiales, insumos, producto terminado e información, mediante la aplicación de la metodología Systematic Layout Planning (SLP) con el fin de tener una circulación adecuada en cada proceso específico que se requiera. Para las especificaciones se colocaron las siguientes valorizaciones, A (absolutamente necesario), E (Especialmente

necesario), I(Importante), O(Ordinario), U (sin relevancia) y X (No recomendable). También se especificaron los motivos para la proximidad entre áreas, 1 (Recorrido del producto), 2 (Flujo de información), 3 (Ruidos), 4V(Control del proceso), 5 (Necesidad) y 6 (Peligro de contaminación).

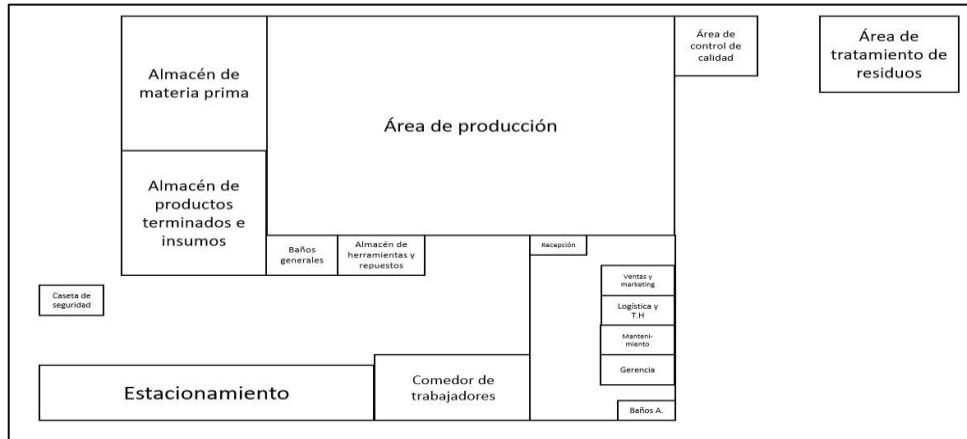


Figura 3. Croquis de la planta de producción de papel bond a base de bagazo

Debido a que en el proceso de papel bond se obtiene como residuos el licor negro y aguas residuales, fue necesario diseñar dos sistemas de tratamientos para ambos residuos. El tratamiento propuesto para licor negro fue un tratamiento que consiste en recuperar la sosa caustica utilizada en la operación de pulpeado. Por lo cual, se detalla el proceso necesario para aplicarlo. Para el requerimiento de las maquinarias en el anexo 3 se detalla las maquinarias requeridas para el proceso de recuperación.

Proceso de evaporación: En la máquina evaporadora al vacío ingresa el licor negro residual producido en la operación de pulpeado. El licor negro es sometido a un proceso de evaporación a 90°C y con una baja presión (al vacío), en donde se evapora con el objetivo de disminuir su humedad hasta un 40%. El licor negro restante sale como concentrado con un 24% de su peso inicial [28] [29].

Combustión: La caldera de recuperación es llevada a una temperatura de 510°C y una presión de 12,6MPa para que el licor negro reaccione con el oxígeno (O<sub>2</sub>) generando que la porción denominada orgánica proceda a ser consumida como combustible, a su vez generando un calor que procede a retomar en la sección elevada del horno de manera de vapor, teniendo una excesiva temperatura. Por otro lado, fracción inorgánica no fue calcinada se extrae de la sección inferior de la caldera como una solución fundida. Este denominado fundido, recorre por fuera del horno y se disgrega en agua, consiguiéndose un tipo licor que abarca primordialmente NaOH. El 20% del licor negro concentrado se expulsa de la caldera como material fundido [28] [29].

**Disolución:** En esta operación se disuelven el fundido proveniente de las calderas de recuperación, del cual se forma el licor verde, dejando impurezas orgánicas compuestos principalmente de Ca y Fe [28] [29].

**Clarificación:** Los sedimentos del licor verde pasan por un lavado con agua. Después del lavado, el insoluble sedimento se descarta por medio de la decantación y espesamiento [29].

**Proceso de caustización:** El licor verde clarificado y la Cal (CaO) son ingresados al apagador de cal, en donde las altas temperaturas y agitación provocan que la cal se apague, produciendo un Hidróxido de Calcio (CaOH<sub>2</sub>). Por último, el licor sale del apagador fluyen con dirección hacia unos tanques de agitación, lo que facilita que se termine la reacción de caustización, transformando al CaOH<sub>2</sub> en sosa caustica (NaOH). Como salida también se tiene al licor blanco y a la CaCO<sub>3</sub> [28] [29].

**Calcinación:** El CaCO<sub>3</sub> formado en el proceso de caustización, ingresa a un horno en donde se le retira el agua y se descompone emitiendo CO<sub>2</sub>, donde se recupera de esa manera la cal para volver a ser reutilizada en el proceso de caustización [29].

**Filtración:** El licor blanco restante del proceso de caustización es filtrado para retirar los lodos de CaCO<sub>3</sub>. El licor blanco es almacenado, después es utilizado en las máquinas Dumpulper, ya que este licor blanco filtrado está compuesto por sosa cáustica (NaOH) [28].

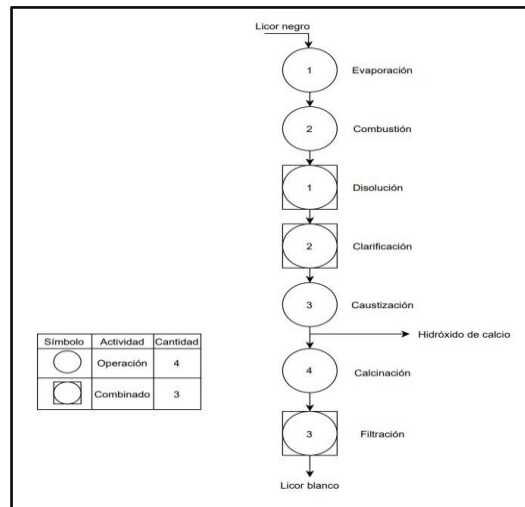


Figura 4 Diagrama de operaciones del proceso del proceso ambiental

Como se sabe, el proceso de producción de papel bond requiere de grandes cantidades de agua, las cuales en su mayoría son vertidas sin reutilización alguna. Es por lo que se reutilizará el agua residual producido por el proceso de producción del papel mediante la aplicación de evaporadores al vacío, los cuales realizarán un proceso de separación mediante el uso de calor, con la finalidad separar los contaminantes que están dentro de las aguas residuales, y estas puedan ser reutilizadas nuevamente en el proceso de fabricación [29].

Por otra parte, fue importante aclarar que el control de calidad del proceso de producción y su verificación de los estándares mínimos requeridos para el producto final. El control de calidad que se realiza en la planta es aplicado en las operaciones más importantes que este tiene en su línea de producción. Para la recepción de materia prima se evalúa el peso y la calidad del bagazo con la finalidad de poder facilitar la eliminación parcial de desechos e impurezas que este pueda tener. Después en la etapa de pulpeado, se mide si la cantidad de químicos vertidos son los correctos para la formación de la pulpa, y también se inspecciona si la temperatura de la máquina es la apropiada. Por último, en la etapa de laminado se toma una muestra de humedad para comprobar si el papel cuenta con una humedad de entre 7% a 9%.

Con respecto al producto final se evalúa si el este cumple con los requisitos mínimos para asegurar la conformidad del cliente final. Lo primero que se evalúa en el papel, son aspectos superficiales como el tamaño, color, blancura y humedad; así mismo también se realiza ensayos de resistencia a la rotura, rigidez, desgarró, porosidad y gramaje; todo esto con finalidad de verificar si el producto cumple con los parámetros mínimos exigidos (ver tabla 1).

## **Organización**

En la estructura organizacional ésta dividido en distintas áreas, donde cada departamento tiene diversas funciones y jefaturas. La estructura organizacional estará compuesta de la siguiente manera.

Gerente General: Se encargará de dirigir, supervisar y guiar a la empresa en todas sus áreas correspondientes, a su vez gestionará parte de la administración general, y velará por el cumplimiento de los objetivos y metas propuesta por la empresa.

Asistente de Gerencia: Será la que apoye gerente general en las actividades de gestión, para la toma de decisiones y control empresarial. También será la encargada de gestionar el itinerario del gerente.

Jefe administrativo/finanzas: Será quien llevará el control del flujo financiero y contable de la empresa de la empresa: Aprobar órdenes de compras, pagos de impuestos, sueldos, remuneraciones, pagos a proveedores, etc.

Asistente de administración/finanzas: Será quién apoye en las labores de finanzas y contabilidad al jefe de administrativo/finanzas, conjuntamente agendará y administrará todo tipo de reuniones o citas que tenga el jefe administrativo/finanzas.

Jefe de logística: Será el que supervisará las operaciones diarias de todas las áreas, con el fin de proveer de materiales y/o servicios que estas requieran, también atenderá los requerimientos del cliente y mantendrá una relación óptima con el mismo. Supervisar las actuaciones de logística e implementar las acciones de mejora necesarias.

Asistente de logística de entrada: Estará encargada de todo tipo de control de inventarios, implicando actividades de gestión de inventarios, planificación y compras, políticas de stocks, niveles de rotación, etc.

Asistente de logística de salida: Estará encargada de todo tipo de control de producción o fraccionamiento de pedidos, despacho, reparto y liquidación documentaria.

Jefe de mantenimiento: Su labor estará centrada en la supervisión de las maquinarias y equipos de todas las áreas relacionadas a la empresa. También deberá planificar las políticas de mantenimiento según se el caso (preventivo, predictivo y correctivo).

Asistente de mantenimiento de maquinaria: Estará encargado de todo tipo de mantenimiento a las maquinarias, coordinando toda operación con el jefe de mantenimiento.

Jefe de calidad: Estará encargado de supervisar, analizar y evaluar todo lo relacionado a la calidad del producto final.

Operario de calidad: Será quién apoye en las actividades necesarias en el laboratorio de calidad.

Jefe de producción: Estará encargado de inspeccionar todas las líneas de producción de la planta, a su vez realizará mejoras y ajustes precisos, que se sigan con los procedimientos determinados por el departamento/área de calidad, y de igual forma todos los procesos, operaciones y paradas de mantenimiento que requieran las máquinas del área.

Operarios de producción: Encargados de las operaciones realizadas en el proceso de producción, y a su vez de realizar las actividades de funcionamiento, manejo y control de las maquinarias, transporte del producto final y de los materiales para la elaboración, entre otros.

Jefe de Talento Humano: Su deber será asegurar una adecuada comunicación y delegación entre toda la estructura de la organización, esto promueva tener un espacio organizacional apropiado en donde este sea más armonioso el diálogo, la comunicación y los horarios/jornadas laborales, teniendo una mejor productividad del Talento Humano y por ende de toda la empresa.

Jefe de Ventas y Marketing: Estará encargado de planificar y gestionar las ventas y comercialización del producto final, a su vez estará encargado del marketing y publicidad de la empresa.

### **Evaluación de la viabilidad económica – financiera**

Para este proyecto se vio necesario establecer la inversión requerida para poder llevarlo a cabo, en donde se especificó cada inversión necesaria para su funcionamiento. Primero se realizó una evaluación de la inversión fija, la cual se tomó todo lo tangible que poseerá la empresa. Del cual se consideró cuentas como:

Terreno: El costo por cada metro cuadrado donde se ubicará la fábrica elaboradora de papel bond es de un total de S/ 220. Para este establecimiento se requirió aproximadamente un total de 2 224m<sup>2</sup>. Por el cual el costo del terreno es de S/228 800.

Construcciones: Para corroborar el costo total de construcciones en m<sup>2</sup> y las inclusiones generales como luz, desagüe y agua, se consideró tomar la resolución ministerial n° 270-2020 vivienda de la Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo. De esto resultó que la inversión requerida haciende a un total de S/1 931 412,37 [30].

Infraestructura Industrial: Para los costos de la infraestructura industrial se utilizó también los datos de la Dirección General de Políticas y Regulación en Vivienda y Urbanismo [30], del cual se casó los precios de los techos industrial, pared, pisos industriales, y las instalaciones de agua, luz y desagüe.

Maquinarias: Para la fábrica de papel bond a base de bagazo fue necesario ciertas maquinarias específicas (ver tabla 5 y 6). También se tuvo en cuenta las maquinarias del área de tratamiento de residuos.

Equipos de producción: Se adjudicó en su totalidad los equipos requeridos en el área de producción, almacenes y área de calidad.

Transporte: Para este punto se tomó el costo 3 camioneta (Hyundai hd 120) con un precio de S/130 560 cada una.

Equipos de oficina: Se decidió tomar los artículos necesarios para las oficinas administrativas. Tales como anaqueles, escritorios, sillas, computadoras, etc.

En total se tuvo que todos los costos de las inversiones fijas dieron una sumatoria total de S/ 5 060 505,70 los cuales se resumen en la tabla 6.

**Tabla 6. Resumen de inversión de costos tangibles**

Inversión tangible	Total (S/)
Terrenos	S/489 280,00
Construcciones	S/1 931 412,37
Infraestructura Industrial	S/296 047,83
Maquinaria	S/3 254 491,96
Equipo de Producción	S/55 340,00
Transporte	S/391 680,00
Equipos de Oficina	S/32 126,00
<b>Total de inversión tangible</b>	<b>S/6 450 378,16</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego de considerar las inversiones tangibles, se procedió a evaluar las intangibles, por lo cual se tomaron principalmente los permisos de municipio, planos, expedientes, certificados de defensa civil, etc. Se tuvo un total de S/41 616,00 de inversiones tangible.

El capital de trabajo fue otro aspecto a considerar, en donde se incluyeron los costos de producción, en el cual se pautarán los costos de materiales directos e indirectos, luz, agua, mano

de obra directa e indirecta. Por otro lado, adicionan diversos costos como son los de gastos administrativos, en este acápite se consideran los costos de los salarios administrativos, accesorios de oficina y materiales, uso de consumo eléctrico, internet, papelería y servicios potables y agua. En los gastos de comercialización también están tomados en cuenta, en esta sección se describen los gastos de marketing, los sueldos de los colaboradores y gastos de ventas. Para concluir, están los gastos financieros, se describen de manera detallan los amortizaciones e intereses para 10 años del préstamo estipulado para el proyecto de investigación, en este la tasa tomada fue del 4,34% del BCP conforme la data/documento tomado de la Superintendencia de Banca, Seguros y AFP del plazo de septiembre 19 del 2021 correspondiente a préstamos a más de 360 días [31]. En la tabla 7 se detallan los gastos financieros del proyecto.

Tabla 7. Gastos financieros

		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4
Préstamo a largo plazo	<b>S/1 931 412,37</b>	S/1 738 271,13	S/1 545 129,90	S/1 351 988,66	S/1 158 847,42
Intereses		S/94 832,35	S/85 349,11	S/75 865,88	S/66 382,64
Amortizaciones		S/193 141,24	S/193 141,24	S/193 141,24	S/193 141,24
<b>TOTAL</b>		<b>S/287 973,58</b>	<b>S/278 490,35</b>	<b>S/269 007,11</b>	<b>S/259 523,88</b>

Fuente: Elaboración propia.

En los cual, se describe de modo esquematizado en la tabla 9 el capital de trabajo exigido/empleado para la aplicación del proyecto. Se verifica que los ingresos son mayores a los costos de producción, de comercialización, gastos financiamiento y administrativos, por lo cual desde el primer año de vida del proyecto la utilidad acumulada del capital de trabajo es positiva, teniendo un total de S/2 703 819,45 aumentando más el resto de los años.

Tabla 8. Capital de trabajo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos	S/5 734 427,64	S/6 138 020,78	S/6 542 375,59	S/6 947 705,52	S/7 353 903,91
Total ingresos	S/5 734 427,64	S/6 138 020,78	S/6 542 375,59	S/6 947 705,52	S/7 353 903,91
Costos de Producción	S/1 943 607,07	S/2 044 928,23	S/2 146 222,19	S/2 247 543,36	S/2 348 864,52
Gastos administrativos	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78
Gastos de comercialización	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00
Gastos de financiamiento	S/85 349,11	S/75 865,88	S/66 382,64	S/56 899,41	S/47 416,17
	S/193 141,24	S/193 141,24	S/193 141,24	S/193 141,24	S/193 141,24
Total egresos	S/3 030 608,19	S/3 122 446,12	S/3 214 256,85	S/3 306 094,78	S/3 397 932,71
Saldo (Deficit/ Superavit)	S/2 703 819,45	S/3 015 574,66	S/3 328 118,74	S/3 641 610,74	S/3 955 971,20
Utilidad acumulada	S/2 703 819,45	S/5 719 394,11	S/9 047 512,85	S/12 689 123,59	S/16 645 094,80

Fuente: Elaboración propia.

Posteriormente de haberse realizado los cálculos de los costos mencionados con anterioridad, se precisa de manera minuciosa la disposición de la inversión para la aplicación del proyecto.

Se tiene que el 47,59% será del socio estratégico, 23,69% del promotor del proyecto y el 28,25% restante será del financiamiento. Con respecto al socio estratégico, estos estarán abarcados en su mayoría por fondos concursables como FONDECYT e INNOVATE PERU. El proyecto contará con un total de S/6 838 013,87 y a su vez con un imprevistos del 5% ante cualquier incidente.

Tabla 9. Cronograma de inversiones

Descripción	Inversión total	Socio estratégico	Promotor del proyecto S/.	Financiamiento S/.
<b>Inversión tangible</b>				
Terrenos	S/489 280,00		S/489 280,00	
Construcciones	S/1 931 412,37			S/1 931 412,37
Infraestructura Industrial	S/296 047,83		S/296 047,83	
Maquinaria	S/3 254 491,96	S/3 254 491,96		
Equipo de Producción	S/55 340,00		S/55 340,00	
Transporte	S/391 680,00		S/391 680,00	
Equipos de Oficina	S/32 126,00			
<b>Total de inversión tangible</b>	<b>S/6 450 378,16</b>	<b>S/3 254 491 96</b>	<b>S/1 232 347,83</b>	<b>S/1 931 412,37</b>
<b>Inversión Intangible</b>				
Estudios	S/20 400,00		S/20 400,00	
Gastos Preoperativos	S/41 616,00		S/41 616,00	
<b>Total de inversión intangible</b>	<b>S/62 016,00</b>	<b>S/0.00</b>	<b>S/62 016,00</b>	<b>S/0,00</b>
Imprevistos 5%	S/325 619,71		S/325 619,71	
<b>INVERSIÓN TOTAL</b>	<b>S/6 838 013,87</b>	<b>S/3 254 491,96</b>	<b>S/1 619 983,54</b>	<b>S/1 931 412,37</b>
<b>PORCENTAJE</b>	<b>100%</b>	<b>47,59%</b>	<b>23,69%</b>	<b>28,25%</b>

Fuente: Elaboración propia.

Luego de haberse desarrollado el cronograma de inversiones, se procedió a hallar el punto de equilibrio del proyecto, con el fin de conocer desde que punto la empresa comenzará a percibir utilidades (ganancias). Con respecto al primer año, el punto de equilibrio resulta un monto de S/1 658 667,32 con 49 029 unidades; mientras que para el quinto año se tuvo un total de S/1 555 329,50 con 45 774 unidades (ver anexo 6).

Por último, con respecto a la evaluación económica/financiera se desarrolló todo el flujo de caja del proyecto (ver tabla 10). Con estos datos se corroboraron los indicadores principales como el TIR (Tasa Interna de Retorno), VAN (Valor Actual Neto), TMAR (Tasa Mínima Aceptada de Rendimiento), y la relación Costo/Beneficio (C/B) para verificar si el proyecto cuenta con rentabilidad o no. Para realizar el TMAR, fue importante primero reconocer la tasa de inflación de lo que va del año 2021. Según con el último informe desarrollado del mes de septiembre del BCR [32], la tasa de inflación está en 5,23%, siendo así el TMAR de 13,32%. Con el VAN se comprueba si el proyecto es rentable o no, para este caso el valor del VAN es

de S/7 231 645,56 con un TIR de 46%. El TIR al ser mayor que el TMAR indica que el proyecto es económica rentable.

Tabla 10. Flujo caja anual

ITEMS	AÑO 0	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b>Inversión</b>						
Capital Social	S/4 874 475,50					
Préstamos a CP y LP	S/1 931 412,37					
Total Inversión	S/6 805 887,87					
<b>INGRESOS</b>						
Cuentas por Cobrar (Ventas a crédito)		S/1 576 967,60	S/1 831 316,40	S/1 952 603,81	S/2 074 178,41	S/2 196 016,21
Ventas al Contado		S/4 014 099,35	S/4 296 614,54	S/4 579 662,91	S/4 863 393,86	S/5 147 732,74
<b>TOTAL, INGRESOS</b>		S/5 591 066,95	S/6 127 930,95	S/6 532 266,72	S/6 937 572,27	S/7 343 748,95
<b>EGRESOS</b>						
Costos de Producción		S/1 943 607,07	S/2 044 928,23	S/2,146 222,19	S/2 247 543,36	S/2 348 864,52
Gastos administrativos		S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78
Gastos de comercialización		S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00
Amortización de préstamos		S/287 973,58	S/278 490,35	S/269 007,11	S/259 523,88	S/250 040,65
<b>TOTAL DE EGRESO</b>		S/3 040 091,43	S/3 131 929,35	S/3 223 740,08	S/3 315 578,01	S/3 407 415,94
<b>SALDO BRUTO (antes de impuestos)</b>		S/2 550 975,53	S/2 996 001,59	S/3 308 526,64	S/3 621 994,26	S/3 936 333,01
Impuesto a la renta		S/765 292,66	S/898 800,48	S/992 557,99	S/1 086 598,28	S/1 180 899,90
<b>SALDO (después de impuestos)</b>		S/1 785 682,87	S/2 097 201,12	S/2 315 968,64	S/2 535 395,98	S/2 755 433,11
Depreciación		S/514 132,96	S/514 132,96	S/514 132,96	S/514 132,96	S/514 132,96
<b>SALDO FINAL</b>	-S/4 874 475,50	S/2 299 815,82	S/2 611 334,07	S/2 830 101,60	S/3 049 528,94	S/3 269 566,06
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	-S/4 874 475,50	-S/2 574 659,67	S/36 674,40	S/2 866 776,00	S/5 916 304,94	S/9 185 871,00

Fuente: Elaboración propia.

## Estudio ambiental

El proceso productivo de papel bond a base de bagazo con papel reciclado genera ciertos residuos que podrían causar un impacto significativo al ambiente, como es el caso del licor negro y las aguas residuales generadas por el proceso de producción. Por lo tanto, es importante considerar los aspectos necesarios para poder minimizarlas o reutilizarla en su totalidad. Para el tratamiento de recuperación de químicos del licor negro, fue necesario implementar una línea de recuperación de la Sosa caustica (NaOH) usado en las máquinas dumplueper, la línea del proceso radica en que el licor negro se incinerado para que este termine convirtiéndose en una mezcla establecida llamada “fundidos” que al mezclarlo con agua este pasa a ser una sustancia llamada licor verde, el cual este mismo que posteriormente se trata con cal en unas máquinas llamadas causticadores formando de esta manera al licor blanco, este químico es usado en el procesamiento mencionado anteriormente. En donde se obtuvo que por cada una tonelada de licor verde que ingrese al proceso se obtiene 1,9kg de sosa caustica [28] [29]. El evaporador al vacío a aplicar cuenta con una capacidad de 10m<sup>3</sup> por horas, lo que significa que por día puede procesar aproximadamente 80m<sup>3</sup> de aguas residuales, lo que económicamente representa un ahorro de 572 soles al día, puesto que el m<sup>3</sup> de agua destinada para la industria cuesta 7,15 soles para el departamento de La Libertad. El costo del evaporador al vacío es de US\$ 30 000 lo que al tipo de cambio de 4,10 lo que representa 123 000 soles. Si calculamos el ahorro anual que se tendría de agua, sería de 157 872 soles lo que influiría directamente en los costos de consumo de agua en la planta [33].

## Discusión

Con respecto al estudio de mercado, Baca [17] en su libro menciona la importancia del estudio de mercado y el impacto que puede traer éste en una posible inversión. Menciona que la metodología del estudio debe ser metódico, claro y conciso, y dentro de ésta se debe cuantificar la demanda y oferta, junto con el análisis de los precios y de la comercialización del producto. El presente estudio considera acoger una demanda del 1,5% de las importaciones de papel bond, se consideró este porcentaje porque la materia prima no es muy abundante y el consumo para la elaboración del papel bond con el bagazo es alto; pero esto difiere con la investigación de Salazar [34] ya que en su estudio de mercado consideró abarcar el 10% del mercado de papel bond, abarcó ese porcentaje alto, ya que su materia prima es raquis de banano, y ésta es muy abundante y es la suficiente para atender tal cantidad de demanda. También en el estudio de Mendoza y Aquino [20] es su estudio de una planta de papel bond a base de papel reciclado, en su estudio de mercado plantean cubrir un 5,88% de la demanda insatisfecha de papel para impresión; consideró quitar mercado a las importaciones, debido a que éstas acaparan gran parte de la demanda nacional y la oferta peruana no es la suficientemente alta para atender a toda. Ambas investigaciones consideraron quitarle mercado a las importaciones por la alta participación de mercado que posee en el país, a su vez también por la abundancia de materia prima que poseen. El mercado del papel cada vez es más creciente y los recursos para su producción es cada vez más escasos, es por lo que la idea de implementar una planta de papel con otras opciones se convierte más considerables y novedosas, y esto se ve reflejado en los estudios de Salazar [34], y Mendoza y Aquino [20].

Con respecto al estudio de la localización y tamaño de la planta, Escalante, Tarazona, Torres y Uscamayta [35] en su investigación de instalar una planta de papel bond a base de cascara de cacao, decidieron colocar su planta en el departamento de San Martín, esto lo determinaron mediante una matriz de factores, donde consideraron aspecto como disponibilidad de materia prima, densidad poblacional y mano de obra. El presente estudio decidió tomar 7 aspectos, como lo son la disponibilidad de materia prima, aspectos climáticos, disponibilidad de mano de obra, sueldos y salarios, disponibilidad de agua, redes eléctricas y cercanía al mercado; con la misma metodología de matriz de factores y teniendo todos los aspectos idénticos que la investigación ya mencionada, pero con la diferencia del resultado de la localización, puesto que la planta de este estudio se localizó en La Libertad -Trujillo.

Para el diseño de ingeniería, Ríos [36] explica la importancia de distribuir de manera efectiva las áreas mediante el método de Guerchet, en el cual explica que es importante distinguir los elementos que estarán en el área, los cuales pueden ser fijos o móviles, y distribuir bien las

dimensiones de altura, ancho y largo. El presente estudio también utilizó el método Guerchet y acompañado de la metodología Layout para el dimensionamiento de las áreas y distribución de la planta según su relación entre áreas, donde resultó que el área total de la planta de papel bond sea de 1 000m<sup>2</sup> aproximadamente, contando con 14 áreas; lo mismo realizó Salazar [34], en donde tuvo 13 áreas y lo distribuyó de una manera parecida, contando con aproximadamente 2 224 m<sup>2</sup> en total.

Con respecto al análisis financiero, según Mete [37] indica en su artículo la importancia de conocer el VAN y el TIR dentro de un proyecto de inversión a gran escala, puesto que detalla al VAN como indicador que mide el flujo de los ingresos y egresos de una inversión, y al TIR como un indicador de rentabilidad del proyecto. Para este proyecto de inversión se tuvo un TIR de 46% con un TMAR de 13,32%, siendo el TIR mayor que TMAR, lo cual se infiere que el proyecto es económicamente viable, ya que según Álvarez [38], para que un proyecto de inversión sea viable, este debe tener una Tasa Mínima Atractiva de Rentabilidad (TMAR) inferior al TIR.

## **Conclusiones**

El Diseño de una planta de papel bond a partir de bagazo de caña para atender la demanda nacional insatisfecha, resulta ser un proyecto de inversión viable en lo comercial, técnico, económico y financiero, y ambiental de acuerdo con el análisis desarrollado para cada uno de los objetivos propuestos.

El estudio de mercado realizado determinó que la demanda de papel bond del proyecto abarcará solo la oferta internacional (importaciones actuales), por el motivo que estas abarcan la mayor participación del actual del mercado. Así mismo, teniendo la disponibilidad de materia prima, se cubrirá aproximadamente 1,5% de la demanda insatisfecha, la cual representa un valor de 1 537,74 toneladas de papel bond para el año 2022 y un valor de 1 963,43 toneladas para el año 2026, teniendo así una demanda creciente del 28,24% en los próximo 5 años, representando una viabilidad comercial aceptable del proyecto.

Mediante el estudio de la macro localización, se pudo conocer la ubicación de la planta de bond será en La Libertad, dado que esta cuenta con el 57% producción de bagazo del Perú, a su vez cuenta con mano de obra calificada con sueldos inferiores en comparación a Lambayeque y Lima. El estudio de micro localización arrojó que la planta se ubicará en la carretera Panamericana norte ruta entre 103 y 102 del departamento de La Libertad ya que se encuentra cerca de las principales agroindustrias de caña de azúcar como los son Cartavio S.A.A. y Casa Grande S.A.A.

Con el estudio técnico se demostró que es posible contar una línea de producción para el papel bond a base de bagazo. Se calculó la capacidad real y diseñada diaria de la planta, produciendo 5,571 t/día y 7,114 t/día de papel bond respectivamente, a su vez se halló la productividad de la materia prima, teniendo esta un rendimiento del 51%. Además, mediante el método Guerchet se pudo calcular el área de la planta, resultando un total de 2 224m<sup>2</sup>. Del mismo modo con el método Layout se distribuyó las áreas requeridas por la planta.

Finalmente para el estudio económico-financiero y ambiental, se concluye que el proyecto de inversión es económicamente rentable, dado que se obtuvo un TIR de 46% con un TMAR inferior de 13,32%, y con un VAN de S/7 231 645,56. Así mismo, se halló que la inversión total requerida para el proyecto es de S/6 838 013,87, del cual el 47,59% será puesto por el socio estratégico, 23,69% por promotor del proyecto y el 28,25% restante por el financiamiento del banco BCP; a su vez se obtuvo que la inversión se recuperará en el segundo año de haberse instalado la planta. En lo que respecta ambiental, se colocó dos líneas de procesamiento de residuos; una para tratar el licor negro con la finalidad de recuperar la sosa caustica para su posterior uso en la operación de pulpeado, y otra, para trata el agua residual para posterior reutilización.

### **Recomendaciones**

Se recomienda investigar al raquis de banano, hojas de la caña de azúcar y a las cascaras de cacao como otras opciones de materias primas para la elaboración de papel, para que haya un incremento en la participación de mercado del papel bond a nivel nacional.

Evaluar otros posibles tipos de procesamiento de tratamientos del licor negro producido por la operación del pulpeado con el fin de minimizar el impacto ambiental que este genera. Evaluar como disminuir el CO<sub>2</sub> emitido en el proceso de recuperación de químicos del licor negro.

## Referencias

- [1] FAO, «Pulp and paper capacities capacités de la pâte et du papier capacidades de pasta y papel survey 2018-2023,» Roma, 2019.
- [2] B. W. Sudameris, «Papel y cartón ventaja comparativa gracias al bagazo,» Departamento de estudios económicos, 2002.
- [3] PRODUCE, «gob.pe,» 10 junio 2018. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/produce/noticias/3957-produccion-manufactureraavanzo-20-3-en-abril>. [Último acceso: 21 abril 2021].
- [4] INEI, «TradeMap,» [En línea]. Available: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?nvpm=1%7c604%7c%7c%7c480256%7c%7c%7c8%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=1%7c604%7c%7c%7c480256%7c%7c%7c8%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1). [Último acceso: 21 mayo 2021].
- [5] INEI, «Producción de las industrias textiles, cuero y calzado, papel y edición e impresión 2018-2019,» Lima, 2020.
- [6] MINAGRI, «Plan Nacional de cultivos Campaña Agrícola 2019-2020,» Lima, 2021.
- [7] INEI, «inei.gob,» [En línea]. Available: <http://m.inei.gob.pe/>. [Último acceso: 1 mayo 2021].
- [8] M. . C. Vargas García y . F. Cabrera Capitán, De residuo a recurso: el camino hacia la sostenibilidad, Madrid: Mundo-Prensa, 2014.
- [9] A. Gomez, Materiales y productos de impresion argio310. segunda edicion, Málaga: Innovacion y cualificacion, 2013.
- [10] S. B. Molina, «Papel elaborado con fibras alternativas provenientes de bagazo de caña de azucar.,» 2016.
- [11] R. Thomas y G. Covey, Pulp and paper production from sugarcane bagasse., Brisbane(Australia): Biofuels and bioproducts, 2016.
- [12] A. M. Adel, E.-G. Ahmed , M. Diab, R. Abou-Zeid, W. El-Zawawy y A. Dufresne, «Microfibrillated cellulose from agricultural residues. Part I:,» Sciencedirect, vol. 95, pp. 161-174, 2016.
- [13] H. Razooki Hasan y M. Hasoon Sauodi, «Novel method for extraction of cellulose from agricultural and,» Chemical Technology, vol. 9, pp. 148-153, 2014.
- [14] L. Alarcón y V. Marzocchi, «Evaluation for paper ability to pseudo stem of banana tree,» ScienceDirect, vol. 8, pp. 814-823, 2015.
- [15] E. Hassan, M. Hassan y K. Oksman, «Improving bagasse pulp paper sheet properties,» Wood and Fiber Science, vol. 43, pp. 76-82, 2014.

- [16] «Valuación de las propiedades físicas y químicas de residuos sólidos orgánicos a emplearse en la elaboración de papel.» Redalyc.org, vol. 9, n° 43, pp. 499-517, 2016 .
- [17] G. Baca Urbina, «Evaluación de Proyectos 6ta edición,» Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana, Morelia, Uruapan y Zamora, 2010.
- [18] R. Carro Paz y D. Gonzáles Gómez, «Localización de instalaciones,» Universidad Nacional de Mar del Plata, Mar del Plata, 2018.
- [19] A. R. N., «Efecto del almacenamiento de bagazo de caña en las propiedades físicas de celulosa grado papel,» redalyc, Distrito federal, 2010.
- [20] H. L. Aquino Zarate y I. P. Mendoza Hurtado, «Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de hojas de papel reciclado para impresión,» UNI, Lima, 2020.
- [21] L. Cuatrecasas Arbós, Diseño integral de plantas productiva, Madrid: Diaz de Santos, 2012.
- [22] P. Arroyo y R. Vásquez, Ingeniería Económica, Lima: Universidad de Lima.
- [23] M. d. Educación, «Adjudicación Directa Selectiva por Subasta Inversa,» Lima, 2005.
- [24] MINAGRI, «Boletín de publicación trimestral. Octubre - Diciembre,» 2020.
- [25] F. E., «Entrepreneur,» [En línea]. Available: <https://www.entrepreneur.com/article/264164>. [Último acceso: 3 mayo 2021].
- [26] MINAM, «Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013.,» Dirección de Investigación e Información Ambiental, Lima, 2014.
- [27] I. d. I. C. y. Gerencia, «Norma A.010 Condiciones generales de diseño,» El Peruano, Lima, 2014.
- [28] A. P. B. 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.
- [29] P. Fernandez, «Recuperación de productos y calor en la industria papelera,» 2018.
- [30] D. G. d. P. y. R. e. V. y. Urbanismo, «Aprueban los Valores Unitarios Oficiales de Edificación para las localidades de Lima Metropolitana y la Provincia Constitucional del Callao, la Costa, la Sierra y la Selva, vigentes para el Ejercicio Fiscal 2021,» El Peruano , Lima, 2020.
- [31] s. y. A. Superintendencia de banca, «sbs.gob.pe,» [En línea]. Available: <https://www.sbs.gob.pe/app/pp/EstadisticasSAEEPportal/Paginas/TIActivaTipoCreditoEmpresa.aspx?tip=B>. [Último acceso: 2021 09 14].
- [32] BCR, «Nota de Estudios N° 70: Inflación - Setiembre 2021,» Lima, 2021.

- [33] «Alibaba,» [En línea]. Available: [https://spanish.alibaba.com/product-detail/vacuumevaporator-evaporator-vacuum-multi-effect-fall-film-vacuum-evaporator-1600292775722.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal\\_offer.d\\_title.72b45c2ahf06A0&s=p](https://spanish.alibaba.com/product-detail/vacuumevaporator-evaporator-vacuum-multi-effect-fall-film-vacuum-evaporator-1600292775722.html?spm=a2700.galleryofferlist.normal_offer.d_title.72b45c2ahf06A0&s=p). [Último acceso: 2021 09 28].
- [34] 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,» Chiclayo, 2020.
- [35] A. K. Escalante Robles, E. Tarazona Vega, J. G. Torres Julca y S. J. Uscamayta Lázaro, «Estudio de pre-factibilidad para la elaboración de papel bond a base de la cáscara de cacao,» Lima, 2020.
- [36] E. L. Ríos Ortiz, «Diseño de Sistemas Productivos: Distribución en plantas industriales con ayudas multimedia,» Medellín, 2012.
- [37] M. R. Mete, «Valor actual neto y tasa de retorno: su utilidad como herramientas para el análisis y evaluación de proyectos de inversión.,» Instituto de Investigacion en Ciencias Económicas y Financieras, Marzo, 2014.
- [38] F. A. Á. Sánchez, «Técnicas para evaluar financieramente proyectos de inversión.,» Universidad Icesi, Cali, 2017.
- [39] H. L. Aquino Zarate y I. P. Mendoza Hurtado, «Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de hojas de papel reciclado para impresión.,» Lima, 2020.

## Anexos

### Anexo 1: Demanda nacional.

La demanda nacional de papel bond en el mercado peruano desde el 2011 al 2019 ha tenido un crecimiento positivo prácticamente año tras año según datos recolectados en el portal del INEI. Si se verifica de manera detallada, puede corroborarse que la demanda nacional antes de pandemia tenía una tendencia creciente, puesto que si comparamos los datos de la demanda años tras años, se puede ver un ligero aumento en sus cantidades, así mismo se puede evidenciar un aumento en la participación de las importaciones, y un decrecimiento en la oferta nacional, cabe mencionar que todas las cantidades descriptas en la tabla están en unidades de toneladas, puesto que el valor por resmas podría ser solo un aproximado, es así que para tener unos valores más precisos se denominó en tonelaje.

Año	Oferta nacional (T)	Importaciones (T)	Demanda nacional (T)
2011	47 254	38 315	85 569
2012	36 400	44 642	81 043
2013	53 404	41 351	94 755
2014	44 933	45 323	90 256
2015	55 884	48 914	104 798
2016	31 957	60 012	91 969
2017	44 955	64 972	109 928
2018	48 692	85 257	133 950
2019	14 702	83 551	98 254

Fuente: Cálculos del CCI basado en estadísticas de INEI.

Para tener un mejor espectro de como las importaciones han tenido una mayor participación de mercado en el producto de papel bond, se decidió tomar los últimos 5 años posteriores a pandemia, desglosando así por los principales países exportadores al Perú y sus cantidades respectivas en toneladas de cada uno de ellos año tras años. Se puede evidenciar en el que los principales importadores de papel bond desde el 2016-2019 son Indonesia, China y Brasil, este último por en gran abasto de materia prima que cuenta por su zona geográfica, también por las distancias cercana que tiene con el Perú y por distintos TLC que tiene con el país.

Exportadores	Valor importado en 2016	Valor importado en 2017	Valor importado en 2018	Valor importado en 2019	Valor importado en 2020
Mundo	54 770	57 245	79 155	79 330	41 853
Brasil	30 816	33 676	68 808	59 446	36 494
Indonesia	11 445	14 547	961	5 689	1 585
China	2 195	651	729	4 596	1 022
Portugal	4 315	2 294	2 297	1 840	732
Argentina	0	198	1 361	158	577

Fuente: Cálculos del CCI basado en estadísticas de INEI.

Las importaciones desde el año 2016 han tenido una mayor presencia/participación en la demanda total del producto de papel bond en el mercado nacional peruano, es por eso que se calculó de manera anual un trimestre específico de la demanda, no se tomó en cuenta el año 2020 por ser una temporada atípica (pandemia). En la tabla se puede corroborar que en el año 2017 aún había un porcentaje considerable de participación de la oferta nacional en comparación a la oferta internacional, que en este caso sería las importaciones, pero en los años 2018 y 2019 se puede verificar la tendencia decreciente de la oferta de papel bond nacional, puesto que estos contaron valores de 36% y 15% respectivamente del total, generando una mayor ocupación del mercado internacional, abarcado porcentajes de más del 60%.

Procedencia	2017		2018		2019	
	Produc. total	%Parti. de mercado	Produc. total	%Parti. de mercado	Produc. total	%Parti. de mercado
Oferta nacional (T)	44 955	41%	48 693	36%	14 703	15%
Importaciones (T)	64 973	59%	85 257	64%	83 552	85%
Total		100%		100%		100%

Fuente: Cálculos del CCI basado en estadísticas de INEI.

Con la finalidad de establecer la demanda del proyecto, se plantea cubrir el 1,5% de la oferta internacional, puesto que los principales competidores que proveen papel bond A4 para Perú, son en su mayoría el mercado extranjero, es decir las importaciones, de los cuales abastecen en su mayoría al mercado peruano. El pronóstico fue desarrollado para los próximos 5 años posterior a la instalación de la planta de papel bond, teniendo una tendencia creciente años tras año, teniendo que en el 2022 se proyectaría una demanda aproximada de 1 537,74 toneladas, concluyendo con el 2026 con 1 963,43 toneladas totales. Esta demanda se estipula con el fin de tener una perspectiva de adonde se quiere conducir el futuro del proyecto, puesto que de esto dependerá en gran medida la viabilidad económica de realizar este plan, por otro lado también marcará la pauta/horizonte de cuanto es lo que realmente se tiene previsto realizar de la escala productiva.

Pronóstico de la demanda del proyecto	
Año	Demanda del proyecto (T)
2022	1 537,74
2023	1 644,17
2024	1 750,57
2025	1 857,00
2026	1 963,43

Fuente: Elaboración propia.

Se tiene que el precio del papel bond desde el año del 2017 hasta el 2019 se obtuvo un crecimiento anual, teniendo como el pico más alto el 2019 con un precio de 950 el dólar/kilogramo. Se tomaron los primeros 5 años post pandemia, puesto que el mercado de papel bond tenía una actividad relativamente normal.

Pronóstico de los precios por tonelada de papel bond

Año	Demanda del proyecto (T)
2016	910
2017	880
2018	930
2019	950
2020	880

Fuente: Trade Map

**Anexo 2: Macro y micro localización.**

Se detallan las variables que se tomaron en cuenta para la selección a nivel macro. Teniendo a La Libertad como el candidato con mayor puntuación. Esto se valuó en base a las principales necesidades que se tenía para la producción y comercialización que necesitaba el producto de papel bond, a su vez se evaluó la tendencia de cada uno de estos puntos con respecto a los años.

Fuente: Elaboración propia

Procedencia	2017		2018		2019	
	Producción (T)	Participación de mercado	Producción (T)	Participación de mercado	Producción (T)	Participación de mercado
Oferta nacional (T)	44 955	41%	48 693	36%	14 703	15%
Importaciones (T)	64 973	59%	85 257	64%	83 552	85%
<b>Total</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>		<b>100%</b>

Fuente: Cálculos del CCI basado en estadísticas de INEI.

Para la micro localización se propusieron las variables de selección puntuales, tales el caso de la cercanía a la materia prima, puesto que es uno de los principales factores para la producción de papel bond a base de bagazo, también la cercanía al mercado principal, puesto que la comercialización de este producto juega un rol importante para el tema de la viabilidad económica del proyecto, la disponibilidad de mano de obra calificada también fue otro punto requerido, ya que de esto se iba a resultar tanto la calidad como mostración del producto hacía el consumidor final, y por último el cotos de terreno fue parte de las variables importantes, ya que como se trata de un proyecto mediamente grande, el costo por cada metro cuadrado en gran proporción iba a ser un rol prioritario en el costo final y en la viabilidad final del proyecto.

Teniendo a C. Panamericana Norte como el candidato con el mayor puntaje.

Variables	Ponderación	Alternativas			
		C. Panamericana Norte		P. Industrial	
		Calificación	Resultado	Calificación	Resultado
Cercanía a las fuentes de materia prima	33%	5	1,67	4	1,32
Cercanía al mercado	11%	4	0,44	4	0,44
Disponibilidad de mano de obra	11%	5	0,56	5	0,56
Servicios básicos	11%	5	0,56	5	0,56
Costo de terreno	33%	4	1,33	3	1,00
<b>Total</b>			<b>4,56</b>		<b>3,87</b>

Fuente: Elaboración propia

Anexo 3: Producción y ambiental.

Con respecto al diagrama de recorrido, se evaluó con la finalidad de que haya el recorrido y espacio necesario y óptimo para el transporte del material y sus distintas fases por todo el proceso de producción descrito detalladamente por cada operación, para esto se tuvo que evaluar de manera puntual el área ya mencionada, identificando cada operación con su respectivo símbolo. Para el diagrama se representó con un círculo a las operaciones realizadas, con un cuadrado a las operaciones de inspección, en caso una de estas operaciones tuviera 2 acciones, estas son representadas con una simbología de operación combinada, que es la unión del círculo y cuadrado, con respecto al transporte se detalla con flechas que indican hasta donde es trasladado el resultado de una operación con otra, y finalmente para la acción de almacenamiento se representó con un triángulo; se detalló con colores para detallar específicamente en que parte de los subproceso están la materia. Se obtuvo un total de 6 operaciones normales, 6 combinadas y 2 de almacenamiento, que viene a ser la de materia prima y producto final.

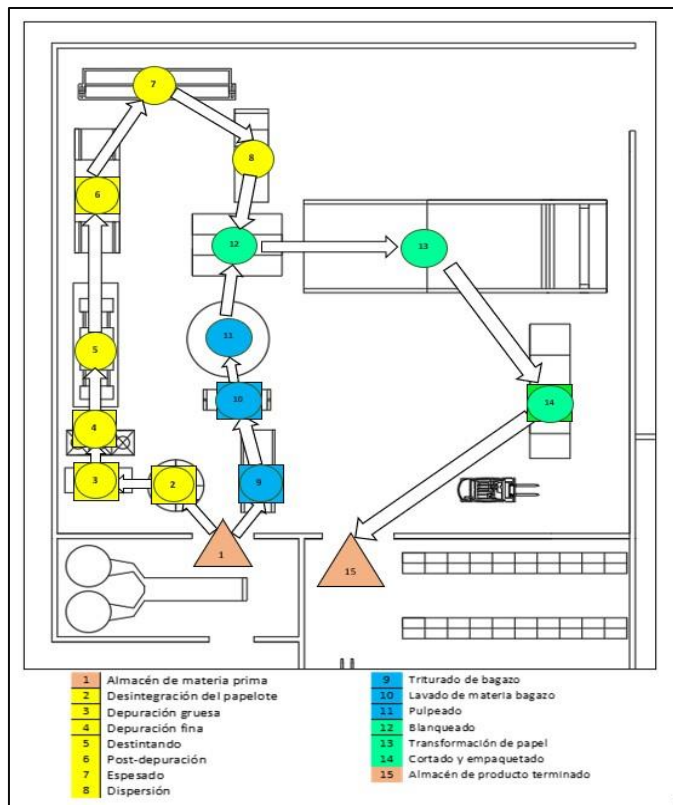


Diagrama de recorrido de la planta de producción de papel bond

Se detalla las máquinas requeridas del proceso de recuperación de químicos y aguas residuales de todo el proceso de producción de papel bond a base de bagazo de caña, detallando sus capacidades de cada máquina en toneladas por hora y su consumo de energía en kW, teniendo un total de 8 máquinas en todo el proceso de recuperación, toda línea se explica detalladamente en el acápite del estudio ambiental.

Máquinas del proceso de recuperación de químicos y aguas residuales		
Máquina	Capacidad	Consumo Total (kW)
Evaporador al vacío	10,00 t/h	40
Caldera	4,00 t/h	24
Tanque de disolución	4,5 t/h	24
Clarificador	5,00 t/h	35
Apagador de cal	4,00 t/h	30
Tanque de almacenamiento de sosa caustica	3,5 t/h	20
Horno de cal	9,00 t/h	35
Filtro de tipo disco	15,00 t/h	42

Fuente: Alibaba, MadeInChina.

Se realizó para el proyecto de investigación, la metodología de la matriz de Leopold, esta fue aplicada sobre los siguientes criterios: En la zona vertical se colocaron los factores de: agua, aire, fauna, suelo, economía y población. En la sección horizontal se seleccionó los factores: periodo de construcción de la planta industrial y el periodo de funcionamiento de la planta industrial. Una vez realizado la matriz, se procedió a corroborar intercepción de cada resultado, con el fin de identificar las actividades que afecta positivamente o negativamente al proyecto.

Magnitud e importancia para la matriz de Leopold.			
Magnitud		Importancia	
Puntual	1 -- 2	Muy baja	1 -- 2
Parcial	3 -- 4	Baja	3 -- 4
Medio	5 -- 6	Moderada	5 -- 6
Extenso	7 -- 8	Alta	7 -- 8
Total	9 -- 10	Muy baja	9 -- 10

Fuente: Elaboración propia

Para su desarrollo, cada cuadrícula interceptada se le asignó una calificación que se dividió mediante una diagonal en dos partes, constatando las dos secciones, tanto en la parte superior la magnitud de cada división y en la inferior la importancia, consecuente de los signos + o -, representando cada uno según el impacto de la escala del 1 al 10. Las calificaciones se aplican desde una perspectiva subjetiva al no haber criterios de valoración explícitos, y por último la sumatoria de columnas y filas nos resulta una idea posible del impacto global producido por cada fase aplicadas.



Periodo	Inv. Inicial (Resmas)	Producción (Resmas)	Inv. Total (Resmas)	Ventas (Resmas)	Inv. Final (Resmas)
Enero	0	28 251	28 251	14 126	14 126
Febrero	14 126	28 251	42 377	14 126	28 251
Marzo	28 251	14 126	42 377	14 126	28 251
Total primer trimestre	0	70 628		42 377	28 251
2do trimestre	28 251	42 377	70 628	42 377	28 251
3er trimestre	28 251	42 377	70 628	42 377	28 251
4to trimestre	28 251	42 377	70 628	42 377	28 251
1 año	0	197 758	197 758	169 507	28 251
2 año	28 251	181 239	209 490	181 239	28 251
3 año	28 251	192 967	221 219	192 967	28 251
4 año	28 251	204 699	232 950	204 699	28 251
5 año	28 251	216 431	244 682	216 431	28 251

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 5. Tecnología.

Con respecto a la tecnología, esto se evaluaron en base a una matriz de factores, teniendo en cuenta la capacidad, consumo de energía de cada maquinaria, su garantía y por último el precio de cada una de ella; teniendo como resultado un porcentaje parcialmente equivalente en los factores, con excepción de la garantía y el precio, que obtuvieron un resultado de 11% y 22% respectivamente.

Factores de las maquinarias						
Factores	A	B	C	D	Puntaje	%
Capacidad	1	1	1	1	3	0,33
Consumo de energía	1	1	1	1	3	0,33
Garantía	1	0	0	0	1	0,11
Precio	1	0	1	0	2	0,22
Total					9	100%

Fuente: Elaboración propia

Se evidencia el requerimiento de maquinarias para el proceso productivo de elaboración de papel bond a base de bagazo de caña de azúcar. Para el proceso cada máquina está detallada según su capacidad por hora, estas deben tener una capacidad semejante, con el fin de que no haya un cuello de botella dentro de la línea productiva, esto tomando en cuenta la capacidad evaluada de la planta, a su vez corroborando por su equivalente de tonelada por hora. Para cada operación de la línea de producción se asignó una máquina específica según a los requerimientos solicitados. En total fueron 14 máquinas requeridas dentro del proceso de producción. En la mayoría de las operaciones se requirieron únicamente 1 sola máquina, pero para el pulpeado se necesitó aproximadamente 2 máquinas, puesto que su capacidad por hora de una solo de ellas estaba muy por debajo de la capacidad requerida por hora. Toda esta información fue tomada gracias al método de guerchet que ayudó a tomar decisiones óptimas en base a los cálculos correspondientes de cada máquina, en base a lo requerido de la demanda seleccionada del proyecto.

Guerchet del área de producción

Proceso	Capacidad	Capacidad de la planta	#N de máquinas
Desintegradora de papel	4 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/4 = 0,225 \approx 1$
Depuradora gruesa	7 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/7 = 0,299 \approx 1$
Depuradora fina	6 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/6 = 0,149 \approx 1$
Máquina de destintando	8 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/8 = 0,112 \approx 1$
Eliminadora residuos de pulpa de papel	7 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/7 = 0,128 \approx 1$
Espesadora	7 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/7 = 0,128 \approx 1$
Dispensor	6 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/6 = 0,149 \approx 1$
Triturado	6 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/6 = 0,149 \approx 1$
Lavado	5 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/5 = 0,179 \approx 1$
Pulpeado	0,75 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/0,75 = 1,185 \approx 2$
Blanqueado	6,25 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/6,25 = 0,276 \approx 1$
Producción del papel	5 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/5 = 0,177 \approx 1$
Cortado y empaquetado	6,5 t/h	7,114t/día equivalen a 0,899t/h	$0,899/6,5 = 0,549 \approx 1$

Fuente: Elaboración propia

En el Guerchet del área producción se cocideró todas las máquinas del proceso de producción de papel bond anteriormente evaluadas, a su vez, se detallaron uno por uno su tipo de elemento, dese la altura de cada maquinaria, hasta dimensiones como ancho, largo o el número de estas dentro del proceso de producción. Se detalló que tipo de elemento es cada maquinaria de la línea y a su vez el alto requerido para tanto las maquinarias móviles y fijas. Una vez realizado los cálculos correspondientes, se obtuvo un total de 611 metros requerido para el área de producción únicamente.

Maquinaria	N	n	H	L	A	K	Ss	Sg	Se	St	Tipo de elemento
Triturador de residuos	1,00	2,00	2,00	4,00	1,50	0,37	12,00	24,00	13,30	49,30	Fijo
Máquina lavadora de MP	1,00	2,00	1,00	3,00	1,00	0,37	3,00	6,00	3,32	12,32	Fijo
Dumpulper	2,00	1,00	3,65	3,65	3,65	0,37	13,32	13,32	9,84	72,98	Fijo
Blanqueadora	1,00	1,00	1,93	2,00	1,93	0,37	3,86	3,86	2,85	10,57	Fijo
Máquina papel bond A4	1,00	1,00	5,50	13,50	4,50	0,37	60,75	60,75	44,89	166,39	Fijo
Máquina cortadora y empaquetado	1,00	2,00	1,50	6,50	1,80	0,37	11,70	23,40	12,97	48,07	Fijo
Transportador de rodillos	1,00	2,00	1,50	15,00	1,20	0,37	18,00	36,00	19,95	73,95	Fijo
Desintegradora de papel	1,00	1,00	2,50	2,50	2,50	0,37	6,25	6,25	4,62	17,12	Fijo
Depuradora gruesa	1,00	1,00	2,50	3,00	1,20	0,37	3,60	3,60	2,66	9,86	Fijo
Depuradora fina	1,00	1,00	2,20	3,00	1,20	0,37	3,60	3,60	2,66	9,86	Fijo
Máquina de destintadora	1,00	2,00	2,20	6,00	2,00	0,37	12,00	24,00	13,30	49,30	Fijo
Eliminadora residuos de pulpa de papel	1,00	1,00	2,20	6,00	2,00	0,37	12,00	12,00	8,87	32,87	Fijo
Espesadora	1,00	1,00	2,20	7,00	1,50	0,37	10,50	10,50	7,76	28,76	Fijo
Dispensor	1,00	1,00	1,70	4,50	1,50	0,37	6,75	6,75	4,99	18,49	Fijo
Monta cargas	1,00	1,00	2,00	3,38	1,15	0,37	3,89	3,89	2,87	10,65	Móvil
Operarios	14,00	1,00	1,65								Móvil
TOTAL ÁREA (m2)										610,471	
Altura promedio de los elementos Fijos										2,47	
Altura promedio de los elementos Móviles										1,83	
K										0,37	

Fuente: Elaboración propia.

Para el punto de equilibrio, se evaluó los 5 años venideros del proyecto, verificando todos los costos fijos y variables. Con respecto a los costos de producción, se tomaron todos los materiales tanto indirectos como directos de la elaboración del papel, a su vez el pago de la mano de obra directa (obreros, personal de limpieza, jefes de área, etc); Para los gastos generales fueron detallados como el consumo de agua, luz, desagüe, instalaciones, entre otros gastos. Con respecto a los costos fijos, fueron en su mayoría por gastos por pagos a los trabajadores de oficina, operarios de distintas áreas de la fábrica, personal de seguridad y limpieza, también están incluidos los gastos de pagos de seguros para todo el personal, pagos de impuestos de la fábrica, materiales de oficinas requeridos, facturación de servicios públicos, los gastos comerciales para el tema de publicación de la marca, marketing y entre otros gastos requeridos

Punto de equilibrio del proyecto					
	1 año	2 año	3 año	4 año	5 año
Costos de producción					
Materiales directos	S/588 986,33	S/629 750,61	S/670 503,94	S/711 268,22	S/752 032,49
Materiales Indirectos	S/84 753,54	S/90 619,41	S/96 483,71	S/102 349,58	S/108 215,45
Mano de Obra Directa	S/288 612,00	S/288 612,00	S/288 612,00	S/288 612,00	S/288 612,00
Gastos Generales de Fabricación	S/981 255,19	S/1 035 946,21	S/1 090 622,54	S/1 145 313,56	S/1 200 004,58
Costo variable total	S/1 943 607,07	S/2 044 928,23	S/2 146 222,19	S/2 247 543,36	S/2 348 864,52
Gastos de Operaciones					
Gastos Administrativos	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78	S/411 112,78
Gastos de Comercialización	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00	S/397 398,00
Gastos Financieros	S/287 973,58	S/278 490,35	S/269 007,11	S/259 523,88	S/250 040,65
Costo fijo total	S/1 096 484,36	S/1 087 001,13	S/1 077 517,89	S/1 068 034,66	S/1 058 551,42
Costos totales	S/3 040 091,43	S/3 131 929,35	S/3 223 740,08	S/3 315 578,01	S/3 407 415,94
Ingresos totales	S/5 734 427,64	S/6 138 020,78	S/6 542 375,59	S/6 947 705,52	S/7 353 903,91
Punto de equilibrio (económico)	S/1 658 667,32	S/1 630 071,98	S/1 603 567,05	S/1 578 751,97	S/1 555 329,50
Punto de equilibrio (unidades)	49 029,46	48 131,53	47 297,22	46 514,52	45 774,51

Fuente: Elaboración propia