

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



**Propuesta de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en  
Lambayeque para atender la demanda nacional**

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

**AUTOR**

**Janetty Anabel Ramirez Sobrino**

**ASESOR**

**Absalon Rivasplata Sanchez**

<https://orcid.org/0000-0002-3939-9253>

**Chiclayo, 2025**

**Propuesta de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en Lambayeque para atender la demanda nacional**

PRESENTADA POR

**Janetty Anabel Ramirez Sobrino**

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

**INGENIERO INDUSTRIAL**

APROBADA POR

Maria Luisa Espinoza Garcia Urrutia

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Absalon Rivasplata Sanchez

VOCAL

## **Dedicatoria**

A Dios por ser mi fortaleza, guía y compañía en mi travesía universitaria y día tras día en mi desarrollo tanto profesional como personal.

A mis padres Alma Sobrino y Dimas Ramirez, por su dedicación, entrega y lucha de brindarme la mejor educación, por su apoyo incondicional y darme las fuerzas, y ánimos necesarios para no decaer, y luchar siempre por cumplir mis objetivos.

## **Agradecimientos**

Agradezco a Dios por su amor incondicional, porque sin él nada se hubiese logrado, y también por el cambio tan gran que ha realizado en mí; A mis progenitores por su paciencia, lucha y amor, y por enseñarme a ser perseverante para lograr mis sueños.

Agradezco a mi familia por su apoyo y ánimos, también a mi abuela Gladys Fernández por sus buenos deseos, consejos y apoyo incondicional.

Agradezco a mi asesor, Ing. Absalon Rivasplata Sanchez, por su orientación durante esta investigación.

# Propuesta de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en Lambayeque para atender la demanda nacional

## INFORME DE ORIGINALIDAD



## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>tesis.usat.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>8%</b>
<b>2</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.unapiquitos.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>servicio.bc.uc.edu.ve</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>5</b>	<b>cict.umcc.cu</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>6</b>	<b>cdn.www.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>Submitted to Tecsup</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>documents.mx</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

## Índice

<b>Resumen .....</b>	<b>6</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>7</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>8</b>
<b>Revisión de literatura.....</b>	<b>9</b>
<b>Materiales y métodos .....</b>	<b>14</b>
<b>Resultados y discusión .....</b>	<b>16</b>
<b>Discusiones .....</b>	<b>27</b>
<b>Conclusiones .....</b>	<b>29</b>
<b>Referencias.....</b>	<b>30</b>
<b>Anexos .....</b>	<b>35</b>

## Resumen

En la presente investigación se realizó la propuesta de una planta de carbón activado a base de bagazo de caña en la región Lambayeque para abastecer la demanda nacional, obteniendo como resultado un proyecto viable en el aspecto comercial, técnico y económico. Para determinar la viabilidad comercial se inició con un estudio de mercado el cual se basó en el comportamiento de la demanda ya que la oferta es despreciable, obteniendo una demanda insatisfecha proyectada de 594 083,85 kg para el 2026, a partir de ello, se estableció cubrir el 15%. De acuerdo con el estudio técnico tecnológico y de ingeniería se demostró que la planta de carbón activado cuenta con una capacidad de utilización de 77%. Luego se seleccionó la ubicación de la planta a través de la matriz de factores ponderados, teniendo como distrito seleccionado a la ciudad de Pomalca de la provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. Posteriormente, se diseñó utilizando el método Guerchet y Systematic Layout Planning (SLP) las áreas y distribución de la planta, obteniendo una extensión de 1 500 m<sup>2</sup> en instalaciones para la planta de carbón activado. Finalmente, como resultado del análisis económico – financiero, se demostró rentabilidad del proyecto con un VAN de S/. 5 105 467,58 y un TIR de 62 % mayor al TMAR global de 19,8%; además se obtuvo un costo de beneficio de S/. 1,30 es decir que, por cada sol invertido, se obtiene S/. 0,30 de ganancia y una recuperación de la inversión a 2 años.

**Palabras clave:** Carbón activado, bagazo de caña de azúcar, diseño de planta

### **Abstract**

In this research, a proposal was made for a sugarcane bagasse-based activated carbon plant in the Lambayeque region to supply national demand, resulting in a commercially, technically, and economically viable project. To determine commercial viability, a market study was initiated based on demand behavior, since supply is negligible. A projected unmet demand of 594,083.85 kg was obtained for 2026. Based on this, a 15% coverage limit was established. According to the technical, technological, and engineering study, it was demonstrated that the activated carbon plant has a 77% utilization capacity. The plant's location was then selected through a weighted factor matrix, with the city of Pomalca, in the province of Chiclayo, department of Lambayeque, as the district selected. Subsequently, the plant's areas and layout were designed using the Guerchet method and Systematic Layout Planning (SLP), resulting in a 1,500 m<sup>2</sup> area of facilities for the activated carbon plant. Finally, the economic and financial analysis demonstrated the project's profitability with an NPV of S/. 5,105,467.58 and an IRR 62% higher than the global MARR of 19.8%. A cost-benefit ratio of S/. 1.30 was also obtained; this means that for every sol invested, a profit of S/. 0.30 is obtained and the investment is recovered within two years.

**Keywords:** Activated carbon, sugarcane bagasse, plant design

## Introducción

Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), Perú es el país con mejores rendimientos agrícolas de caña de azúcar en el mundo, ascendiendo a 116 toneladas por hectárea en el 2022 [1]. El presidente de la Asociación Peruana de Agroindustriales del Azúcar y Derivados señaló que el 3% del PBI agrícola del país proviene de la caña de azúcar y que aproximadamente más de 160 000 hectáreas son dedicadas a la producción de ésta [2], ubicadas principalmente en La Libertad con una participación nacional del 44%, Lambayeque con 33%, seguidas por Lima, Áncash, Piura y Arequipa [3].

Las industrias azucareras tras todo el proceso de producción emiten diferentes tipos de residuos como la cachaza, cenizas, vinaza y de mayor abundancia el bagazo de caña que conforma el 30% [4]. El bagazo es un residuo que proviene del proceso de molienda, en el periodo de 2019 a 2023 se produjo un promedio de 480 928, 48 toneladas de bagazo de caña a nivel de todo el territorio Lambayecano, actualmente estas industrias utilizan este residuo como combustible para producir electricidad a través de calderas, emitiendo de 0,41-0,62 kg de CO<sub>2</sub> / kg de residuo [5] además de desprender un alto índice de partículas sólidas que de acuerdo al tipo de caldera su densidad varía entre 1 200-1 500 kg/m<sup>3</sup> ocasionando daños severos al entorno, también emiten gases como nitrógeno, cloro y azufre que al contacto con el medio ambiente generan impactos negativos sobre la calidad atmosférica que afecta directamente a las comunidades cercanas a la industria, como también al medio ambiente en general. Existen diversos usos alternativos de este tipo de residuo que fomentan un manejo sostenible, un mayor valor agregado y sobre todo mejores ingresos económicos, como materia prima en las industrias de papel y cartón, para alimentación de ganado, obtención de carbón vegetal, de carbón activado, entre otros usos, buscando así ajustarse a tendencias de sustentabilidad y responsabilidad social [6].

Por otro lado, el carbón activado está en su apogeo debido a su alto poder adsorbente y versatilidad, usado y requerido por múltiples industrias, de los diferentes sectores como biomedicina, la toxicología, tratamientos ambientales, remoción de contaminantes, etc. Actualmente en el Perú no se registra la existencia de alguna empresa dedicada a la producción de carbón activado [7], es por ello que se recurre a importaciones para satisfacer la demanda existente. Según las cantidades importadas en los años 2020 – 2024 se ha tenido un crecimiento del 14% de importaciones de carbón activado [8], cantidad que va en aumento, siendo los principales exportadores China e India, por ende, considerando la escasa producción, se obtiene una demanda nacional no atendida.

Según Solís *et al.* [9] en su investigación indicó que el carbón activado a partir de bagazo de caña sería una excelente materia prima debido a su alta eficacia en la remoción de sustancias, obteniendo una remoción de 98,2% para la decoloración de líquidos. Además, Ojeda *et al.* [10] determinó que el bagazo de caña contiene alto porcentaje de carbono fijo, sulfuros, metano, agua, monóxido de carbono, materia inorgánica y material no volátil en su composición, por ende, sería una mejor alternativa, no solo por las buenas propiedades físico-químicas sino también por la fácil disponibilidad de materia prima ya que se encuentra en el mismo departamento de Lambayeque, además de la alta demanda del carbón activado.

Considerando todo lo mencionado sobre la contaminación ocasionada por la inadecuada disposición del bagazo de caña en las industrias azucareras, así como su posible aprovechamiento en diversos sectores industriales, esta investigación se formula la siguiente pregunta: ¿Cuál es la viabilidad de la instalación de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en la región Lambayeque para atender la demanda nacional? Es por ello que se planteó como objetivo general proponer la instalación de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña para atender la demanda nacional teniendo como objetivos específicos: determinar la viabilidad comercial de carbón activado a partir de bagazo de caña, realizar la viabilidad técnica y de ingeniería para la instalación de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en la región Lambayeque y evaluar la viabilidad económica y financiera de la instalación de una planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en la región Lambayeque.

La elaboración de este trabajo tiene la intención de contribuir con las agroindustrias en busca de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del bagazo de caña, de manera que contribuya a la disminución de contaminación proveniente de estas industrias por la emisión que éstas pueden causar al quemar este residuo, así como una alternativa económica beneficiosa al darle un valor agregado convirtiendo el bagazo en carbón activado, siendo éste un producto muy demandado a nivel nacional. Además, esta investigación contribuiría a la creación de empleo, ofreciendo oportunidades de desarrollo para la región y sus habitantes, donde se establecería la planta. Por último, esto servirá como generación de nuevos conocimientos y antecedentes para próximas investigaciones.

### **Revisión de literatura**

La caña de azúcar sobresale por ser una de las plantas terrestres con mayor eficiencia, esta hierba tropical con tallos gruesos y fibrosos contiene un porcentaje considerable de sacarosa que se utiliza para el procesamiento del azúcar. Se adapta a una gran variedad de climas, cultivándose mejor en climas tropicales y subtropicales con mayor exposición solar [11]. La

caña de azúcar está constituida principalmente por jugo y fibra, siendo el jugo materia principal para la obtención de azúcar y alcohol debido a que esta composición posee azúcares simples como la Glucosa. [12]

Las industrias azucareras generan a mayor cantidad residuos orgánicos, existen múltiples alternativas para aprovechar su potencial y darles un mejor valor agregado a estos residuos, dentro de ellos y que conforma el 30% de la caña total es el bagazo, que hoy en día se utiliza como combustible, abono, alimentación para animales, etc. [13]. El bagazo de caña se obtiene de la extracción de jugo de la caña de azúcar, su porcentaje en peso depende de dicha extracción y concentración de material fibroso en la caña [14]. Es un material lignocelulósico rico en fibra constituido principalmente por celulosa, hemicelulosa que constituyen el 55-85% y lignina que constituye el 15-27% de todo el bagazo. La celulosa es un polímero polisacárido semicristalino compuesto por largas cadenas de unidades de D-glucosa unidas por enlaces glucosídicos; asimismo la hemicelulosa es un polímero polisacárido amorfo formado por unidades de sacáridos xilosa, manosa y glucosa; La lignina, a su vez, es una macromolécula polifenólica formada por polimerización de alcoholes aromáticos. El bagazo de caña está formado entre un 60-80% de carbohidratos los cuales están dominados por átomos de carbono asociados con hidrógeno y oxígeno que pueden tratarse para crear bioproductos como el carbón activado. Además, Antolín y Oliva [15] tras realizar un análisis térmico al bagazo de caña obtuvieron dentro su composición que el 41,9% de la masa tiene carbono fijo, volátiles 46,36% y 11,74% de cenizas, lo cual facilita la generación de poros en el carbón activado durante su proceso de activación. También con el microanálisis se determinó que el bagazo de caña está compuesto por 42,54% de carbono, 5,17% de hidrógeno, 0,63% de nitrógeno, 0,3% de azufre y 39,62% de oxígeno.

Actualmente el bagazo de caña tiene múltiples aplicaciones como combustible, elaboración de compost, producción de alimento para bovinos, aunque suelen ser de difícil digestibilidad por eso ha minimizado el uso para este caso, también como materia prima para la producción de papel, e incluso para la remediación de suelos contaminados, entre otros.

El carbón activado está conformado por un grupo de materiales carbonosos que se asemeja en la estructura y propiedades al grafito. Este grupo de adsorbentes se caracteriza por su alta porosidad, gran área superficial que puede llegar de 500 a 1 500 m<sup>2</sup> y también por su cristalinidad, asimismo se obtiene mediante la carbonización. Su composición depende de la materia prima, el proceso de carbonización y activación química, ya que éstas son las que le brindan las características necesarias de acuerdo a la variedad de aplicaciones. Es importante conocer que las propiedades físicas son las que le brindan una capacidad de retención y también

una buena propagación de moléculas al interior del carbón activado. En el caso de las propiedades químicas le proporcionan una gran afinidad hacia las moléculas debido a sus grupos funcionales situados en su superficie [16].

Existen métodos de activación que son los encargados de la valiosa composición del carbón activado ya sea para la generación de partículas cristalinas con alto contenido de porosidad o el incremento de superficie de contacto en el interior de los gránulos del carbón cediendo un mayor poder de adsorción. Existen dos tipos de activación: física y química; para la activación física o llamada también activación térmica, se debe identificar si se tiene como materia prima material orgánico o carbón mineral, en este caso de ser material orgánico se debe iniciar con su carbonización el cual debe realizarse a bajas temperaturas, ahora bien, el carbón resultante se lleva a temperaturas de 800 a 1 000 °C en una atmósfera inerte o reductora, generalmente es saturada por vapor de agua, esto se realiza durante un determinado tiempo que puede ser como mínimo de 30 min hasta varias horas; durante este tiempo ciertos átomos de carbono reaccionan y gasifican en forma dióxido de carbono, algunos otros se recombinan y condensan en forma de placas grafiticas. Cabe recalcar que, el tiempo de residencia, la temperatura, el flujo volumétrico del vapor y la composición de gases en el horno de activación son los factores de operación de los cuales depende el rendimiento y el grado de activación. La activación química o también conocida como deshidratación química, se debe aplicar siempre y cuando se esté tratando con materia orgánica relativamente blanda y formada por moléculas de celulosa. El proceso inicia con la deshidratación mediante agentes reactivos como ácido fosfórico, cloruro de zinc o carbonato de potasio, luego se carboniza el material deshidratado a temperatura de 500 a 600°C, ahora para librar los químicos utilizados lo mayor posible el producto resultante se lava para su posterior secado. El grado de activación depende de la concentración del químico deshidratante utilizado [17].

El carbón activado cuenta con una amplia gama de usos, desde la biomedicina, separación y purificación de gases, supresión de contaminantes en soluciones acuosas, tratamiento de aguas e incluso en la producción de cosméticos y productos de higiene personal [16].

Vera *et al* [18] en su investigación “Residuos lignocelulósicos y método de producción del carbón activado” explicaron acerca de cómo un gran porcentaje de residuos lignocelulósicos son desechados a nivel mundial, siendo estos un recurso sostenible que puede ser aprovechado en la producción de carbón activado. El objetivo fue realizar un análisis bibliográfico sobre este tipo de residuos y los métodos de activación para obtener carbón activado. Tras ello, se obtuvo que este tipo de residuos agrícolas contribuyen a la solución de retardar de alguna manera el cambio climático, lo cual debe ser una prioridad a nivel mundial. Además de que las

características fisicoquímicas del carbón activado resultante dependen del residuo lignocelulósico que se utilice, así como del método de activación ya sea físico o químico.

Valladares [19] en su investigación “Obtención de carbón activado mediante carbonización hidrotermal a partir de biomasa residual” enfatiza la diversidad de métodos para otorgar un valor añadido a los residuos naturales, entre ellos el bagazo de caña de azúcar para la obtención de carbón activado. Es de importancia identificar la composición del bagazo de caña para ello afirmaron su contenido de 45% fibra, de sólidos solubles en un 2 a 3%, e insolubles de 2 a 3 %. El objetivo de esta investigación es la obtención del carbón activado a través de la activación física y química, cuya diferencia sería el tratamiento previo que se realiza al bagazo; en el caso de la activación física su rendimiento alcanzó el 22,91%, así mismo un contenido de 9,13% de pH, nitrógeno 2,88%, carbono 70.68%, hidrógeno 2,08% y oxígeno 24,37%.

Lozano *et al* [20] en su investigación “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta industrial para obtener carbón activado a partir del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la región Loreto” cuyo objetivo es determinar la viabilidad técnica y económica de la propuesta de una planta de carbón activado a base de bagazo de caña en el departamento de Loreto, inició con un análisis comercial del producto a nivel nacional obteniendo como principal mercado el sector minero que conforman el 80% de todo el carbón importado. Se demostró el potencial de este producto y su posible incremento futuro de su demanda debido a la creciente preocupación por el medio ambiente ya que se utiliza generalmente para tratamiento de aguas residuales. Se estimó 4 432,279 t/año como demanda insatisfecha, del cual como proyecto se tomó el 27,34% que sería 1 211,70 t/año considerándose como la capacidad instalada de la planta. Para la viabilidad económica se consideró indicadores financieros como el VAN obteniendo un valor de US\$ 1 884 918,86; un TIR 73,88%; y un beneficio/ costo de es 1,30 con un periodo de recuperación de 2,25 años.

De La Cruz *et al* [21] en su investigación “Producción de carbón activado a partir de residuos orgánicos generados en Tabasco” tuvieron como objetivo evaluar la capacidad de adsorción en Carbón activado, producido con diversos residuos orgánicos (bagazo de caña, raquis de plátano, troncos de pino, coronta de maíz y cáscara de coco), en el caso del bagazo de caña está compuesto por 35,28%  $\pm$  10,98 de lignina, 41,10%  $\pm$  18,74 de celulosa y 23,61% de hemicelulosa 23,61%  $\pm$  7,99. En lo que respecta a su caracterización elemental está compuesto por 35,84% de carbono y 29,83% de oxígeno.

Ojeda *et al* [10] en su informe de investigación “Propuesta del diseño de una línea de producción de carbón activado a partir de caña de azúcar y coco” cuyo objetivo fue proponer el diseño de una línea de producción de carbón activado a base de cáscara de coco y bagazo en

diferentes proporciones, la elección de estos fue especialmente por su alto contenido de carbono. En lo que respecta al diseño de línea inició con la selección de equipos a través de una matriz de puntuación, obteniendo como principales equipos el secador rotatorio con una eficiencia del 25%, molino de rodillos con una eficiencia de 25% y horno rotatorio con 20%. Además, su proceso se distribuyó en forma de U, iniciando con el secado de materia prima, molienda, carbonización y activación, cernido, enfriado y empaquetado. Además, tras un análisis en la etapa de carbonización se determinó que para mayor eficiencia las condiciones en esta etapa deben ser de  $700^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  por  $120,00 \pm 0,01$  min, ya que de esta manera el carbón activado se obtiene con mejores características.

Hurtado y Torre [7] en su investigación “Estudio de prefactibilidad de para la instalación de una planta de carbón activado a partir de cáscara de cacao” cuyo objetivo es determinar la viabilidad técnica, económica y financiera de la instalación de una planta de carbón activado a base de cáscara de cacao, al determinar el posible mercado se identificó como mercado potencial la industria minera ya que este producto lo utilizan para la obtención de oro, plata y cobre, así mismo tras una proyección de la demanda se determinó como capacidad instalada de la planta 434,609 kg/año teniendo un punto de equilibrio como cantidad mínima de venta de 127,457 t/año. De la misma manera se determinó la cantidad de maquinarias que será de 9 y se contará con 5 operarios. En relación a la disponibilidad de materia el costo por kg sería de S/1, por otro lado, mediante una matriz de enfrentamiento de factores la planta estaría ubicada en Lurín, Lima. Para la inversión del proyecto el total fue de S/. 1,556,481.77, con un periodo de recuperación de 3 años y 4 meses, además de una VAN de 53,30% y un beneficio costo de S/1,42.

Solís *et al* [9] en su investigación “Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña” explica acerca de los subproductos y residuos de las agroindustrias que tienen un gran potencial para la producción de carbones activados. El objetivo de la investigación es analizar la capacidad adsorbente de carbón activado a base de cascara de café, cáscara de naranja y bagazo de caña de azúcar en los compuestos de color existente en jugos de caña de azúcar. Para lograr dicho objetivo las muestras se someten a activación física y química. Del cual, se obtuvo que el bagazo caña tiene mayor contenido de cenizas 13% a diferencia de los otros precursores, además en la activación física del bagazo de caña tuvo un rendimiento de 26,31% mucho mayor que la cáscara de café y la de naranja.

Del Ángel *et al.* [22] en su investigación “Tratamiento de aguas residuales domésticas utilizando carbono activado preparado de bagazo de caña de azúcar” explicaron acerca de la

gran contaminación que genera las aguas residuales domésticas, así como también de la incorrecta gestión de residuos orgánicos por parte de las industrias azucareras como lo es del bagazo de caña, como objetivo principal de investigación se busca determinar la eficiencia de adsorción de aceites y grasas provenientes de actividades domésticas haciendo uso del carbón activado a base de bagazo de caña. Para lograrlo realizaron dos métodos, activación química con  $H_3PO_4$  y pirólisis a 973 K. Teniendo como resultado que el carbón activado a base de caña de azúcar elimina el 94% de las grasas y aceites de efluentes provenientes de actividades domésticas, con una diferencia mínima al carbón comercial que adsorbe el 96%, además de ello concluyeron que la capacidad de adsorción está directamente vinculada con el tamaño de los poros, entre mayor sea el área específica mayor número de poros disponibles para la adsorción.

Somyanonthanakun *et al* [23] en su artículo de investigación “Sugarcane Bagasse-Derives Activated carbon as a potential material for lead ions removal from aqueous solution and supercapacitor energy storage application” explicaron acerca del tratamiento de aguas residuales y el efecto de carbón activado como purificador y separador de sustancias tóxicas, además de como los residuos agroindustriales pueden ser de gran ventaja al ser aprovechados de manera correcta. Para la obtención de carbón activado a base de bagazo de caña utilizaron el método de activación física utilizando como agente activador  $CO_2$ , obteniendo una gran capacidad de adsorción capaz de eliminar iones de metal pesados de aguas residuales.

Carrillo y Lembcke [24] en su investigación “Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de elaboración de carbón activado a base de cáscara de café” se centraron en determinar la viabilidad técnica, económica, financiera y de mercado de una propuesta de instalación de planta de producción de carbón activado a partir de cáscaras de café. Se definió que frente a toda la demanda de carbón activado se tomaría el 5% incrementando este valor en 1% cada 2 años siendo su demanda de proyecto 571,802 kg/año. En lo que respecta a disponibilidad y costo de materia prima es de \$10 por tonelada de cascarilla de café. Además de ello se obtuvo un VAN de 2,8 millones de soles con una TIR de 24%.

### **Materiales y métodos**

Este trabajo presenta un tipo de investigación aplicada, con un nivel de investigación descriptiva, ya que, se realizó un análisis de las variables de estudio.

Para esta investigación se tuvo en consideración la metodología indicada por Baca [25], donde indicó lo necesario para el desarrollo de cada uno de los objetivos. Para determinar la viabilidad comercial se definió las características del carbón activado a producir en base a la Norma Técnica Peruana 311.331:2019 y la ANSI/AWWA B604-18, luego se identificó la demanda en el Perú basándose en las importaciones y por ende la demanda histórica de 2015 al

2024, tomada de Trademap [8] e informes de INEI, ello sirvió como referente para calcular la demanda proyectada utilizando el método Holt también conocido como suavizado exponencial doble mediante el Software Minitab [26]. Luego de ello, fue necesario determinar la oferta, en este caso se consideró la participación de las empresas importadoras de carbón activado, para así obtener la demanda insatisfecha. Seguidamente, se determinó el precio del producto final, basado en la data histórica de precios 2015-2024 de Trademap [8] y se proyectó para conocer el comportamiento en el futuro, después se realizó el plan de ventas. Por último, se redactó las conclusiones acerca de la viabilidad comercial del producto.

Para el desarrollo del estudio técnico y de ingeniería se inició identificando la localización idónea para la instalación de la planta a través del método de factores ponderados [20] haciendo un análisis de macro y micro localización, teniendo como criterios la cercanía al mercado objetivo, disponibilidad de mano de obra, facilidad de transporte de producto terminado, la disponibilidad y costo de materia prima, costos de luz y agua, obteniendo como resultado una zona bien establecida y la más conveniente. Posterior a ello, se determinó el tamaño de la planta, teniendo como base la demanda proyectada, después de ello, se identificó las maquinarias y equipos necesarios, teniendo en cuenta el proceso de producción de carbón activado, además de los requerimientos de personal para cada área laboral. En base a ello, se determinó las áreas y distribución de la planta utilizando el método de Guerchet [7] y el método de planeación sistemática de distribuciones (SLP) [20]. Después de ello, se utilizó el software Auto CAD para realizar planos de la planta de producción.

Para determinar el tercer objetivo de la presente investigación, acerca de la viabilidad económica del proyecto, primero se estableció la cantidad de inversión inicial requerida para la instalación y operación de la planta de carbón activado, comprendiendo los costos de terreno, construcción de planta, de maquinarias, equipos, gastos pre operativos, para posteriormente estimar los costos de producción, gastos financieros, de comercialización y ventas, y gastos de administrativos, a partir de ello se estableció un punto de equilibrio. Se determinó el porcentaje de financiamiento para realizar los préstamos en la entidad bancaria seleccionada y los plazos de retorno de inversión. Luego, se obtuvo el flujo de caja donde se consiguió los beneficios deseados del proyecto; a través de indicadores como el VAN (Valor actual neto), TIR (Tasa interna de retorno), entre otros [7]. Para finalizar, se hizo un análisis de sensibilidad para identificar la variabilidad de los costos ya sea en materia prima o precios de carbón activado y de qué manera afecta al proyecto económicamente.

## Resultados y discusión

### Determinación de viabilidad comercial

La presente investigación propone la comercialización de carbón activado en presentación de 25kg en bolsas de papel con una capa de polietileno en el interior del empaque que permitirá una mejor conservación del producto. El carbón activado será a base de bagazo de caña el cual es considerado una buena alternativa sostenible, pues sus propiedades lo convierten en un excelente absorbente y sobre todo económico [27]. En cuanto a las características el carbón activado es un material poroso con alta capacidad adsorbente, alta cristalinidad y versatilidad. Su amplia superficie interna, su porosidad y su estructura capilar son las que caracterizan sus propiedades de adsorción. Estas características le permiten purificar, blanquear y decolorar el agua u otros líquidos o gases que se encuentren en contacto con él, es por ello sus múltiples usos, en industrias químicas, farmacéuticas, alimentarias y sobre todo para la depuración de aguas residuales, ya sea potables o de tipo industrial, entre otros; por consiguiente, se determinó sus características fisicoquímicas en base al uso para el tratamiento de aguas debido a que el 40,8% de las importaciones son destinadas a ese sector [28]. En ese caso sus características deben estar ligadas según la Norma Técnica Peruana 311.331:2019 y la ANSI/AWWA B604-18 [29]. En la tabla 1 se observa las características del carbón activado.

**Tabla 1. Ficha técnica del Carbón activado**

Características	Color: Negro
	Olor: Inodoro
	Forma: Granulado
	Tamaño: 0,30 mm – 2,0 mm
Composición	Área específica BET: 500-1500m <sup>2</sup> /g
	Capacidad de adsorción, número de yodo: Mínimo 500 mg/g de carbón.
	Densidad aparente: mínimo 0,25 g/cm <sup>3</sup>
	Humedad: ≤ 8%
	Ceniza soluble en agua: ≤ 4%
Presentación y empaque	Bolsas de papel (ext.) con polietileno (int) de 25 kg
	Dimensiones: 60 x 40 cm
Método de Almacenamiento Ambiente recomendado de 15-25°C	

**Fuente: Instituto Nacional de Calidad [29]**

En el mercado existen productos sustitutos con similar capacidad de adsorción como zeolita, y el gel de sílice, pero presentan ciertas desventajas como es el caso de la zeolita que debido a su dureza puede afectar los medios filtrantes, mientras que el gel de sílice debido a su alta porosidad adsorbe solo hasta el 40% su peso, ya sea malos olores, gases y humedad, a diferencia del carbón activado que posee una capacidad de adsorción de hasta el 95%.

Para el lanzamiento de mercado se consideró como estrategia el dar a conocer sus grandes propiedades a través de los diferentes medios de comunicación, también en la participación de Ferias Nacionales como “Expo Agua y sostenibilidad”, “Expo Alimentaria” y “Expo Mina Perú” considerando que la mayoría de estas empresas que participan obtienen este producto del extranjero.

Determinadas las características es importante determinar el área del mercado donde será comercializado el producto, el factor más resaltante es el crecimiento de importaciones de carbón activado al Perú esto se debe a que no existe empresa alguna que produzca carbón activado a nivel nacional [7] por lo que se recurre a las importaciones obteniendo en los últimos años un crecimiento del 14% [8], cabe recalcar que las empresas importadoras de este producto como Chemsupply S.A.C., Mercantil .S.A., entre otros, quedan situadas en Lima, lo cual éste sería el mercado objetivo del proyecto. Pese a ello, existe circunstancias que podrían restringir la comercialización de carbón activado como el decrecimiento del precio internacional, el cambio monetario, la variabilidad de precio, la inestabilidad política y la falta de tecnología para la automatización o mantenimiento de maquinarias para el desarrollo del proceso productivo en la planta.

A nivel nacional la demanda de carbón activado, se basa en las importaciones como ya se mencionó anteriormente, bajo la partida arancelaria 3802,10 [30] en el mercado internacional teniendo como principales exportadores China e India. En el periodo 2015-2024 se importó un promedio de 7 552 toneladas anuales fluctuando un aproximado de 12 669,2 miles de dólares anuales a pesar de su variabilidad. A mayor detalle en el anexo 1, se muestra la demanda histórica anual de carbón activado, donde se observó una baja de importaciones de carbón activado en el 2017 esto se debe a que en dicho año la economía global enfrente desafíos significativos, incluyendo tensiones comerciales, incertidumbre política, además de fluctuaciones frente al dólar afectando los costos de importación y como consecuencia las decisiones de importación de las empresas [31]. Asimismo, en el año 2020 debido a la coyuntura de pandemia por el Covid19 generó una baja de -10,60% en lo que respecta a insumos para el sector de productos químicos [32]. Es por ello que, al ser eventos poco comunes, se ha considerado no tomarlos para la proyección de la demanda para un mejor pronóstico. Para identificar que método de proyección de la demanda sería el más adecuado, se analizó el comportamiento que ha tenido las importaciones en los últimos años, considerando la tendencia y estacionalidad variable se determinó utilizar el método Holt también conocido como suavizado exponencial doble con un indicador de error porcentual absoluto medio (MAPE) de

13% y Desviación media absoluta (MAD) de 791 kg, mucho menor que los otros métodos, obteniendo en la proyección un promedio de 10 673 580 kg anuales (Anexo 2).

Por otro lado, en lo que respecta a la oferta, al ser el carbón activado un producto importado en un 100% no se podría realizar un análisis en base a su producción nacional ya que es inexistente, por lo que se toma en cuenta sólo las importaciones, en este caso son diversas las empresas importadoras y comercializadoras, de las cuales predomina Chemsupply S.A.C. con 43,20% de participación [28] (Anexo 3 y 4). Según Baca [35], para establecer la demanda del proyecto, el porcentaje debe ser no mayor al 10% de la demanda proyectada insatisfecha del primer año, pero considerando que no hay competencia a nivel nacional de productores de carbón activado y según Sapag [33] en la guía de aproximaciones de participación del mercado según el tipo de competidores, que en este caso a nivel nacional no habría sería del 80%, aun así se ha considerado tomar el 15% considerando que el 80% sería muy riesgoso. La demanda del proyecto, se puede ver a continuación.

**Tabla 2. Demanda del proyecto**

<b>Año</b>	<b>Demanda proyectada (kg)</b>	<b>Demanda Tratamiento de aguas (41%)</b>	<b>% en el mercado objetivo</b>	<b>Demanda del proyecto (kg)</b>
2026	9 659 900	3 960 559		594 083,85
2027	10 166 700	4 168 347		625 252,05
2028	10 673 600	4 376 176	15%	656 426,4
2029	11 180 400	4 583 964		687 594,6
2030	11 687 300	4 791 793		718 768,95

**Fuente. Elaboración Propia**

La fijación del precio del carbón activado, se basó en la data histórica del precio de importación de este producto durante los años 2015-2024, según la plataforma Trademap [8] (Anexo 5) del cual se realizó una proyección del precio en soles mediante el método Holt Winter debido a su comportamiento variado haciendo uso del Software Minitab. Cabe recalcar que se consideró una política de precios de penetración, que consiste en que el primer año ingresará al mercado con un precio menor a la competencia, considerando el fácil acceso a la materia prima proveniente de los residuos de industrias azucareras, para luego en el segundo año se normalizarán los precios igual a lo proyectado. Para el periodo 2026- 2030, se realizó el plan de ventas, el cual se puede observar en la siguiente tabla.

**Tabla 3. Plan de ventas general de Carbón Activado**

<b>Año</b>	<b>Ventas proyectadas (kg)</b>	<b>Precio de venta (S/. /kg)</b>	<b>Ingresos (S/. )</b>
2026	594 083,85	8,9	5 315 802,881
2027	625 252,05	9,5	5 953 587,495
2028	656 426,4	10,1	6 627 215,292
2029	687 594,6	10,7	7 336 565,623
2030	718 768,95	11,2	8 081 766,197

**Fuente. Elaboración propia**

Cabe recalcar que el sistema de distribución será directo de la empresa con el cliente de manera que pueda enfatizar en las propiedades, calidad y beneficios del producto.

A nivel nacional Lambayeque se encuentra dentro de las 3 primeras regiones productoras de caña de azúcar [1] por lo que existen diversas agroindustrias azucareras, de las que resalta la Agroindustria Pomalca S.A.A., a la cual se comprará la materia prima principal, bagazo de caña. Se realizó una entrevista al ingeniero de planta a cargo de la producción de azúcar de dicha empresa (Anexo 6), de la cual afirma que se produce en promedio 1 024 toneladas diarias de bagazo de caña, de las cuales el 88% se utiliza como combustible y el 12% restante queda en la empresa, con posibilidad de venta, cabe recalcar que la producción de bagazo se aproxima siempre a esa cantidad considerando además que existen periodos de tiempo en que la agroindustria no labora (Junio y Julio), para ello se tiene un plan de prevención en caso exceda el costo o se carezca de materia prima, el cual se podrá observar más adelante en la presente investigación. Esta materia prima será transportada hacia la planta de carbón activado para su proceso.

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

Para la selección de una ubicación idónea para la instalación de la planta de carbón activado se utilizó la matriz de factores ponderados considerando ciertos criterios necesarios para su correcto funcionamiento. En la macro localización se consideraron las siguientes regiones: La Libertad, Lambayeque y Lima, debido a que las 2 primeras son regiones azucareras y habría una mayor disponibilidad y facilidad de transporte de materia prima [34] y la última es donde se encuentra el mercado objetivo, fueron tomados en cuenta factores como disponibilidad de materia prima, facilidad de transporte, costo del servicio de agua y luz eléctrica, cercanía al mercado destino y disponibilidad de mano de obra. Resultando el departamento de Lambayeque como mejor opción, en el anexo 7 se podrá observar los criterios de selección.

Posterior a ello, para analizar a nivel micro localización, los distritos como Pomalca, Olmos y Ferreñafe fueron considerados, y los criterios utilizados fueron costo de terreno, la disponibilidad y costo de materia prima, cercanía a mercado destino, costo de terreno y disponibilidad de mano de obra. Finalmente se obtuvo que la ubicación idónea para la instalación de la planta sería en el distrito de Pomalca, debido a que se tiene mayor disponibilidad de materia prima al estar situada una de las industrias azucareras más reconocidas a nivel regional la Empresa Agroindustrial Pomalca S.A.A., en el anexo 8 se podrá observar a mayor los detalles de selección. La planta de producción estaría ubicada en la localidad de Pomalca a 3 km del Aeropuerto Internacional de Chiclayo, con las coordenadas 6°46'24.4"S 79°48'11.2"W, a 12 min del centro de la ciudad de Chiclayo. (Anexo 9)

### **Proceso y Tecnología**

Como unidad de venta el producto será comercializado en bolsas impermeables recubiertas con papel Kraft de polietileno resistentes al transporte y conservación del producto, en presentaciones de 25kg destinado para venta y consumo nacional.

Como referencia para la descripción del proceso de producción de carbón activado a base de bagazo de caña de azúcar se escogió como principal antecedente Ojeda *et al* [10] en su artículo de investigación “Propuesta del diseño de una línea de producción de carbón activado a partir de caña de azúcar y coco” debido a que utiliza el método de activación física la cual resulta más sostenible con el medio ambiente y sobre todo más práctica y económica que otros métodos, los criterios de selección para este método se pueden observar en el anexo 10 donde se realizó una comparación mediante la matriz AHP. Otros estudios tomados en cuenta para el proceso fue de Lozano *et al* [20], Hurtado y Torre [7],y también Hidalgo y Rivera [35].

El proceso de carbón activado inicia con la recepción del bagazo de caña de azúcar proveniente de las industrias azucareras el cual es transportado mediante camiones y llevado a la planta, donde haciendo uso de la balanza de pesaje por ejes son pesados. Luego el bagazo de caña es pasado al proceso de limpieza, en esta etapa se retira los materiales extraños que se encuentren en el bagazo, con el objetivo de garantizar las mejores condiciones de limpieza de la materia prima. Luego sigue el proceso de secado donde se busca reducir la humedad de la materia prima a un 10% ya que el bagazo proviene de las industrias con un 49,6% de humedad haciendo uso de un secador rotatorio, esta etapa dura 30 minutos. Posterior a ello, la materia prima es triturada de 0,5 a 1cm de tamaño, en un tiempo de 30 minutos con el fin de no interferir en la velocidad del horno rotatorio para la siguiente etapa. El bagazo ya molido será almacenado en cierta proporción en un silo, el cual poseerá las condiciones necesarias para evitar la descomposición del material. Luego viene la etapa esencial y principal para la obtención de carbón activado que es la etapa de carbonización y activación, primero el material ingresa a un horno rotatorio en el cual de manera homogénea y progresiva se calienta desde los 100°C hasta los 600°C, el tiempo de carbonización es de 120 minutos con el fin de producir una deshidratación y desvolatilización de átomos de carbono obteniendo un material carbonoso; dentro de este proceso se obtiene no solo carbón, sino también se liberan gases volátiles como CO<sub>2</sub>, CO, H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y vapor de agua; además de hidrocarburos líquidos [36] como ácido piroleñoso y el alquitrán que tras un proceso de purificación se utilizan como combustible dentro del proceso. El carbón vegetal resultante pasa por el proceso de activación en el horno rotatorio, donde el material carbonizado se somete a una temperatura de 900°C durante 120 minutos en presencia de un agente activante el cual es vapor de agua, es importante recalcar

que por cada kg de carbón se proporciona 0,9kg de vapor de agua, a una presión de 40psi que será generado mediante una caldera. El objetivo de la activación es que el material carbonizado tome una forma cristalina, aumente su área superficial y mayor sea su estructura porosa. En esta etapa el CO<sub>2</sub> remanente puede reaccionar con el carbono sólido incrementando la porosidad del carbón. El CO<sub>2</sub> no reaccionado es arrastrado por el flujo de gases calientes y vapor, y sale por el conducto de gases de escape del horno rotatorio. Ya habiendo obtenido el carbón activado se hace uso de una cámara de enfriamiento donde se busca reducir la temperatura del carbón activado con el fin de facilitar posteriormente su manejo y envasado. El carbón resultante debe llegar a una temperatura menor a los 100°C. Después sigue la etapa de molienda y tamizado, el carbón activado pasa a un molino de rodillos, donde permitirá ajustar el tamaño del gránulo conforme a las exigencias del mercado. Luego para la clasificación pasa por un tamizador, donde separa los gránulos que tienen el tamaño deseado. Por último, el carbón activado se envasa en bolsas de papel con polietileno en presentación de 25kg. Para posteriormente ser transportados hacia una máquina etiquetadora, y luego almacenar el producto en bodegas para su posterior comercialización. El tiempo de ciclo total es de 6 horas.

La capacidad de diseño de planta se basó en el último año proyectado que es de 718 768,95 kg, sin embargo, se considera una holgura de 10% ya sea por imprevistos de parada de máquinas y equipos por mantenimientos u otras actividades, obteniendo una capacidad total de 790 645,845 kg de carbón activado al año. Mientras que la capacidad real de la planta es de 594 083,85 kg/año, equivalente a 496 bolsas de 25kg semanal, con base en el primer año estimado en la proyección; de modo que se obtiene una capacidad utilizada de planta de 77%.

Con un horizonte de 5 años (2026-2030), y en base a la planificación de ventas ya realizado se determinó el plan de producción. Se consideró mantener un stock de seguridad de  $\frac{1}{4}$  de producción del primer mes de funcionamiento de la empresa, como política de inventario, con el fin de hacer frente a las fluctuaciones que presente la demanda (Anexo 11).

Para el requerimiento de materiales e insumos necesarios para la obtención de carbón activado, se estableció las cantidades requeridas por bolsa de 25kg de carbón activado. Según Ojeda *et al* [10] por cada 2,1 kg de bagazo de caña se obtiene 1 kg de carbón activado aproximadamente, lo que indica que para 1 bolsa de 25 kg de carbón activado se necesita 52,5kg de bagazo de caña, además de los otros insumos como agua (Anexo 12). Cabe recalcar en cuanto a la disponibilidad de bagazo de caña que en los meses Junio y Julio existe peligro de escases o alza de precios que pueden alterar el plan de producción, es por ello que se realizó un plan de prevención en la compra de bagazo de caña en Abril y Mayo de manera que exista

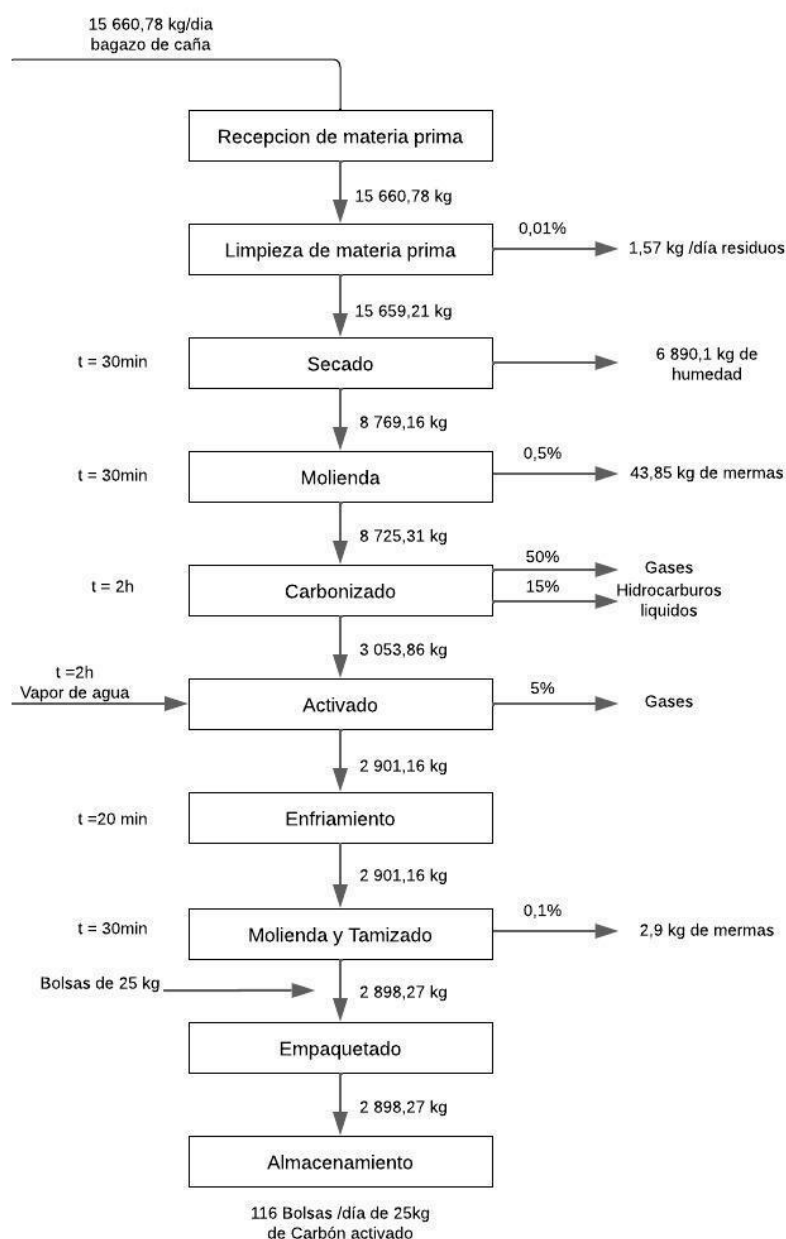
abastecimiento y no perjudique económicamente a la empresa (Anexo 13). Asimismo, en la tabla 4 se puede ver a más detalle las cantidades anuales requeridas.

**Tabla 4. Requerimientos de materiales en el periodo 2026-2030 (kg)**

<b>Materiales</b>	<b>AÑO 1</b>	<b>AÑO 2</b>	<b>AÑO 3</b>	<b>AÑO 4</b>	<b>AÑO 5</b>
<b>Material directo</b>					
Bagazo de caña	1 273 567,3	1 285 839,7	1 298 114,6	1 310 387,1	1 322 662
<b>Material indirecto</b>					
Agua	534 675,5	562 726,9	590 783,8	618 835,14	646 892,1
Bolsa	23 763	25 010	26 257	27 504	28 751
Etiqueta	23 763	25 010	26 257	27 504	28 751

**Fuente: Elaboración Propia**

Para el balance de materia se determinó una jornada laboral de 8 horas/día, 248 días al año laborables. Obteniendo una producción por día de 2 898,27 kg que sería 116 bolsas de 25kg de carbón activado. A continuación, el balance de materia del carbón activado.



**Figura 1. Balance de materia de carbón activado.**

**Fuente: Elaboración propia**

De cada área se consideró calcular las eficiencias de cada área utilizando la fórmula: Eficiencia física = Salida útil de MP / Entrada útil de MP (Anexo 14). Se escogió las maquinarias y equipos necesarias para el proceso en base al plan de producción, considerando criterios como las dimensiones, potencia, capacidad y costo unitario, la empresa Shandong Hen Yi Kaifeng Machienry, experta en maquinarias para la producción de carbón activado proporcionó detalles de toda una línea de producción de carbón activado, las cuales para mayor detalle de cada maquinaria se puede observar en el anexo 15. Asimismo, teniendo en cuenta el funcionamiento

de cada una, se calculó el número de operarios de producción necesarios, obteniéndose un total de 8 operarios que requerirá la planta.

Los indicadores de producción son de gran valor ya que permiten tener un mayor control y por ende se puede desarrollar mejoras continuas dentro del proceso, es por ello que se calculó la eficiencia en base a kg de producción obtenidos entre la cantidad de materia prima utilizada, obteniendo una eficiencia de materia prima de 18,5%, es importante considerar que el rendimiento con respecto a la materia prima del método de activación física alcanza al 20 % aproximadamente [19]

### **Distribución y Diseño de Planta**

Para el diseño de la planta en base a las maquinarias ya establecidas, se aplicó el método Guerchet, resultando un área total de 1 500 m<sup>2</sup>. Para el almacén de materia prima, se consideró un área para la balanza de pesaje por ejes, también se consideró una oficina para el control de la materia, donde se obtuvo un área total de 157,48 m<sup>2</sup>. Para el área de producción, que es donde se realizará todo el proceso de obtención de carbón activado se obtuvo como área total 850,15 m<sup>2</sup> considerando las 8 máquinas, además de equipos y personas requeridas dentro del proceso. Para el almacén producto terminado, el área total es de 152,10 m<sup>2</sup> tomando en cuenta los 36 pallets de 1,20 x 0,80 m. El área de producción también se consideró servicios higiénicos teniendo en cuenta la norma A.060 Industria donde indica la cantidad de SS.HH. se basa en el número de operarios, por lo tanto, se estimó 3 lavamanos, 2 inodoros y 2 basureros, obteniéndose un área total de 12,04 m<sup>2</sup>. Con respecto a las oficinas administrativas, para las áreas de finanzas, people, ventas y comercialización, SST, calidad, mantenimiento y sobre todo la alta dirección, se consideró escritorios, sillas y archivadores, siendo un área total de 39,02 m<sup>2</sup>. También se consideró SS.HH. para el área administrativa de 12,04 m<sup>2</sup>. Para el departamento de calidad, se obtuvo un área total de 26,84 m<sup>2</sup>, debido al mobiliario y los equipos indispensables para asegurar la calidad del producto. En otras áreas como mantenimiento y seguridad y salud en el trabajo se tuvo en cuenta todo el mobiliario necesario obteniendo un área total de 21,28 m<sup>2</sup> y 21,94 m<sup>2</sup> respectivamente. También se consideró un comedor para los trabajadores donde se obtuvo un área de 61,57 m<sup>2</sup>. Y por último el área de vigilancia, con un área total de 7,82 m<sup>2</sup>.

Los detalles y resultados de cada área después de la aplicación del método Guerchet se muestran en el anexo 16. Como resultado final el área perimetral de toda la planta es de 1 500 m<sup>2</sup>. Posterior a ello, para determinar la relación y proximidad entre las áreas se hizo uso del método de Planificación Sistemática de Distribución de planta (SLP); luego se diseñó la planta

y distribución de maquinarias y equipos en el área de producción a través de un plano utilizando el software AutoCAD (Anexo 17).

Cabe recalcar que se consideró el control de calidad de carbón activado, antes de ser comercializado, para ello es necesario que cumpla con estándares de control de calidad, bajo las normativas 311.331:2019 [36] y ANSI/AWWA B601-18 [37], los parámetros a seguir son: densidad aparente la cual debe ser un mínimo de  $0,25 \text{ g/cm}^3$  en base seca; humedad con un máximo de 8% en masa; el tamaño de partícula con un máximo 15% retenido en el tamiz del tamaño máximo y un máximo de 5% pasante del tamiz de tamaño mínimo; tamaño efectivo se refiere al tamaño del tamiz por el cual pasa el 10% de una muestra representativa de carbón activado, el cual debe ser de 0,30 mm a 2,0 mm; coeficiente de uniformidad es la relación entre la abertura del tamiz por el cual pasa el 60% de una muestra representativa y la abertura del tamiz por el cual pasa el 10% de dicha muestra; resistencia a la abrasión mide el porcentaje de retención del tamaño de las partículas promedio original, mediante su resistencia a la acción de bolas de acero en la máquina percutora Ro-Tap, este ensayo es usado para medir la resistencia al desgaste, debe ser un mínimo 70%; ceniza soluble en agua con un máximo de 4% y Número de yodo que se refiere al número de miligramos de yodo que adsorbe 1 g de carbón activado, se determina con el método ASTM D460, debe ser un mínimo de 500 mg/g de carbón.

### **Gestión de seguridad y salud en el trabajo**

Es necesario reconocer los posibles riesgos y peligros que puedan someterse los operarios y todo el personal en las diferentes áreas de la empresa. Entre los peligros pueden ser caídas a desnivel, posturas forzadas e inadecuadas, o incluso que puedan originarse debido a la falta de orden e higiene en cada área de trabajo. Se consideró los requisitos legales para cada peligro, de manera que pueda determinarse las medidas de control de acuerdo con el grado de riesgo y significancia, a través de la matriz IPERC (Identificación de Peligros y la Evaluación de Riesgos y Controles) (Anexo 18). Del cual se identificó con un grado moderado el área de producción frente a los peligros y riesgos a los que podría someterse los operarios, a su vez se considera realizar capacitaciones a los trabajadores, así como la implementación de EPP para cada uno.

### **Impacto ambiental de la propuesta**

Se empleó el método de matriz de Leopold para el estudio del impacto ambiental, en el que se tomó en cuenta el nivel de impacto desde las etapas de construcción de la planta, proceso de producción de carbón y áreas administrativas. Resultando en el proceso que tiene más impacto en el medio ambiente en el componente aire (Anexo 19), permitiendo la creación de alternativas

de solución y mitigación. El valor más elevado se encuentra en la construcción y la emisión de gases, motivo por el cual se ha establecido la compra de un lavador de gases en la propuesta.

### **Recursos Humanos**

El capital humano representa un componente estratégico esencial para el desarrollo y la gestión eficiente de los procesos organizacionales, por lo que, en la planta de carbón activado, la organización se orientará hacia los puestos de trabajo que se pueden observar en el anexo 20, cada colaborador debe poseer las capacidades y habilidades requeridas para el cargo en el que se desempeñe. Los operarios y trabajadores se muestran en el anexo 21. Es de importancia recalcar que, según el Ministerio de Trabajo, la remuneración mínima laboral es de S/. 1 025 [38]. La política de la empresa es la venta y comercialización de carbón acorde a las demandas y expectativas de los clientes, con el objetivo de llevar a cabo procesos eficaces con la participación de empleados altamente cualificados, para satisfacer las demandas del mercado nacional y la mejora constante de sus procedimientos.

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

En el tercer objetivo, se inició estableciendo la inversión inicial del proyecto, considerando tanto la inversión tangible como el costo del terreno con un monto total de S/. 227 650 para 1500 m<sup>2</sup>, las construcciones e infraestructura industrial con un monto de S/. 484 311.54, las instalaciones eléctricas y sanitarias con un costo de S/. 60 150; el costo de maquinaria y equipos S/. 1 936 839, 50, los equipos de oficina S/. 11 141, el almacén de S/. 21 028, los equipos de calidad de S/. 7 653,90, la mobiliaria y equipos de SST de S/. 10 293, el equipamiento en el área de mantenimiento que resultó S/. 3 256, la mobiliaria para el comedor de s/. 690 y por último el transporte donde se consideró una camioneta 4x4 con un costo total de S/. 115 520; así como también, la inversión intangible donde se consideró las licencias y permisos para el inicio de actividades, y funcionamiento de la planta. Siendo éstos los gastos operativos con un costo de S/. 13 867,81, además de los estudios de investigación S/.5 000. Se obtuvo en total un costo de S/. 2 932 861, 94 en inversión de bienes tangibles y S/.18 867, 81, resultado de la inversión de bienes intangibles. A esto se le añadió un 5% para imprevistos, siendo el costo total de inversión de S/. 4 181 342, 99. El promotor del proyecto tendrá el 23% de la inversión mientras que el socio estratégico el 10% y la entidad bancaria para financiamiento el 67%, así como se muestra en el Anexo 22.

Luego se calculó los costos de producción donde se consideró un total para el primer año de S/ 1 030 501,67, (Anexo 23). También es necesario considerar los gastos administrativos como el consumo de luz, agua teléfono e internet, los materiales y útiles de oficina y sobre todo los sueldos administrativos, siendo un total para el primer año de S/. 453 989,70, Se añadió los

gastos de ventas y comercialización, una pieza importante dentro del desarrollo de la empresa siendo un total S/ 76 286 soles para el primer año (Anexo 24). Para el financiamiento, se consideró la entidad bancaria Interbank al tener la tasa de interés más baja según Superintendencia de Banca y Seguros, de 12,44% por un plazo de 5 años (Anexo 25). En base a todos estos costos y gastos ya mencionados se obtuvo el capital de trabajo. En la tabla 5 se puede observar a más detalle.

**Tabla 5. Capital de Trabajo**

ITEM	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<b>Ingresos</b>	S/ 5 315 802,88	S/ 5 953 587,49	S/ 6 627 215,29	S/ 7 336 565,62	S/ 8 081 766,20
<b>Egresos</b>					
Costos de Producción	S/ 1 030 501,67	S/ 3 158 019,11	S/ 3 268 376,30	S/ 3 378 711,73	S/ 3 489 068,93
Gastos Administrativos	S/ 453 989,70	S/ 454 032,90	S/ 454 066,60	S/ 454 098,99	S/ 454 123,97
Gastos de Comercialización	S/ 76 286,00	S/ 76 286,00	S/ 76 286,00	S/ 76 286,00	S/ 76 286,00
<b>Total Egresos</b>	<b>S/ 1 560 777,37</b>	<b>S/ 3 688 338,01</b>	<b>S/ 3 798 728,90</b>	<b>S/ 3 909 096,72</b>	<b>S/ 4 019 478,90</b>
Saldo (Déficit/Superávit)	S/ 3 755 025,51	S/ 2 265 249,49	S/ 2 828 486,39	S/ 3 427 468,90	S/ 4 062 287,30
<b>Utilidad Acumulada</b>	<b>S/ 3 755 025,51</b>	<b>S/ 6 020 275,00</b>	<b>S/ 8 848 761,39</b>	<b>S/ 12 276 230,29</b>	<b>S/ 16 338 517,59</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Posterior a ello, se estableció el punto de equilibrio económico y en unidades, siendo para el primer año un monto de S/.1 631 159,64 y 182 295 kg (Anexo 26). Luego se calculó la Tasa Mínima Aceptada de Rendimiento considerando el comportamiento de las tasas de inflación en los años recientes de 13,4%. Por último, teniendo en cuenta la inversión total, los ingresos y el total de egresos se realizó flujo de caja (Anexo 27), donde se logró obtener el Valor Actualidad Neto de S/. 5 105 467,58, la Tasa Interna Retorno de 62% la cual debería ser mayor que el TMAR y la relación de beneficio costo de S/. 1,34 lo que indica que, por cada sol invertido, se obtiene S/. 0,30 de ganancia. También se determinó el periodo de recuperación del proyecto, el cual será a los 2 años de funcionamiento.

Para finalizar, debido a la variabilidad de los precios y considerando que existen 2 meses de escasas de materia prima donde los costos suben, se realizó un análisis de sensibilidad respecto al VAN, para evaluar escenarios posibles escenarios que puedan ser riesgosos para la propuesta (Anexo 28).

### **Discusiones**

Con respecto al primer objetivo de estudio de mercado se consideró abarcar el 15% del mercado objetivo para la presente investigación, a diferencia de Lozano *et al* [20] en su investigación consideró el 27,34% de toda la demanda insatisfecha tenido una capacidad instalada de 1 211,70 t/año, mientras que el presente artículo que obtuvo una capacidad diseñada

de 790 645,2 061 576 toneladas anuales, esto se debe a la expansión del mercado durante los últimos años. Hurtado y Torre [7] sin embargo tomó el 3,3% del mercado, produciendo 387 toneladas debido a que realizó un estudio de mercado a más detalle donde obtuvo la intención de compra de sus clientes y concluyendo que sería este porcentaje más factible. Mientras que Carrillo y Lembcke [24] en su investigación habían considerado inicialmente tomar el 77,5% como demanda de proyecto, pero según referencias de otras empresas del sector, decidieron para el primer año tomar el 5% e ir aumentando 1% cada dos años siendo esta propuesta más conservadora y factible.

Sevillano y Torres [39] para la ubicación de la planta consideraron como criterio esencial la cercanía a la materia prima debido al gran volumen para transportarla, de esa misma manera en la presente investigación se consideró este criterio de disponibilidad y cercanía de materia prima utilizando el método de factores ponderados resultando uno de los criterios principales y de mayor peso en la evaluación. Hurtado y Torre [7] en su investigación determinaron que la mano de obra necesario para la línea de producción de carbón activado es de 5 operarios, así como de 9 maquinarias, en la presente investigación se consideró para la línea de producción un total de 9 maquinarias y 8 operarios, cabe recalcar que al ser mayor cantidad de producto se requiere de mayor personal para un mejor control de la calidad. Asimismo, con respecto a la eficiencia de las maquinarias, Ojeda *et a* [10] tras la elección de equipos determino el proceso de producción de carbón que inicia con secado de materia prima, molienda, carbonización y activación, cernido, enfriado y empaquetado; mientras que en el presente artículo se consideró que luego del enfriamiento de carbón activado se realice una molienda del producto de manera que brinde mejor calidad de acuerdo al tamaño y gránulo deseado por el cliente, para su posterior empaque.

Con respecto al tercer y último objetivo sobre la viabilidad económico financiera del proyecto, se calculó un VAN de S/. 5 105 467,58, un TIR de 62%; y un costo de beneficio de S/. 1,30 es decir que, por cada sol invertido, se obtiene S/. 0,30 de ganancia y una recuperación de la inversión a los 2 años Siendo menor respecto al TIR de la investigación de Sevillano y Torres [39] que obtuvo un TIR de 46% y un VAN S/. 1 394 305, Carrillo y Lembcke [24] obtuvieron en su evaluación un VAN DE 2,8 millones de soles con una TIR de 24%, de igual manera, Hurtado y Torre [7], obtuvo un VAN de 937 396,16 soles y un TIR 70,68%. Estas diferencias en los indicadores se deben al tamaño de planta de carbón activado propuesto de cada proyecto de investigación.

## **Conclusiones**

La planta de carbón activado a partir de bagazo de caña en Lambayeque para atender la demanda nacional es un proyecto comercial, tecnológico y económicamente viable, tras un arduo análisis de cada uno de los objetivos trazados.

El estudio de mercado de la propuesta de instalación de planta de carbón activado resultó ser viable comercialmente, tras determinar las características del producto, se obtuvo la demanda proyectada del cual se planteó cubrir el 15% del mercado obteniendo una demanda insatisfecha de 594 083,85kg anuales, lo que genera ventas valorizadas en un aproximado de S/. 5 315 802,881 soles.

Al considerar la disponibilidad de materia prima, el mercado objetivo que se encuentra en Lima, entre otros criterios, se logró identificar la locación óptima ubicada en el distrito de Pomalca-Chiclayo, una extensión de 1 500 m<sup>2</sup> en instalaciones para la planta de producción de carbón activado. Asimismo, se identificó el proceso más adecuado para la obtención de carbón activado, así como maquinarias y equipos necesarios para el proceso. Según la demanda del mercado, la capacidad diseñada de producción es de 116 bolsas de 25kg de carbón activado por día.

El proyecto obtuvo una viabilidad económica y financiera. Para dar inicio con sus actividades y funcionamiento de la empresa se requiere una inversión de S/.4 181 342,99. El promotor del proyecto tendrá el 23% de la inversión mientras que el socio estratégico el 10% y la entidad bancaria Interbank el 67% para financiamiento. Obteniendo como resultado que el proyecto es viable con un VAN de S/. 5 105 467,58 y un TIR de 62%; mayor al TMAR global con resultado de 19,8%; además se obtuvo un costo de beneficio de S/. 1,30 es decir que, por cada sol invertido, se obtiene S/. 0,30 de ganancia y una recuperación de la inversión a los 2 años.

## **Recomendaciones**

Se recomienda realizar investigaciones con respecto a darle un mejor valor agregado a los residuos agroindustriales para la fabricación de carbón activado, ya que es un producto con crecimiento en el mercado y sobre todo genera un gran aporte en la purificación y tratamiento de aguas residuales contribuyendo al medio ambiente y a la sociedad.

Se recomienda fomentar en las futuras generaciones de estudiantes, buscar alternativas de solución para el bagazo de caña ya sea en la producción de nuevos subproductos que puedan aportar de gran manera la economía peruana, y sobre todo minimizar el impacto que éste genera en el ecosistema.

## Referencias

- [1] Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, «Observatorio de Commodities:Azúcar,» Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Lima, 2022.
- [2] J. C. León Carrasco, «Agraria.pe,» Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, 25 Setiembre 2020. [En línea]. Available: <https://agraria.pe/noticias/despues-de-50-anos-el-cultivo-de-la-cana-de-azucar-afianza-l-22564>.
- [3] Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, «Observatorio de Commodities:Azúcar,» Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Lima, 2019.
- [4] J. A. Chacón Chauca, Propuesta Técnica para el incremento de procesamiento de caña de azúcar a 300t/h del trapiche de un ingenio azucarero en el norte del Perú, Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú, 2014.
- [5] M. J. Valencia Botero y C. A. Cardona Alzate, «Evaluación Ambiental para procesos que usan residuos de la Industria de los biocombustibles como materias primas,» *EIA*, vol. X, n° 19, pp. 103-110, 2013.
- [6] Y. A. Vargas Corredor y L. I. Pérez Pérez, «Aprovechamiento de residuos agroindustriales para el mejoramiento de la calidad del ambiente,» *Facultad de Ciencias Básicas*, vol. XIV, n° 1, pp. 59-72, 2018.
- [7] P. G. Hurtado Antonio y T. F. Torre Leon, Estudio de prefactibilidad de para la instalación de una planta de carbón activado a partir de cáscara de cacao, Lima: Universidad de Lima, 2021.
- [8] TRADEMAP, «TRADEMAP,» 10 Enero 2025. [En línea]. Available: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c3802%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c3802%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1).
- [9] J. A. Solís Fuentes, M. Morales Téllez, R. C. Ayala Tirado y M. d. C. Durán de Bazúa , «Obtención de carbón activado a partir de residuos agroindustriales y su evaluación en la remoción de color del jugo de caña,» *Tecnología, Ciencia, Educación*, vol. XXVII, n° 1, pp. 36-48, 2012.
- [10] G. Ojeda , A. Orozco y T. Espinoza , «Propuesta del diseño de una línea de producción de carbón activado a partir de caña de azúcar y coco,» *Ingeniería UC*, vol. XXVI, n° 3, pp. 306-318, 2019.

- [11] M. Á. Ramírez , «Cultivos para la producción sostenible de biocombustibles: Una alternativa para la generación de empleos e ingresos,» Servicio Holándes de Cooperación al Desarrollo, Honduras, 2008.
- [12] M. Chaves Solera, «La caña de azúcar como materia prima para la producción de alcohol carburante,» Dirección de Investigación y Extensión de la Caña de Azúcar (DIECA), San José, 2004.
- [13] R. Basanta, M. García Delgado, J. Cervantes Martínez, H. Mata Vasquez y G. Bustos Vásquez, «Sostenibilidad del reciclaje de residuos de la Agroindustria azucarera: Una revisión,» *CyTa Journal og Food*, vol. V, nº 4, pp. 293-305, 2007.
- [14] Z. Pernalete, F. Piña, M. Suárez, A. Ferrer y C. Aiello, «Fraccionamiento del bagazo de caña de azúcar mediante tratamiento amoniaco: efecto de la humedad del bagazo y la carga de amoníaco,» *Biagro*, vol. XX, nº 1, pp. 3-10, 2008.
- [15] G. Antonlín y D. Oliva, «Caracterización del bagazo de caña de azúcar mediante análisis térmico,» *Información Tecnológica*, vol. XIV, nº 4, pp. 91-96, 2003.
- [16] A. Moreno Santos, J. C. Ríos Urtado y S. E. Flores Villaseñor, «Carbón activado: generalidades y aplicaciones,» *CienciAcierta*, nº 66, 2021.
- [17] «El carbón activado y sus propiedades,» 2015.
- [18] B. B. Vera Raza, R. A. Mero Intriado , G. A. Burgos Briones y R. E. Cevallos Cedeño, «Residuos lignocelulósicos y método de producción del carbón activado,» *Minerva Journal*, vol. III, nº 1, pp. 122-130, 2022.
- [19] J. D. Valladares Ochoa, «Obtención de carbón activado mediante carbonización hidrotermal a partir de biomasa residual,» Universidad Central del Ecuador, Quito, 2020.
- [20] L. J. Lozano Flores, L. Barreto Gómez y W. Sepúlveda Nuñez, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta industrial para obtener carbón activado a partir del bagazo de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) en la región Loreto, Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, 2015.
- [21] A. G. De la Cruz Pérez, L. G. Martínez Domínguez, J. A. Sosa Oliver y J. R. Laines Canepa, «Producción de carbón activado a partir de residuos orgánicos generados en Tabasco,» Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa Tabasco, 2021.

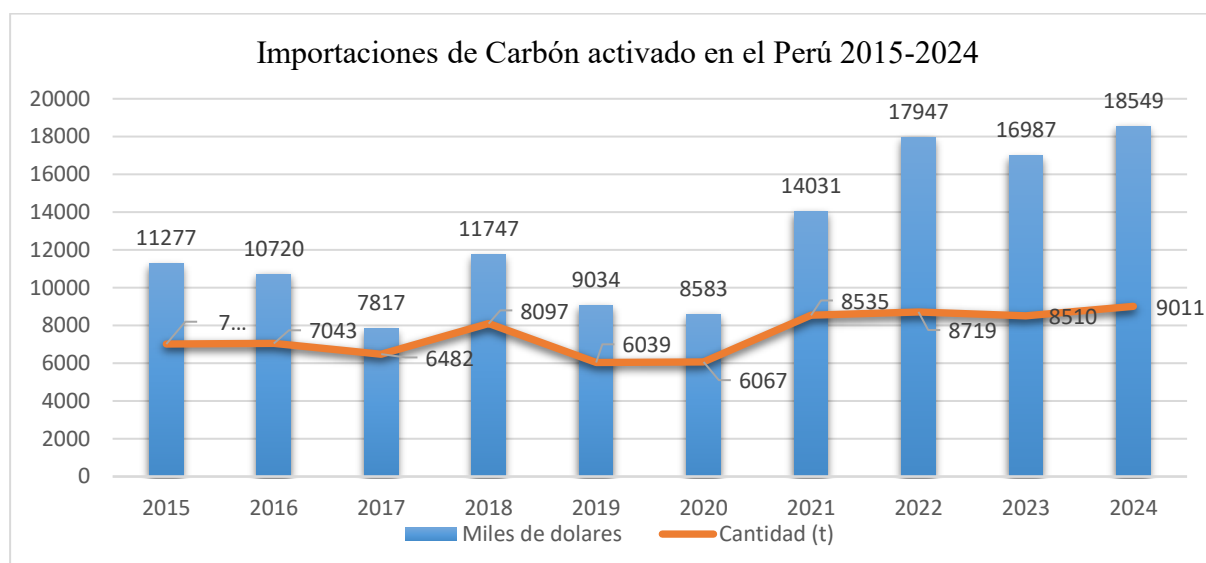
- [22] E. Del Angel, R. Lopez, A. E. Cruz y M. A. Pantoja, «Tratamiento de aguas residuales domesticas utilizando carbono activado preparado de bagazo de caña de azúcar,» *Tecnologias y ciencias del agua*, vol. XIII, n° 1, pp. 144-183, 2022.
- [23] W. Somyanonthanakun, A. Greszta, A. J. Roberts y S. Thongmee, «Sugarcane Bagasse-Derives Activated carbon as a potential material for lead ions removal from aqueous solution and supercapacitor energy storage application,» *Sustainability*, vol. XV, n° 6, pp. 1-21, 2023.
- [24] J. M. Carrillo Zamora y A. Lembcke Berninzon, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de elaboración de carbón activado a base de cáscara de café, Lima: Universidad de Lima, 2015.
- [25] G. Baca Urbina, Evaluacion de Proyectos, México: Mc Graw Hill, 2013.
- [26] J. E. Bernal Ruiz, Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta productora de planchas de madera plástica para la elaboración de muebles, Lima: Universidad de Lima, 2021.
- [27] H. M. Lumadede, P. Kuloba, F. Kengara, J. Aluha y C. Kowenje, «Production and Characterization of activated carbons from sugarcane bagasse from chemelil sugar factory, compared with commercial activated carbons,» *Journal of Engineering in Agriculture and the Environment*, vol. VI, n° 1, pp. 41-56, 2020.
- [28] Sunat, «VERITRADE,» VERITRADE, [En línea]. Available: <https://business2.veritrade.com/es/mis-busquedas>. [Último acceso: 8 Mayo 2024].
- [29] Instituto Nacional de Calidad, PRODUCTOS QUÍMICOS INDUSTRIALES. Carbón activado para tratamiento de agua. Requisitos. 2a Edición, Lima: Inacal, 2019.
- [30] SUNAT, «SUNAT,» [En línea]. Available: <http://www.aduanet.gob.pe/itarancel/arancelS01Alias>.
- [31] F. Novak y S. Namihas, La política exterior de Donald Trump y su impacto en América Latina, Lima: Konrad Adenauer Stiftung, 2018.
- [32] Asociacion de Exportadores, «Importaciones peruanas de Abril y sy impacto por covid19,» Centro de Investigación de Economía y negocios Globales, Lima, 2020.
- [33] N. Sapag Chain, Proyectos de Inversión Formulación y Evaluación, Santiago de Chile: Pearson, 2011.

- [34] Ministerio de Desarrollo agrario y riego (MIDAGRI), «Observatorio de Commodities,» Dirección General de Políticas Agrarias, Lima, 2021.
- [35] C. S. Hidalgo Segovia y S. G. Rivera Garces, Obtención de carbon activado a partir del bagazo del café como una propuesta de utilización del residuo de una industria cafetera, Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral, 2017.
- [36] P. G. Almeida Souza, . J. d. C. Lima Carvalho, L. Z. Martins de Souza, E. Nascimento Lima, . M. Guerra de Aguilar, R. Pereira Lima, . O. Emerenciano Ferreira, L. Pinheiro Santos Pimenta y A. R. Teixeira Machado, «Effect of Pyrolysis Temperature on the Production of Biochar and Biomethanol from Sugarcane Bagasse,» *BioEnergy Research*, vol. XVII, pp. 1394-1401, 2024.
- [37] American National Standards Institute, «Granular Activated Carbon,» American Water Works Association, Estados Unidos, 2018.
- [38] Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo, «Plataforma digital única del Estado Peruano,» [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/mtpe/noticias/597306-gobierno-aumento-el-sueldo-minimo-a-s-1-025>.
- [39] A. S. Sevillano y P. B. Torres, Obtencion de Carbon Activado a partir de madera, Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo, 2013.
- [40] INEI, «TRADEMAP,» 10 Enero 2024. [En línea]. Available: [https://www.trademap.org/Country\\_SelProductCountry\\_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c3802%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1](https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_TS.aspx?nvpm=3%7c604%7c%7c%7c%7c3802%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c2%7c1%7c1%7c1).
- [41] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Perú: Participación de la Población en la Actividad Económica,» Instituto Nacional de Estadística e Informática, Lima, 2019.
- [42] Dirección de Regulación Tarifaria (DRT), «Estudio Tarifario SEDAPAL S.A.,» Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), Lima, 2021.
- [43] Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT), «Estudio Tarifario SEDALIB S.A.,» Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), Lima, 2021.
- [44] Gerencia de Regulación Tarifaria (GRT), «Estudio Tarifario EPSEL S.A.,» Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass), Lima, 2018.
- [45] Dirección de estudios economicos , «Observatorio de Commodities: Azúcar,» Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego, Lima, 2021.

- [46] Instituto Nacional de Estadística e informática, Lambayeque, Población Económicamente Activa, Lima: Instituto Nacional de Estadística e informática, 2018.
- [47] F. Seixas L. , E. Goncanves V., M. H. Olsen, M. Gimenes y N. Fernandes Machado, «Activated Carbon from Sugarcane Bagasse Prepared by Activation with CO<sub>2</sub> and Bio Oil Recuperation,» *Chemical Engineering Transactions*, vol. LVII, pp. 139-144, 2017.
- [48] E. Mohamed, E.-H. Mohammed, L. N. Abdel y W. Shetaya, «Production of sugarcane bagasse-based activated carbon for formaldehyde gas removal from potted plants exposure chamber,» *Journal of the Air & Waste Management Association*, vol. LXV, n° 12, pp. 1413-1420, 2015.
- [49] M. Bastidas, L. Buelvas, M. Márquez y K. Rodríguez , «Producción de Carbón Activado a partir de Precursores carbonosos del Departamento del Cesar, Colombia,» *Información Tecnológica*, vol. XXI, n° 3, pp. 87-96, 2010.
- [50] INDECOPI, «Carbon activado para tratamiento de agua para consumo humano.,» Lima, 1998.
- [51] INDECOPI, « Carbón activado usado en la industria azucarera y otros productos edulcorantes - Requisitos generales,» Lima, 1982.

## Anexos

## Anexo 1: Importaciones de carbón activado en el Perú 2015-2024



Fuente: Elaboración Propia. En base a Trade Map [40]

## Anexo 2: Proyección de la demanda 2026-2030

Año	Kilogramos	Toneladas
2026	9 659 900	9 659,9
2027	10 166 700	10 166,7
2028	10 673 600	10 673,6
2029	11 180 400	11 180,4
2030	11 687 300	11 687,3

Fuente: Elaboración propia

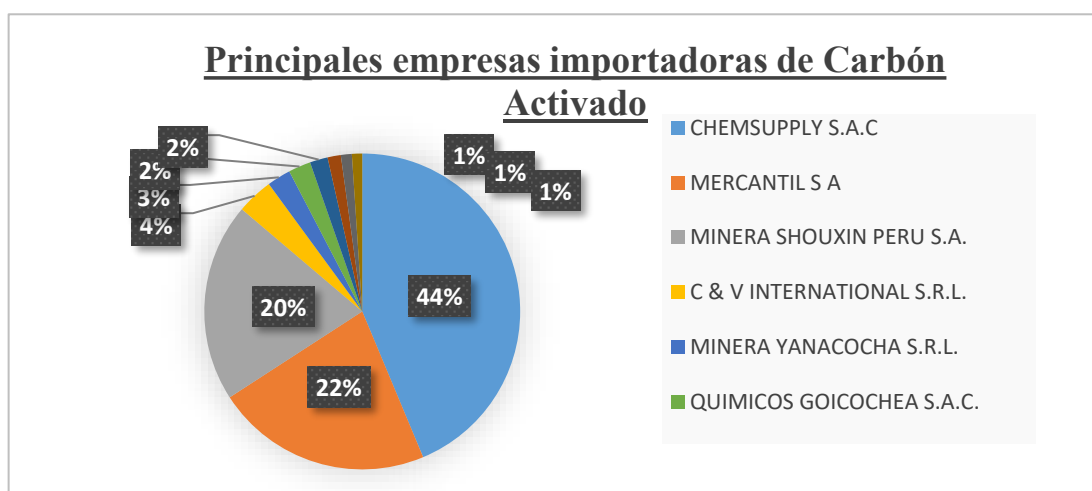
## Anexo 3: Empresas importadoras de carbón activado Enero - Marzo 2024

Nº	EMPRESA IMPORTADORA	PAISES EXPORTADORES	TOTAL, kg			VALOR FOB
			kg	US\$ / kg	%	
1	CHEMSUPPLY S.A.C	China, Filipinas, India, Estados Unidos	871 580	1,42	43,20%	\$ 1 238 602,34
2	MERCANTIL S A	China, India	441 884,98	1,72	21,90%	\$ 758 451,38
3	MINERA SHOUXIN PERU S.A.	China	405 950	0,69	20,12%	\$ 278 887,65
4	C & V INTERNATIONAL S.R.L.	Sri Lanka	74 440	2,57	3,69%	\$ 191 310,80
5	MINERA YANACOCCHA S.R.L.	China	48 340	2,54	2,40%	\$ 122 590,24
6	QUIMICOS GOICOCHEA S.A.C.	India	45 529	1,70	2,26%	\$ 77 247,54
7	AJINOMOTO DEL PERU S A	China	36 520	1,83	1,81%	\$ 67 105,50
8	ACTIVIDADES TECNICO	México	27 033	2,16	1,34%	\$ 58 256,12

INDUSTRIALES						
S.A.C.						
9	MANUCHAR PERU S.A.C.	India	22 400	1,97	1,11%	\$ 44 217,60
10	MERCANTIL INTERAMERICANA S.A.C	China	20 940	1,83	1,04%	\$ 38 341,14
11	HEAVEN PETROLEUM OPERATORS S.A.	China	19 320	1,67	0,96%	\$ 32 341,68
12	SABAVIDA	India	1 751	16,29	0,09%	\$ 28 522,04
13	LINDE PERU S.R.L.	Estados Unidos	740,60	5,82	0,04%	\$ 4 313,25
14	ENERQUIMICA SOCIEDAD ANONIMA CERRADA CIA INDUSTRIAL	Estados Unidos	542,85	17,63	0,03%	\$ 9 570,45
15	NUEVO MUNDO S.A.	Suiza	480,19	2,38	0,02%	\$ 1 140,45
16	UNIQUE S.A.	Estados Unidos	133,00	13,69	0,01%	\$ 1 820,68
17	FABRIC Y REPRES COMERC S.A.- FARECO S.A.	Estados Unidos	72,41	24,46	0,004%	\$ 1 771,22
18	ANDERS PERU S.A.C.	Australia	20,66	4,17	0,001%	\$ 86,21
SOLUCIONES						
19	NEUROLOGICAS ASESORIAS Y REPRESENT. ANALITICAS	China	0,95	1,81	0,00005%	\$ 1,72
20	SRL	Republica Checa	0,54	456,63	0,00003%	\$ 246,58
TOTAL			2 017 680,19			\$ 2 954 824,58

Fuente: Elaboración propia. Fuente. VERITRADE 2024 [28]

#### Anexo 4: Empresas importadoras de carbón activado



Fuente. VERITRADE 2024 [28]

### Anexo 5. Precio de importación de Carbón Activado 2015-2024 (S/. / kg)

Año	Precio de venta
2015	7,2
2016	10,4
2017	7,9
2018	8,4
2019	13,2
2020	8,2
2021	10,7
2022	8,1
2023	7,9
2024	8,7

Fuente: Elaboración propia. En base a TRADEMAP [8]

### Anexo 6: Entrevista realizada a Ingeniero de planta de Agroindustria Pomalca S.A. A.

#### ENCUESTA PARA EMPRESAS AGROINDUSTRIALES

El objetivo de esta encuesta es recolectar información para determinar la oferta del bagazo de caña para una planta de carbón activado en la región Lambayeque.

Nombre: Willy RODRIGUEZ BERNUY  
 Empresa: AGROINDUSTRIA POMALCA Cargo: GERENTE  
 RUC: 20163898200 Razón Social: S.A.A.

- ¿Cuántos toneladas de bagazo de caña se obtiene del proceso?  
1,024 TONELADAS DIARIAS
- ¿Da algún uso al bagazo de caña? Marca (x) tu respuesta. (Si su respuesta fue no, avance a la pregunta 4)  
 SI  NO  (88%)
- Si tu respuesta fue SI, ¿En que porcentaje se hace uso? ¿Qué utilidad se le da?  
900 TN SE UTILIZAN PARA COMBUSTIBLE.
- ¿Qué utilidad le da al bagazo sobrante? (porcentaje).  
 Quema  Vende  Regala
- Si su respuesta fue vende, ¿A que precio vende la tonelada?  
VARIA (25 soles / 125 soles)
- Si no le da algún uso a dicho bagazo de caña ¿Estaría dispuesto a venderlo? Marca (x) tu respuesta.  
 SI  NO
- Si su respuesta fue SI, ¿A cuánto vendería la tonelada?  
VARIA
- ¿Es consciente del daño que este residuo puede causar al medio ambiente?  
 SI  NO
- Se plantea instalar una planta procesadora de carbón activado. Si fuera así, ¿Aceptaría participar como proveedor de estos residuos? Marca con una X.  
 SI  NO

Muchas Gracias Por su Participación y Colaboración, Bendiciones

Ing. Willy Rodríguez Bernuy  
 GERENTE DE FABRILCA

## Anexo 7: Matriz de factores ponderados para la macro localización

### Anexo 7.1: Factores de Macro localización

ID	Factores
A	Disponibilidad de materia prima
B	Cercanía de mercado destino
C	Facilidad de transporte
D	Disponibilidad de mano de obra
E	Costo del servicio de agua
F	Costo del servicio de luz eléctrica

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 7.2: Matriz de enfrentamiento

Factores	A	B	C	D	E	F	Puntaje	Ponderación
A	■	1	0	1	1	1	4	20,00%
B	1	■	0	0	1	1	3	15,00%
C	1	1	■	0	1	1	4	20,00%
D	1	1	1	■	0	0	3	15,00%
E	0	1	1	1	■	0	3	15,00%
F	1	1	0	1	0	■	3	15,00%
<b>TOTAL</b>							<b>20</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Elaboración Propio

### Anexo 7.3: Factores de selección de Macro localización

Factores	Departamentos		
	La Libertad	Lambayeque	Lima
Disponibilidad de materia prima (% de Participación nacional)	51%	20,86%	13,17%
Cercanía de mercado destino Lima	586 km	784,9 km	
Facilidad de transporte (S/. /kg)	S/. 1,20	S/. 1,30	S/. 20
Disponibilidad de mano de obra (PEA %)	37,3%	41,7%	42,7%
Costo del servicio de agua (S/. /m <sup>3</sup> )	S/. 9,5	S/. 3	S/. 7,2
Costo del servicio de luz eléctrica (S/. / kWh)	S/. 27,03	S/. 35,49	S/. 26,83

Fuente: Elaboración Propia. En base a MIDAGRI [34], INEI [41], SUNASS [42] [43] [44]

### Anexo 7.4: Matriz de evaluación para selección de región

Factores	Ponderación	Lambayeque		La Libertad		Lima	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
A	20%	2	0,400	3	0,200	1	0,200
B	15%	2	0,400	2	0,400	3	0,600
C	20%	2	0,400	2	0,400	3	0,600
D	15%	3	0,600	2	0,400	3	0,400
E	15%	3	0,400	1	0,600	1	0,200
F	15%	3	0,600	2	0,400	2	0,400
<b>Total</b>			<b>3,000</b>		<b>2,400</b>		<b>2,600</b>

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 8: Matriz de factores ponderados para la micro localización

### Anexo 8.1: Factores de Micro localización

ID	Factores
A	Disponibilidad de materia prima
B	Costo de materia prima
C	Cercanía al mercado destino
D	Costo de terreno
E	Disponibilidad de mano de obra

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 8.2: Matriz de enfrentamiento

Factores	A	B	C	D	E	Puntaje	Ponderación
A	■	1	1	0	0	2	15,38%
B	1	■	1	1	0	3	23,08%
C	1	0	■	0	1	2	15,38%
D	1	1	1	■	0	3	23,08%
E	1	1	1	0	■	3	23,08%
<b>TOTAL</b>						<b>13</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 8.3: Factores de selección de Micro localización

Factores	Distritos		
	Pomalca (Agroindustria Pomalca)	Ferreñafe (ANORSAC)	Olmos (AgrOlmos)
Disponibilidad de materia prima (% de Agroindustria Participación nacional)	6%	3%	12,9%
Costo de materia prima	S/. 25 a S/. 125		
Cercanía al mercado destino (Mercado destino con mayor importación, Villa el Salvador)	662 km	786,5km	878 km
Costo de terreno (S/. /m <sup>2</sup> )	S/. 185,10	S/. 329.5	S/. 205
Disponibilidad de mano de obra (PEA %)	50,77%	23%	49,50%

Fuente: Elaboración Propia. En base a MIDAGRI [45], INEI [46]

### Anexo 8.4: Matriz de evaluación para selección de región

Factores	Ponderación	Pomalca		Ferreñafe		Olmos	
		Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje	Calificación	Puntaje
A	15,38%	2	0,308	1	0,154	3	0,462
B	23,08%	2	0,308	2	0,308	2	0,308
C	15,38%	3	0,462	2	0,308	2	0,308
D	23,08%	3	0,462	1	0,154	2	0,308
E	23,08%	3	0,462	1	0,154	2	0,308
<b>Total</b>			<b>2,000</b>		<b>1,077</b>		<b>1,692</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 9: Ubicación propuesta para la planta de carbón activado



Fuente: Elaboración Propia. En base a MAPS GOOGLE

### Anexo 10: Matriz AHP - Proceso Analítico Jerárquico

#### Anexo 10.1. Matriz de comparación de criterios de método de activación de carbón activado

Criterios	Costo operativo	Impacto ambiental	Rendimiento	Periodo (demora)	Matriz Normalizada				Ponderación
Costo operativo	1	1	1,7	1	0,278	0,250	0,357	0,250	0,28
Impacto ambiental	1	1	1	1	0,278	0,250	0,214	0,250	0,25
Rendimiento	0,6	1	1	1	0,167	0,250	0,214	0,250	0,22
Periodo (demora)	1	1	1	1	0,278	0,250	0,214	0,250	0,25
<b>Total</b>	<b>3,6</b>	<b>4</b>	<b>4,67</b>	<b>4</b>					

Fuente: Elaboración Propia

#### Anexo 10.2 Evaluación de alternativas del Método de Activación por criterios

##### Criterio 1: Costo Operativo

Métodos	Proceso Físico	Proceso Químico	Matriz Normalizada		Ponderación
Proceso Físico	1	1,67	0,625	0,625	0,63
Proceso Químico	0,6	1	0,375	0,375	0,38

##### Criterio: Impacto Ambiental

Criterios	Proceso Físico	Proceso Químico	Matriz Normalizada		Ponderación
Proceso Físico	1	1,67	0,625	0,625	0,63
Proceso Químico	0,6	1	0,375	0,375	0,38

##### Criterio: Periodo

Criterios	Proceso Físico	Proceso Químico	Matriz Normalizada		Ponderación
Proceso Físico	1	3,00	0,625	1,125	0,88
Proceso Químico	0,6	1	0,375	0,375	0,38

##### Criterio: Rendimiento

Criterios	Proceso Físico	Proceso Químico	Matriz Normalizada		Ponderación
Proceso Físico	1	0,60	0,625	0,225	0,43
Proceso Químico	1,67	1	1,042	0,375	0,71

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 10.3 Matriz AHP de métodos de activación de carbón activado**

Crterios	Costo operativo	Impacto ambiental	Rendimiento	Periodo (demora)	Ponderación final
Proceso Físico	0,63	0,63	0,43	0,88	<b>1,41</b>
Proceso Químico	0,38	0,38	0,71	0,38	1,01

Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 11. Plan de producción de carbón activado en kg**

Periodo	Inv. Inicial	Producción	Inv. Total	Ventas	Inv. Final
Enero	0	61 883,7	61 883,7	49 507	12 376,7
Febrero	12 376,7	49 507	61 883,7	49 507	12 376,7
Marzo	12 376,7	49 507	61 883,7	49 507	12 376,7
Primer Trimestre	0	160 897,7		148 521	
Segundo Trimestre	12 376,7	148 520,96	160 897,7	148 521	12 376,7
Tercer Trimestre	12 376,7	148 520,96	160 897,7	148 521	12 376,7
Cuarto Trimestre	12 376,7	148 520,96	160 897,7	148 521	12 376,7
1° año – 2026	0	606 460,6		594 083,9	
2° año – 2027	12 376,7	625 252,1	637 628,8	625 252,1	12 376,7
3° año – 2028	12 376,7	656 426,4	668 803,1	656 426,4	12 376,7
4° año – 2029	12 376,7	687 594,6	699 971,3	687 594,6	12 376,7
5° año - 2030	12 376,7	718 768,95	731 145,7	718 768,95	12 376,7

Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 12: Índice de consumo por bolsa de carbón activado de 25kg**

Insumo	Unidad de compra	Índice de compra	Valor por unidad de compra (S/. /kg)
Bagazo de caña	kg	52,5	1,575
Agua	kg	22,5	0,225
Bolsa	Unidad	1	1,33
Etiqueta	Unidad	1	0,41

Fuente: Elaboración Propia.

**Anexo 13: Plan de Requerimiento de bagazo de caña 2026**

Mes	Bagazo de caña (kg)	Total (S/.)
Enero	129 955,8	3 898,7
Febrero	103 964,7	3 118,9
Marzo	103 964,7	3 118,9
Abril	207 929,3	6 237,9
Mayo	207 929,3	6 237,9
Junio	-	-

Julio	-	-
Agosto	103 964,7	3 118,9
Setiembre	103 964,7	3 118,9
Octubre	103 964,7	3 118,9
Noviembre	103 964,7	3 118,9
Diciembre	103 964,7	3 11,9
<b>Total</b>	<b>1 273 567,3</b>	<b>S/ 38 207,02</b>

Fuente: Elaboración propia.

#### Anexo 14: Indicadores de eficiencia en la producción de carbón activado

Área	Entrada	Salida	Eficiencia
Recepción de materia prima	15 660,78	30 960,1	100%
Limpieza de MP	30 960,1	30 957	100%
Secado de MP	30 957	17 335,92	50%
Molienda de MP	17 335,92	17 269,14	99,5%
Carbonización	17 269,14	6 044,2	35%
Activación	6 044,2	5 741,99	95%
Enfriamiento	5 741,99	5 741,99	100%
Molienda y tamizado	5 741,99	5 736,25	100%
Ensacado	5 736,25	5 736,25	100%
Almacenamiento	5 736,25	5 736,25	100%

Fuente: Elaboración propia

#### Anexo 15: Requerimientos de maquinaria y/o equipos para la producción de carbón activado

##### Anexo 15.1: Maquinaria y/o equipos para el proceso de carbón activado

Maquinaria	Capacidad (t/h)	Tiempo Ciclo (min/t)
Balanza de pesajes por ejes	10	6.0
Secador rotativo	7-12	5.0
Molino de impacto	4-5.5	10.9
Horno rotativo de carbonización (5t/2 h)	2.5	24.0
Horno de activación (5t/ 2 h)	2.5	24.0
Molino de martillo	3 a 8	7.5
Tamizador	5	12.0
Ensacadora y cosedora	180 a 360 sacos /h	0.2
		89.58


Fuente: Elaboración propia

### Anexo 15.2: Ficha técnica de Balanza de pesajes por ejes

Balanza de pesajes por ejes		
 		
Característica	Detalle	
Marca	Kuanyi	
Modelo	GCF-6B	
Capacidad	10 000 kg/h	
Dimensiones	Largo:	0,70 m
	Ancho:	0,43 m
	Alto:	0,11 m
Funcionamiento	Automático.	
Precio	S/ 2 656,20	
Energía	0,74kW	


Fuente: Elaboración propia. En base a Kuanyi (2022)

### Anexo 15.3: Ficha técnica de Molino de impacto

Molino de impacto		
		
Característica	Detalle	
Marca	BEDO	
Capacidad	4 000 – 5 500 kg/h	
Dimensiones	Largo:	1,3 m
	Ancho:	1,65 m
	Alto:	2,2 m
Funcionamiento	Automático. Pantalla digital con sensor de alta precisión	
Precio	S/. 35 232,50	
Energía	47.75kW	

Fuente: Elaboración Propia







### Anexo 15.4: Ficha técnica de secador Rotatorio

Secador Rotativo		
		
<b>Marca</b>	Shandong Heng Yi Kaifeng Machinery	
<b>Capacidad</b>	7 – 12 t /hr	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	15 m
	Ancho:	6 m
	Alto:	1,6 m
<b>Funcionamiento</b>	Automático. con Smart control PLC de alta	
<b>Precio</b>	S/ 164 280,06	
<b>Energía</b>	20,5kW	
<b>Incluye</b>	Alimentador de tornillo	Energía: 3kW
	Cinta transportadora	Dimensiones: 600x6m Energía 4kW

Fuente: Elaboración propia. En base a Shandong Heng Yi (2023)

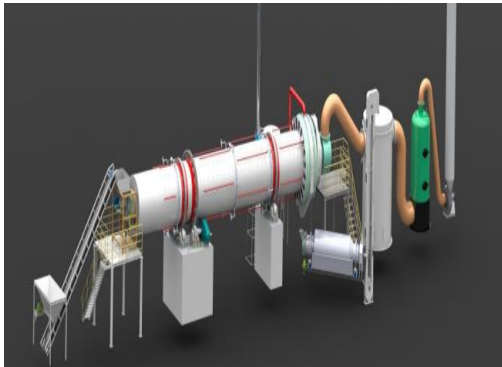






### Anexo 15.5: Ficha técnica de Sistema de Carbonización

Horno de carbonización		
		
<b>Marca</b>	Shandong Heng Yi Kaifeng Machinery	
<b>Capacidad</b>	5 000 kg /4h	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	12m
	Ancho:	2m
	Alto:	3m
<b>Funcionamiento</b>	Automático. Pantalla digital con sensor de alta precisión, control PLC	
<b>Precio</b>	S / . 906 607,80	
<b>Energía</b>	45,40kW	

<b>Incluye</b>	<b>Tolva de alimentación</b> 	Energía: 3kW
	<b>Cinta Transportadora</b> 	Energía: 3kW Dimensiones: 600-6m
	<b>Incinerador de gases de combustión</b> 	Dimensiones: 14 x 3 m x 3,5m
	<b>Máquina de enfriamiento</b> 	Dimensiones: ø 1,2m x 6m
	<b>Transportador de cangilones</b> 	Dimensiones: 36/18 x 6m
	<b>Caldera de vapor</b> 	Capacidad: 2t Energía: 3kW

Fuente: Elaboración Propia. En base a Shandong Heng Yi (2023)

### Anexo 15.6: Ficha técnica de Horno de activación

Horno de activación		
 		
<b>Marca</b>	Shandong Heng Yi Kaifeng Machinery	
<b>Capacidad</b>	5 000 kg /4h	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	15m
	Ancho:	2m
	Alto:	3m
<b>Funcionamiento</b>	Automático. Pantalla digital con sensor de alta precisión, control PLC	
<b>Precio</b>	S /. 743 960,14	
<b>Energía</b>	45,70kW	
<b>Incluye</b>	<b>Tolva de alimentación</b> 	Energía: 3kW
	<b>Cinta Transportadora</b> 	Energía: 3kW Dimensiones: 600-6m
	<b>Cámara de sedimentación de gases de combustión</b> 	Dimensiones: ø 2m x 3m
	<b>Máquina de enfriamiento</b> 	Dimensiones: ø 1,2m x 6m
	<b>Caldera de vapor</b> 	Capacidad: 2t Energía: 3kW

Fuente: Elaboración Propia. En base a Shandong Heng Yi (2023)

### Anexo 15.7: Ficha técnica de molino de martillo

<b>Molino de martillo</b>		
		
<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>	
<b>Marca</b>	SBM – PC300X400	
<b>Capacidad</b>	3 000 – 8 000 kg/h	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	2,3 m
	Ancho:	1,5 m
	Alto:	1,58m
<b>Funcionamiento</b>	Automático.	
<b>Precio</b>	S/. 30 172	
<b>Energía</b>	15 kW	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 15.8: Ficha técnica de tamizador

<b>Tamizador</b>		
		
<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>	
<b>Marca</b>	DAYONG– DY1000	
<b>Capacidad</b>	2 000 kg/h	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	0,65 m
	Ancho:	0,65 m
	Alto:	0,6m
<b>Funcionamiento</b>	Automático.	
<b>Precio</b>	S/. 16 409,30	
<b>Energía</b>	10 kW	


Fuente: Elaboración propia

### Anexo 15.9: Ficha técnica de ensacadora

Ensacadora y cosedora		
		
<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>	
<b>Marca</b>	VTOPS-DGS-50F	
<b>Capacidad</b>	180-360 sacos/h	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	3 m
	Ancho:	1,5 m
	Alto:	2,5m
<b>Funcionamiento</b>	Semiautomático.	
<b>Precio</b>	S/. 20 159,60	
<b>Energía</b>	3.5 kW	

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 15.10: Ficha técnica de Faja transportadora

Faja transportadora		
		
<b>Característica</b>	<b>Detalle</b>	
<b>Marca</b>	XINYANG	
<b>Capacidad</b>	1000 kg/h	
<b>Dimensiones</b>	Largo:	3m
	Ancho:	1,5 m
	Alto:	2,5m
<b>Funcionamiento</b>	Automático.	
<b>Precio</b>	S/. 1 915,80	
<b>Energía</b>	11 kW	

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 16: Resumen total de áreas de la planta

Área de trabajo	Superficie (m <sup>2</sup> )
Área de almacén de materia prima	157,48
Área de producción	850,15
Área de almacén de producto terminado	152,10
Área de SSHH de producción	12,04
Área de Control de Calidad	20,57
Área de oficinas administrativas	40,57
Área de SSHH de administrativos	12,04
Área de mantenimiento	21,28
Área de oficina de SST	21,94
Área de Comedor	61,57
Área de Vigilancia	7,82
<b>Área total</b>	<b>1 357,56</b>

Fuente: Elaboración Propia

### Anexo 17: Distribución de planta – SLP

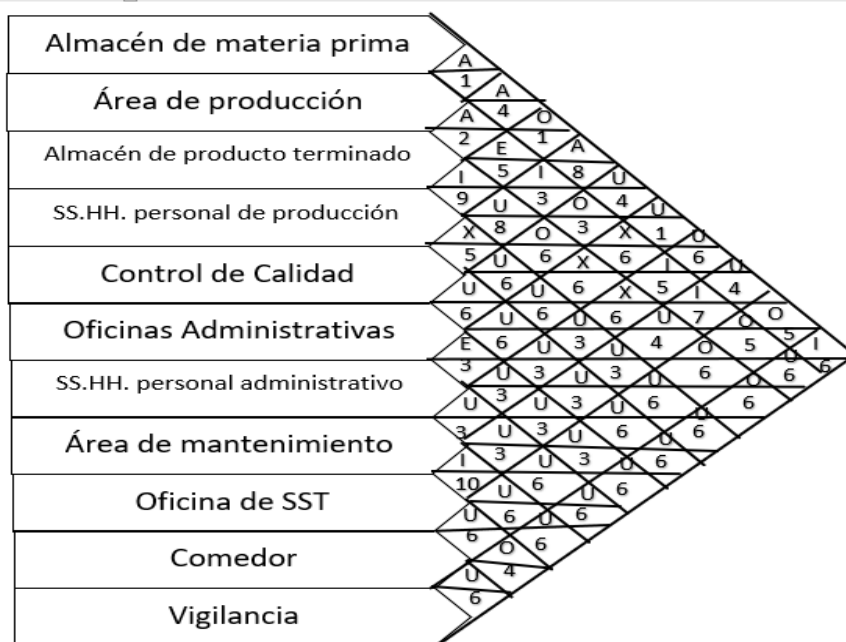
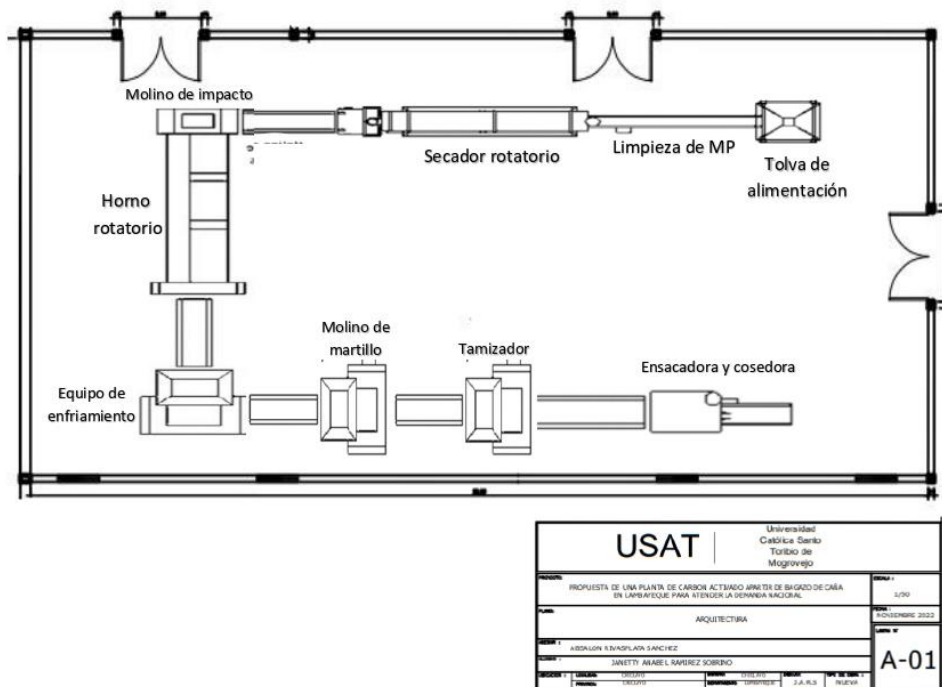


Figura 17.1: Matriz triangular SLP

Fuente: Elaboración propia





**Figura 17.4: Distribución de maquinarias en el área de producción**

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 18: Matriz IPER del área de producción de carbón activado

PUESTO N° DE TRABAJO	ACTIVIDAD	TAREA	PELIGRO	RIESGO	REQUISITO LEGAL	EVALUACION DE RIESGOS							
						PROBABILIDAD			INDICE DE EXPOSICIÓN AL RIESGO (D)	NIVEL DEL INDICE DE PROBABILIDAD + (D)	INDICE DE SEVERIDAD	RIESGO = (PROBALIDAD) X (SEVERIDAD)	NIVEL DEL RIESGO
						INDICE PERSONAS EXPUESTAS (A)	INDICE PROCEDIMIENTOS EXISTENTES (B)	INDICE CAPACITACION (C)					
Limpieza de MP	Manipulación de bagazo de caña	Postura prolongada de pie	Dolor de cintura, certicalgia, dorsalgia.	Norma Básica de Ergonomía RM 375-2008-TR / Ley 29783 Art.50 c) Art. 56.	1	2	1	2	6	2	12	M	
		Ingreso de cuerpo extraño a vista	Irritación ocular.	DS 42-FF Art. 245, Art. 257, Atr. 1275 al Art. 1282 /NTE G050-CAP 13.4	1	2	1	2	6	2	12	T	
Secado de MP	Encendido y apagado de maquina Programar el secado de MP	Manipulación de tablero eléctrico	Electrocución, Fibrilación ventricular, quemaduras.	Ley 29783/ Art.49	1	2	1	1	5	2	12	IT	
Molienda de bagazo de caña	Encendido y apagado de maquina Programar molienda de MP	Manipulación de tablero eléctrico	Electrocución, Fibrilación ventricular, quemaduras.	Ley 29783/ Art.49	1	2	1	1	5	2	12	IT	
	Recepción y acomodo de materia prima	Ingreso de cuerpos extraños en vista	Irritación ocular	DS 42-FF Art. 245, Art. 257, Atr. 1275 al Art. 1282 /NTE G050-CAP 13.4	1	2	1	2	6	2	12	T	
	Ruido generado por las máquinas	Exposición al ruido	Hipoacusia, sordera, dolores de cabeza, estrés.	DS 42-FF Art. 245, Art. 257, Atr. 1275 al Art. 1282 /NTE G050-CAP 13.4	1	2	1	1	5	2	10	M	
Carbonizado, activación	Encendido y apagado de maquina Programar el carbonizado	Manipulación de tablero eléctrico	Electrocución, Fibrilación ventricular, quemaduras.	Ley 29783/ Art.49	1	2	1	2	6	2	12	IT	
	Recepción y acomodo de materia prima	Ingreso de cuerpos extraños en vista	Irritación ocular	DS 42-FF Art. 245, Art. 257, Atr. 1275 al Art. 1282 /NTE G050-CAP 13.4	1	2	1	1	5	2	10	T	
		Caídas de distinto nivel	Golpe, fractura, esguinse.	Ley 29783/ Ley 30222/ DS 005-2012-TR/ DS 006-2014-TR/ DS42-F	1	2	1	1	5	2	10	M	
Enfriamiento de carbon activado	Encendido y apagado de maquina Programar enfriamiento de carbon	Manipulación de tablero eléctrico	Electrocución, Fibrilación ventricular, quemaduras.	Ley 29783/ Art.49	1	2	1	2	6	2	12	IT	

**Continuación de Matriz IPER del área de producción de carbón activado**

DS42-F												
Enfriamiento de carbon activado	Encendido y apagado de maquina	Manipulación de tablero eléctrico	Electrocución, Fibrilación ventricular, quemaduras.	Ley 29783/ Art.49	1	2	1	2	6	2	12	IT
	Programar enfriamiento de carbon											
Molienda y tamizado	Encendido y apagado de maquina	Manipulación de tablero eléctrico	Electrocución, Fibrilación ventricular, quemaduras.	Ley 29783/ Art.49	1	2	1	1	5	2	12	IT
	Programar el molienda y tamizado de MP											
	Verificación de producto	Inhalación de partículas respirables	Irritación en vías respiratorias, patología alérgica, intoxicación, dermatológico, neumoconiosis	Ley 29783/ Ley 30222/ DS 005-2012-TR/ DS 006-2014-TR/ DS42-F	1	2	1	1	5	2	10	IM
	Ruido generado por las máquinas	Exposición a ruido	Hipoacusia, sordera, dolores de cabeza, estrés.	DS 42-FF Art. 245, Art. 257, Atr. 1275 al Art. 1282 /NTE G050-CAP 13.4	1	2	1	1	5	2	10	IM
Empaquetado	Trasladar sacos de materia prima	Posturas forzadas	Dolor de cintura, Lumbalgia, Cervicalgia, Dorsalgia	Norma Básica de Ergonomía RM 375-2008-TR	1	2	1	1	5	2	10	M
		Posturas prolongadas de pie	Dolor de pies, dolor de cintura, contracturas	Norma Básica de Ergonomía RM 375-2008-TR / Ley 29783 Art.50 c) Art. 56.	1	2	1	1	5	2	10	M
	Descargar sacos de materia prima	Polvo producido por la descarga del producto	Ingreso de cuerpos extraños en vista originando irritación ocular, endofalmitis	Decreto Supremo 42-F Art. 853 a)	1	2	1	2	6	2	12	M
			Irritación en vías respiratorias, intoxicación, alergias.	Decreto Supremo 42-F Art. 1135 - Art. 1144	1	2	1	1	5	2	10	T
	Ruido generado por las máquinas		Exposición al ruido originando Hipoacusia, sordera, dolores de cabeza, estrés.	Decreto Supremo 42-F Art. 1283	1	2	1	1	5	2	10	M

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 19: Impacto ambiental de la propuesta

<b>Anexo 19.1: Impactos de actividades en la instalación y funcionamiento de la planta</b>			
<b>Etapa</b>	<b>Actividad</b>	<b>Aspecto Ambiental</b>	<b>Impacto ambiental</b>
Construcción de instalaciones para planta de carbón activado	Limpieza de terreno	Emisión de polvo	Alteración de calidad de aire
		Generación de ruido y vibraciones	Contaminación sonora
		Consumo de combustible por maquinaria	Emisión de gases invernadero
	Eliminación de desmonte	Remoción de capa de suelo	Generación de residuos sólidos
		Emisión de polvo	Pérdida de capa vegetal
	Transporte de material de construcción	Emisión de polvo	Alteración de calidad de aire
		Consumo de combustible por maquinaria	Emisión de gases invernadero
	Construcción de planta	Emisión de partículas	Alteración de calidad de aire
		Cambios paisajísticos	Transformación del paisaje
		Generación de vertimientos	Generación de residuos sólidos
Elaboración de carbón activado	Recepción de MP	Generación de residuos	Contaminación de suelo
		Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos energéticos
	Limpieza de MP	Emisión de partículas	Alteración de calidad de aire
		Generación de residuos	Contaminación de suelo
	Secado de MP	Generación de gases y emisiones	Alteración de calidad de aire, emisión de gases de invernadero
	Molienda de MP	Emisión de partículas	Alteración de calidad de aire
		Generación de ruido	Contaminación sonora
	Carbonizado y activado	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos energéticos
	Enfriamiento de carbón activado	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos energéticos
	Molienda y tamizado	Emisión de polvo	Alteración de calidad de aire
Generación de ruido y vibraciones		Contaminación sonora	
Actividades administrativas	Empaquetado	Generación de residuos	Contaminación de suelo
	Limpieza de oficinas	Generación de residuos	Contaminación de suelo
	Uso de laptop	Consumo de energía eléctrica	Agotamiento de recursos energéticos

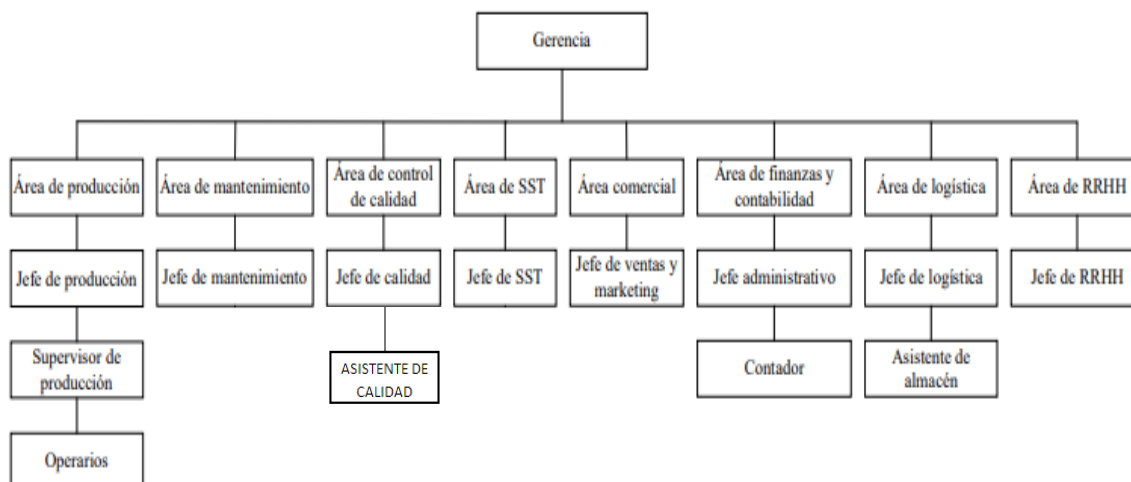
**Fuente: Elaboración propia**

**Anexo 19.2: Matriz de Leopold de planta de carbón activado**

		Magnitud: 1-10 Importancia: 1-10	ACCIONES CON POSIBLES EFECTOS														Impactos por factor	Impacto por subcomponente	Impacto por componente	Impacto total del Proyecto							
			Construcción de instalaciones				Elaboración de carbón activado								Actividades administrativas												
Componentes	Magnitud: 10 = Grande, 5 = Mediano, 1 = Pequeña	Importancia: 1 = Nada, 10 = Alta	Limpeza de terreno	Eliminación de desmonte	Transporte de material de construcción	Construcción de planta	Recepción de MP	Limpeza de MP	Secado de MP	Molienda de MP	Carbonizado y activado	Enfriamiento de carbón activado	Molienda y tamizado	Empaquetado	Limpeza de oficinas	Uso de laptop											
			ABIÓTICOS	FÍSICO	1. SUELO	Cambio en las propiedades físicas	-5	4																-20	-168	-401	670
Forma del terreno	-4	3																					-12				
Contaminación de suelo	-6	-6				-2	-6	-5	-2							-4	-2	-2						-104			
Alteración en la calidad	-4	-4				4	1	4	2	1																	
2. AIRE	Emission de gases						-9	4			-5	2													-46		
	Emission de material particulado	-5			-5	-4	2					-5	2			-5	2								-63		
	Generacion de ruido	-6			-6	-5	-5	2				-4	2			-4	-4	-5	-5						-66		
	Generacion de calor						-5	2				-2	1			-5	2								-22		
3. AGUA	Consumo de recursos												-5	-5	2			-2	2						-24		
	Calidad del agua									-4	2						-2	2							-12		
BIÓTICOS	Biológico	4. FAUNA Y FLORA	Arbustos y árboles	-3	1																		-3				
			Ahuyentamiento	-3	3																				-9		
			Diversidad	-3	1																					-3	
Socioeconómico	4. POBLACION	5. ECONOMÍA	Salud	-6	-5	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-2	-48				
			Generación de empleo	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Impacto por actividad			TOTAL	-52	15	57	-3	71	67	69	63	61	71	65	65	56	65	670					670				

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 20: Organigrama



Fuente: Elaboración propia

## Anexo 21: Mano de obra indirecta de la planta

Personal	Saldo mensual (S/.)	Cantidad de personal
Gerente general	S/ 4 300,00	1
Jefe de producción	S/ 3 200,00	1
Supervisor de producción	S/ 1 700,00	1
Jefe de mantenimiento	S/ 2 200,00	1
Jefe de calidad	S/ 3 100,00	1
Asistente de calidad	S/ 1 300,00	1
Jefe de SST	S/ 2 100,00	1
Jefe de ventas y marketing	S/ 2 100,00	1
Jefe administrativo	S/ 2 100,00	1
Contador	S/ 2 100,00	1
Jefe de logística	S/ 2 500,00	1
Jefe de RRHH	S/ 2 100,00	1
Personal de limpieza	S/ 1 025,00	2
Vigilante	S/ 1 100,00	1

Fuente: Elaboración propia

## Anexo 21.1: Requerimiento de mano de Obra Directa

Personal	Saldo mensual (S/.)	Cantidad de personal
Operarios	S/ 1 025,00	8
Chofer de montacarga	S/ 1 250,00	1

Fuente: Elaboración propia

**Anexo 22: Inversión total del proyecto**

Descripción	Inversión Total S/.	Promotor del Proyecto S/.	Socio Estratégico	Financiamiento S/.
<b>CAPITAL DE TRABAJO</b>	<b>S/ 1 030 501,67</b>	<b>S/343 500,56</b>	<b>S/343 500,56</b>	<b>S/ 343 500,56</b>
<b><u>Inversión Tangible</u></b>				
Terreno	S/ 277 650	S/277 650		
Construcciones	S/ 151 246,42			S/ 151 246,42
Infraestructura Industrial	S/ 333 065,12			S/ 333 065,12
Maquinaria	S/ 1 935 541,5			S/ 1 935 541,5
Instalación de maquinaria (3 meses x 130 dólares x3 personas)	S/ 4 329		S/ 4 329	
Equipo de producción	S/ 1 298	S/ 1 298		
Equipo de oficina	S/ 11 141	S/ 5 570,5	S/ 5 570,5	
Equipo de almacén	S/ 21 028	S/ 10 514	S/ 10 514	
Equipo de calidad	S/ 7 653,9		S/ 7 653,9	
Equipo de seguridad	S/ 10 293	S/ 5 146,5	S/ 5 146,5	
Equipo de mantenimiento	S/ 3 256		S/ 3 256	
Comedor	S/ 690		S/ 690	
Instalaciones eléctricas y sanitarias	S/ 60 150	S/ 30 075	S/ 30 075	
Transporte	S/ 115 520	S/ 80 864		S/ 34 656
<b>Total Inversión Tangible</b>	<b>S/ 2 932 861,94</b>			
<b><u>Inversión Intangible</u></b>				
Gastos pre operativos	S/ 13 867,81		S/ 13 867,81	
Estudio	S/ 5 000	S/ 5 000		
<b>Total Inversión Intangible</b>	<b>S/ 18 867,81</b>			
Imprevistos 5%	S/ 199 111,57	S/199 111,57		
<b>Inversión total</b>	<b>S/ 4 181 343</b>	<b>S/958 730</b>	<b>S/424 603</b>	<b>S/ 2 798 010</b>
<b>Porcentaje</b>	<b>100%</b>	<b>23%</b>	<b>10%</b>	<b>67%</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 23. Presupuesto de Costos de Producción (S/.)**

ITEM	AÑO 1	AÑO 2	AÑO 3	AÑO 4	AÑO 5
<b><u>Costos Directos de Producción</u></b>					
Materiales Directos	S/ 38 207,02	S/ 39 390,88	S/ 41 354,86	S/43 318,46	S/ 45 282,44
Materiales Indirectos	S/ 47 667,80	S/ 49 144,81	S/ 51 595,12	S/ 54 044,94	S/ 56 495,24
Mano de Obra Directa	S/ 282 672	S/ 282 672	S/ 282 672	S/282 672	S/282 672
<b>Total Costos Directos de Producción</b>	<b>S/ 368 546,8</b>	<b>S/ 371 207,7</b>	<b>S/ 375 621,9</b>	<b>S/380 035,4</b>	<b>S/384 449,7</b>
<b><u>Costos Indirectos de Fabricación</u></b>					
Mano de Obra Indirecta	S/ 168 516	S/ 168 516	S/ 168 516	S/ 168 516	S/ 168 516
Suministros	S/ 349 438,85	S/349 438,85	S/ 349 438,85	S/349 438,85	S/349 438,85
Transporte de Materia prima	S/ 144 000	S/144 000	S/ 144 000	S/144 000	S/144 000
<b>Total Costos Indirectos de Producción</b>	<b>S/ 661 954,85</b>	<b>S/661 954,85</b>	<b>S/661 954,85</b>	<b>S/661 954,85</b>	<b>S/661 954,85</b>
<b>Total de costos de producción</b>	<b>S/1 030 501,67</b>	<b>S/1 033 162,54</b>	<b>S/ 1 037 576,83</b>	<b>S/1 041 990,24</b>	<b>S/1 046 404,53</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 24: Gastos de comercialización (S/.)**

ITEM	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<b>Sueldo de colaboradores</b>	<b>S/ 68 856,00</b>	<b>S/ 68 856,00</b>	<b>S/ 68 856,00</b>	<b>S/ 68 856,00</b>	<b>S/ 68 856,00</b>
<b>Gastos de Marketing</b>					
Promoción	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00
Total Gastos de marketing	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00	S/ 1 440,00
<b>Gastos de Ventas</b>					
Papelería	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00
Total Gastos de ventas	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00	S/ 1 000,00
<b>Gastos de Distribución</b>					
Combustible para Transportes	S/ 4 440,00	S/ 4 440,00	S/ 4 440,00	S/ 4 440,00	S/ 4 440,00
Mantenimiento de Transportes	S/ 550,00	S/ 550,00	S/ 550,00	S/ 550,00	S/ 550,00
<b>Total gastos de distribución</b>	<b>S/ 4 990,00</b>	<b>S/ 4 990,00</b>	<b>S/ 4 990,00</b>	<b>S/ 4 990,00</b>	<b>S/ 4 990,00</b>
<b>Gastos Totales De Comercialización</b>	<b>S/ 76 286,00</b>	<b>S/ 76 286,00</b>	<b>S/ 76 286,00</b>	<b>S/ 76 286,00</b>	<b>S/ 76 286,00</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 25. Plan de pagos Interbank**

C=	S/2 798 009,60	Tasa de Interés		12,44%
		Plazo		5
Periodo	Capital	Cuota	Interés	Amortización
0	S/2 798 009,60			
1	S/2 361 408,56	S/.784 673,43	S/.348 072,39	S/.436 601,04
2	S/1 870 494,35	S/.784 673,43	S/.293 759,22	S/.490 914,21
3	S/1 318 510,42	S/.784 673,43	S/.232 689,50	S/.551 983,93
4	S/.697 859,69	S/.784 673,43	S/.164 022,70	S/.620 650,73
5	S/0,00	S/.784 673,43	S/.86 813,74	S/.697 859,69
	<b>Total</b>		<b>S/1 125 357,56</b>	<b>S/2 798 009,60</b>

Fuente: Elaboración Propia

**Anexo 26. Punto de Equilibrio**

ITEM	1 AÑO	2 AÑO	3 AÑO	4 AÑO	5 AÑO
<b>Costos de Producción</b>					
Materiales Directos	S/38 207,02	S/39 390,88	S/ 41 354,86	S/ 43 318,46	S/ 45 282,44
Materiales Indirectos	S/47 667,80	S/49 144,81	S/ 51 595,12	S/ 54 044,94	S/ 56 495,24
Mano de Obra Directa	S/ 282 672	S/ 282 672	S/282 672	S/ 282 672	S/ 282 672
Gastos generales de Fabricación	S/ 661 954,85	S/ 661 954,85	S/661 954,85	S/661 954,85	S/ 661 954,85
Costo Variable Total	S1 030 501,67	S/1 033 162,54	S/1 037 576,83	S/1 041 990,24	S/ 1 046 404,53
<b>Gastos de Operaciones</b>					
Gastos Administrativos	S/ 453 989,70	S/ 454 032,90	S/454 066,60	S/454 098,99	S/ 454 123,97
Gastos de Comercialización	S/76 286	S/76 286	S/76 286	S/76 286	S/76 286

Gastos					
Financieros	S/784 673,43	S/784 673,43	S/784 673,43	S/784 673,43	S/784 673,43
Costo Fijo Total	S/ 1 314 949,13	S/1 314 992,33	S/1 315 026,03	S/1 315 058,42	S/ 1 315 083,40
<b>COSTOS</b>					
TOTAL	S/2 345 450,80	S/2 348 154,87	S/2 352 602,86	S/2 357 048,67	S/ 2 361 487,93
<b>Ingresos Totales</b>	S/ 5 315 802,88	S/5 953 587,49	S/6 627 215,29	S/7 336 565,62	S/ 8 081 766,20
<b>Punto de Equilibrio (Económico)</b>	<b>1 631 159,64</b>	<b>1 591 106,86</b>	<b>1 559 127,78</b>	<b>1 532 750,32</b>	<b>1 510 682,33</b>
<b>Punto de Equilibrio (kg)</b>	<b>182 295</b>	<b>110 298</b>	<b>119 646</b>	<b>108 681</b>	<b>103 229</b>
<b>Fuente: Elaboración Propia</b>					

**Anexo 27. Flujo de caja de proyecto (S/.)**

Items	0 Año	1 Año	2 Año	3 Año	4 Año	5 Año
<b>Inversión</b>						
Capital Social	S/.1 383 333,39					
Préstamo	S/. 2 798 009,60					
<b>Total Inversión</b>	<b>S/. 4 181 342,99</b>					
<b>INGRESOS</b>						
Ventas		S/. 5 315 802,88	S/. 5 953 587,49	S/. 6 627 215,29	S/. 7 336 565,62	S/. 8 081 766,20
<b>TOTAL INGRESOS</b>		<b>S/. 5 315 802,88</b>	<b>S/. 5 953 587,49</b>	<b>S/. 6 627 215,29</b>	<b>S/. 7 336 565,62</b>	<b>S/. 8 081 766,20</b>
<b>EGRESOS</b>						
Costos de Producción		S/. 1 030 501,67	S/.1 033 162,54	S/. 1 037 576,83	S/.1 041 990,24	S/.1 046 404,53
Gastos administrativos		S/. 453 989,70	S/. 454 032,90	S/.454 066,60	S/.454 098,99	S/. 454 123,97
Gastos de comercialización		S/.76 286	S/.76 286	S/.76 286	S/.76 286	S/.76 286
Gastos financieros		S/. 784 673,43	S/. 784 673,43	S/. 784 673,43	S/. 784 673,43	S/. 784 673,43
<b>TOTAL EGRESOS</b>		<b>S/.2 345 450,80</b>	<b>S/. 2 348 154,87</b>	<b>S/. 2 352 602,86</b>	<b>S/. 2 357 048,67</b>	<b>S/. 2 361 487,93</b>
<b>SALDO BRUTO (antes de impuestos)</b>		<b>S/. 2 970 352,08</b>	<b>S/. 3 605 432,62</b>	<b>S/. 4 274 612,44</b>	<b>S/. 4 979 516,96</b>	<b>S/. 5 720 278,27</b>
Impuesto a la Renta 30%		S/. 891 105,62	S/. 1 081 629,79	S/.1 282 383,73	S/. 1 493 855,09	S/. 1 716 083,48
<b>SALDO (después de Impuestos)</b>		<b>S/. 2 079 246,46</b>	<b>S/. 2 523 802,84</b>	<b>S/. 2 992 228,71</b>	<b>S/. 3 485 661,87</b>	<b>S/. 4 004 194,79</b>
Depreciación		S/.248 978,59	S/. 248 978,59	S/.248 978,59	S/.248 978,59	S/. 248 978,59
<b>SALDO FINAL (Déficit/Superávit)</b>	<b>S/. -4 181 342,99</b>	<b>S/. 2 328 225,04</b>	<b>S/. 2 772 781,42</b>	<b>S/. 3 241 207,29</b>	<b>S/. 3 734 640,46</b>	<b>S/. 4 253 173,37</b>
<b>UTILIDAD ACUMULADA</b>	<b>S/. -4 181 342,99</b>	<b>S/. -1 853 117,95</b>	<b>S/. 919 663,47</b>	<b>S/. 4 160 870,76</b>	<b>S/. 7 895 511,22</b>	<b>S/. 12 148 684,59</b>
<b>CORRIENTE DE LIQUIDEZ</b>						
<b>NETA</b>	<b>-4 181 342,99</b>	<b>2 328 225,04</b>	<b>2 772 781,42</b>	<b>3 241 207,29</b>	<b>3 734 640,46</b>	<b>4 253 173,37</b>
<b>Valor actualizado neto (VAN)</b>	<b>S/. 5 105 467,58</b>					
<b>Tasa Interna de Retorno (TIR)</b>	<b>62%</b>					
<b>TMAR</b>	<b>19,8%</b>					
<b>PRI</b>	<b>2,027455701</b>					
<b>B/C</b>	<b>1,33848342</b>					

Fuente: Elaboración propia

### Anexo 28 Análisis de sensibilidad con respecto al VAN

**Tabla 28.1: Análisis De Sensibilidad De Precio**

	<b>Año-0</b>	<b>Año-1</b>	<b>Año-2</b>	<b>Año-3</b>	<b>Año-4</b>	<b>Año-5</b>				
<b>INGRESOS</b>		<b>5 315 802,88</b>	<b>5 953 587,49</b>	<b>6 627 215,29</b>	<b>7 336 565,62</b>	<b>8 081 766,20</b>				
<b>55.0%</b>		2 392 111,30	2 679 114,37	2 982 246,88	3 301 454,53	3 636 794,79				
<b>70.0%</b>		1 594 740,86	1 786 076,25	1 988 164,59	2 200 969,69	2 424 529,86				
<b>90.0%</b>		531 580,29	595 358,75	662 721,53	733 656,56	808 176,62				
<b>EGRESOS</b>		<b>2 352 880,80</b>	<b>2 355 584,87</b>	<b>2 360 032,86</b>	<b>2 364 478,67</b>	<b>2 368 917,93</b>				
<b>SALDO</b>		<b>2 962 922,08</b>	<b>3 598 002,62</b>	<b>4 267 182,44</b>	<b>4 972 086,96</b>	<b>5 712 848,27</b>				
SALDO 1		39 230,49	323 529,50	622 214,03	936 975,86	1 267 876,86				
SALDO 2		-758 139,94	-569 508,62	-371 868,27	-163 508,98	55 611,93				
SALDO 3		-1 821 300,51	-1 760 226,12	-1 697 311,33	-1 630 822,10	-1 560 741,31				
IMPUESTOS 1	S/.	11 769,15	S/.	97 058,85	S/.	186 664,21	S/.	281 092,76	S/.	380 363,06
IMPUESTOS 2	S/.	-	S/.	-	S/.	-	S/.	-	S/.	16 683,58
IMPUESTOS 3	S/.	-	S/.	-	S/.	-	S/.	-	S/.	-
DEPRECIACION		248 978,59	248 978,59	248 978,59	248 978,59	248 978,59				
<b>FLUJO NETO EFECT.</b>	<b>-4 181 342,99</b>	<b>2 328 225,04</b>	<b>2 772 781,42</b>	<b>3 241 207,29</b>	<b>3 734 640,46</b>	<b>4 253 173,37</b>				
FNE 1	-4 181 342,99	276 439,93	475 449,24	684 528,40	904 861,69	1 136 492,39				
FNE 2	-4 181 342,99	-509 161,35	-320 530,04	-122 889,68	85 469,61	287 906,94				
FNE 3	-4 181 342,99	-1 572 321,93	-1 511 247,54	-1 448 332,74	-1 381 843,52	-1 311 762,72				

**Fuente: Elaboración propia**

**Tabla 28.2: Análisis De Sensibilidad De Materia prima**

	<b>Año-0</b>	<b>Año-1</b>	<b>Año-2</b>	<b>Año-3</b>	<b>Año-4</b>	<b>Año-5</b>
<b>INGRESOS</b>		<b>5 315 802,88</b>	<b>5 953 587,49</b>	<b>6 627 215,29</b>	<b>7 336 565,62</b>	<b>8 081 766,20</b>
350%		171 931,58	177 258 96	186 096,88	194 933,07	203 771
400%		191 035,09	196 954 40	206 774,32	216 592,30	226 412,22
450%		210 138,60	216 649 84	227 451,75	238 251,53	249 053,44
<b>MAT. DIREC</b>		<b>38 207,02</b>	<b>39 390,88</b>	<b>41 354,86</b>	<b>43 318,46</b>	<b>45 282,44</b>
OTROS COSTOS PROD		992 294,65	993 771,66	996 221,96	998 671,78	1 001 122,09
GASTOS DE OPERACIÓN		1 322 379,13	1 322 422,33	1 322 456,03	1 322 488,42	1 322 513,40
DEPRECIACION		248 978,59	248 978,59	248 978,59	248 978,59	248 978 59
EGRESOS 1		2 735 583,95	2 742 431,53	2 753 753,46	2 765 071,86	2 776 385,07
EGRESOS 2		2 754 687,46	2 762 126,97	2 774 430,89	2 786 731,09	2 799 026,29
EGRESOS 3		2 773 790,97	2 781 822,41	2 795 108,33	2 808 390,32	2 821 667,51
<b>EGRESOS</b>		<b>2 352 880,80</b>	<b>2 355 584,87</b>	<b>2 360 032,86</b>	<b>2 364 478,67</b>	<b>2 368 917,93</b>
<b>SALDO</b>		<b>2 962 922,08</b>	<b>3 598 002,62</b>	<b>4 267 182,44</b>	<b>4 972 086,96</b>	<b>5 712 848,27</b>
SALDO 1		2 580 218,93	3 211 155,96	3 873 461,83	4 571 493,76	5 305 381,13
SALDO 2		2 561 115,42	3 191 460,52	3 852 784,40	4 549 834,53	5 282 739,91
SALDO 3		2 542 011,91	3 171 765,08	3 832 106,97	4 528 175,30	5 260 098,68
IMPUESTOS 1		0,00	0,00	1 162 038,55	1 371 448,13	1 591 614,34
IMPUESTOS 2		0,00	0,00	1 155 835,32	1 364 950,36	1 584 821,97
IMPUESTOS 3		0,00	0,00	1 149 632,09	1 358 452,59	1 578 029,61
DEPRECIACION		248 978,59	248 978,59	248 978,59	248 978,59	248 978,59
FNE 1	-1 455 757,63	2 829 197,52	3 460 134,55	2 960 401,87	3 449 024,22	3 962 745,38
FNE 2	-1 455 757,63	2 810 094,01	3 440 439,11	2 945 927,66	3 433 862,76	3 946 896,52
FNE 3	-1 455 757,63	2 790 990,50	3 420 743,67	2 931 453,46	3 418 701,30	3 931 047,67
<b>FLUJO NETO EFECT.</b>	<b>-1 455 757,63</b>	<b>2 328 225,04</b>	<b>2 772 781,42</b>	<b>3 241 207,29</b>	<b>3 734 640,46</b>	<b>4 253 173,37</b>

Fuente: Elaboración propia