

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



**Diseño de una planta productora de tableros de partículas a partir de
residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz**

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

AUTOR

Yerson Brenis Leon Carranza

ASESOR

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

<https://orcid.org/0000-0002-6066-6299>

Chiclayo, 2023

**Diseño de una planta productora de tableros de partículas a partir
de residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz**

PRESENTADA POR

Yerson Brenis Leon Carranza

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

INGENIERO INDUSTRIAL

APROBADA POR

Joselito Sánchez Pérez

PRESIDENTE

Edward Florencio Aurora Vigo

SECRETARIO

Maximiliano Rodolfo Arroyo Ulloa

VOCAL

Dedicatoria

A Dios por estar siempre en mi vida y por darme fuerzas y la voluntad para lograr mis objetivos.

A mis padres por su amor y su constante apoyo para conseguir mis metas y llegar a ser una persona correcta.

Agradecimientos

A mis padres por siempre apoyarme en mi formación profesional e incentivarme cada día a mejorar el desarrollo del presente artículo.

A mi asesor Dr. Maximiliano Arroyo, por aconsejarme y brindarme su constante apoyo durante el desarrollo de mi tesis.

Diseño de una planta productora de tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz

INFORME DE ORIGINALIDAD

17 %	17 %	4 %	7 %
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3 %
2	tesis.usat.edu.pe Fuente de Internet	2 %
3	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	1 %
4	repositorio.usil.edu.pe Fuente de Internet	1 %
5	Submitted to Universidad Católica San Pablo Trabajo del estudiante	1 %
6	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
7	tesis.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
8	1library.co Fuente de Internet	<1 %
9	repositorio.ulima.edu.pe Fuente de Internet	

Índice

Resumen	6
Abstract	7
Introducción	8
Revisión de la literatura.....	10
Materiales y métodos	15
Resultados y discusión	17
Conclusiones	35
Recomendaciones.....	36
Referencias	37
Anexos.....	44

Resumen

La gestión de los residuos plásticos en la región Lambayeque en su mayoría, se depositan en los distintos botaderos, generando daños ambientales, económicos y sociales. Por ello, el presente proyecto tiene como objetivo general diseñar una planta productora de tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz. La metodología del presente estudio inició con el diagnóstico actual de los residuos plásticos, bambú y cascarilla de arroz, luego se realizó el estudio de mercado de los tableros de partículas para determinar la demanda del proyecto, también, se elaboró la propuesta de un diseño de planta para producir tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz donde se utilizaron diversos métodos de ingeniería, por último se evaluó un estudio económico financiero para determinar rentabilidad del proyecto. Como resultados existe 979,57 t de residuos plásticos acopiados, además existe suficiente disponibilidad del bambú y cascarilla de arroz, en cuanto al mercado se estableció iniciar con el 2 % al 4 % de la demanda insatisfecha siendo, 455 911 planchas, también, se determinó que la ubicación óptima es el distrito de Pomalca, además cuenta con una capacidad utilizada de 62,53 % para el primer año, y, se determinó el área total de la fábrica de 2 558,24 m², finalmente en el estudio económico financiero se obtuvo un VAN de S/. 618 222,47 y un TIR de 35,26 %, siendo mayor al TMAR de 10,90 %.

Palabras clave: Tableros de partículas, residuos orgánicos e inorgánicos, estudios de viabilidad.

Abstract

The management of plastic waste in the Lambayeque region is mostly deposited in different dumps, generating environmental, economic and social damage. Therefore, the general objective of this project is to design a plant to produce particle board from plastic waste with bamboo or rice husks. The methodology of this study began with the current diagnosis of plastic waste, bamboo and rice husk, then a market study of particle boards was carried out to determine the demand for the project, also, a plant design proposal was elaborated to produce particle boards from plastic waste with bamboo or rice husk where different engineering methods were used, finally an economic and financial study was evaluated to determine the profitability of the project. As results there are 979,57 t of plastic waste collected, there is also sufficient availability of bamboo and rice husk, as for the market it was established to start with 2 % to 4 % of the unsatisfied demand being 455 911 plates, also, it was determined that the optimal location is the district of Pomalca, also has a capacity utilization of 62,53 % for the first year, and, the total area of the factory was determined to be 2 558,24 m², finally in the economic financial study was obtained an NPV of S/. 618 222,47 and an IRR of 35,26 %, which is higher than the AARR of 10,90 %.

Keyword: Particleboard, organic and inorganic waste, feasibility studies.

Introducción

La contaminación ambiental está creciendo aceleradamente, siendo los residuos plásticos uno de las principales materiales enemigos del medio ambiente, según la Organización de las Naciones Unidas (ONU) [1] en el año 2050, tendrá cerca de 12 mil millones de toneladas de residuos plásticos ocasionando alteraciones al medio ambiente, entorno económico y afectación de la salud humana que trae consigo un peligro para la vida en la tierra, además el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) [2] informó que cada año el mundo produce cerca de 300 millones de toneladas de material plástico y solo el 14 % es reciclado, como resultado, de toda la producción de plásticos en la historia solo se ha reciclado el 9 %.

En el Perú, las políticas contra la contaminación ambiental y la gestión de los residuos plásticos no están dando resultados favorables para la conservación del medio ambiente, Según el Ministerio del Ambiente (MINAN) [3] [4] señala que la generación residuos plásticos representa el 10 % del total de residuos sólidos, además solo se recicla el 4 % de las 900 mil toneladas de plásticos al año que en su mayoría terminan en rellenos sanitarios y basureros.

Según Correa [5] menciona que en la zona urbana de la provincia de Chiclayo existen cerca de 39 puntos críticos de acumulación de residuos sólidos, además, el estudio de caracterización realizado en la provincia de Chiclayo [6] identificó que el 52 % son residuos orgánicos (residuos de alimento, etc.), el 21 % son residuos inorgánicos reaprovechables (plástico, vidrio, etc.) y la diferencia son los residuos no reaprovechables (pilas, residuos sanitarios) que en su mayoría son depositados en el botadero de Reque ubicado en la provincia de Chiclayo.

En la investigación de García *et al.* [7], en su Informe Defensorial N° 181, menciona que el 97 % de municipalidades lambayecanas disponen todo o parte de los residuos recolectados en botaderos ocupando el tercer lugar a nivel nacional. Además, el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) – municipal [8], indica que, en el año 2022, la provincia de Chiclayo generó 15 173,7 toneladas de residuos plásticos.

Por esta razón, Orihuela [9, p. 59], en su investigación concluye que la región Lambayeque representa el 53,01 % de eficiencia lo que evidencia que las municipalidades locales enfrentan dicho problema con una deficiente gestión. A pesar de existir diversos proyectos para gestionar los residuos plásticos se evidencia la falta de ejecución para aprovecharlos, perdiendo así, la oportunidad de generar valor agregado y a su vez reducir la contaminación ambiental.

La unión de los residuos plásticos con los recursos orgánicos presenta un buen rendimiento en sus propiedades mecánicas, uno de ellos es la cascarilla de arroz, como sostienen en la investigación de Ortiz y Osorio [10] demostraron tener propiedades mecánicas excelentes,

además el Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) [11] indicó que en el 2020, Lambayeque generó 247 781,5 toneladas de arroz pilado, de las cuales el 20 % (49 556,3 toneladas) representa solo la cascarilla de arroz.

Del mismo modo, existe otro recurso orgánico como es el bambú, según las investigaciones de Hasan *et al.* [12] sus propiedades físicas y mecánicas, permiten transformar la fibra de bambú como refuerzo para los termoplásticos, por otro lado, Campos [13] menciona que la producción de bambú se utiliza en el sector construcción, muebles, utensilios de cocina y en artesanía. Además, Forestal Maderero [14] expresa que la planta de bambú es una herramienta primordial en la construcción tradicional, la principal diferencia es el rápido crecimiento con respecto a los árboles tradicionales, ya que en Lambayeque no hay producción de bambú, El gobierno regional de Piura [15] siendo un departamento cercano, indicó que su producción superó las 600 000 unidades en el 2019, siendo el segundo mayor productor a nivel nacional.

Por ello, se vio la necesidad de diseñar una fábrica en Lambayeque que permita producir dos tipos de tableros de partículas, el primer tablero a partir de residuos plásticos con bambú y el segundo con residuos plásticos y cascarilla de arroz, por otra parte, también se encontró una necesidad en el mercado nacional que según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) [16], menciona que los tableros, son el segundo producto maderero que más se demanda en el mercado peruano con un total de S/. 172 026 193 debido a su escasa producción nacional de tableros, son considerados un producto dependiente de las importaciones, por consiguiente, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR), indica que, en el 2022, el Perú importó cerca de 173 355 toneladas de tableros de partículas, 72,71 % más con respecto al año 2018. Por lo tanto, la presente investigación se planteó la siguiente pregunta: ¿Cuál es la viabilidad de diseñar una planta productora de tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz?

Como objetivo general de la investigación es diseñar una planta productora de tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz, teniendo como objetivos específicos diagnosticar la situación actual de los residuos plásticos y cascarilla de arroz en la provincia de Chiclayo y bambú en la zonas aledañas, determinar el mercado potencial de los tableros de partículas, elaborar la propuesta de un diseño de planta para producir tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz y evaluar el estudio económico financiero para el diseño de una planta productora de tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz.

El desarrollo de esta investigación busca proporcionar valor agregado a los residuos plásticos como la matriz principal y la cascarilla de arroz o bambú como refuerzos para fabricar tableros

de partículas y así incrementar oportunidades a las empresas para el ingreso a nuevos mercados inclinadas al desarrollo sostenible generando condiciones atractivas para la inversión.

Revisión de la literatura

Termoplástico reciclado

Tupia *et al.* [17] mencionan que el termoplástico reciclado es capaz de fundirse y moldearse más de una vez, por lo que el reciclaje de plásticos puede ser usado como material constructivo, por otra parte, CamBioTec [18, p. 4] en su investigación, “Tendencias tecnológicas del sector plástico”, señala características como, duros, suaves, opacos, transparentes, traslúcidos, rígidos, flexibles, permeables e impermeables y en todas sus presentaciones son ligeros, atóxicos, higiénicos y reciclables. Además, la asociación EcoPlas [19, p. 2] menciona detalladamente las aplicaciones típicas y los usos después de su reciclaje de las cuales una de ellas es la transformación en madera plástica, además se podrá ver detalladamente las características de los tipos de termoplásticos y sus aplicaciones en el reciclaje (ver anexo 1).

Características del bambú

Móstiga *et al.* [20] determinaron que el bambú (*Guadua angustifolia*) en su mayoría habita en bosques tropicales húmedos y secos de baja y mediana elevación, considerada una planta multiusos por su importancia ecológica y económica ya que puede reemplazar a la madera debido a rápido crecimiento y a sus culmos lignificados.

En la investigación de Carpio y Vásquez [21] muestran las propiedades físico-mecánicas del bambú por edades, para el bambú de 4 años presenta una humedad de 15,5 %, tracción de 18 MPa y una flexión de 6 MPa, y para la muestra de 5 años presenta una humedad de 14,3 %, tracción de 19 MPa y una flexión de 9 MPa siendo parámetros que cumple con las especificaciones técnicas del Reglamento Nacional de Edificaciones, en la norma E.100.

Cascarilla de Arroz

Prada y Cortés [22] indican que la cascarilla de arroz es un residuo procedente del proceso de descascarado, además, Pérez [23] menciona que las principales propiedades de la cascarilla de arroz es el contenido de humedad con un 10,20 % y un 72 % en absorción, además el peso unitario seco compactado representa un 134 kg/m³.

Tablero de partículas

El Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España (CSCAE) [24] argumentaron que son compuestos de partículas de madera y/o de otros materiales lignocelulósicos aglomerados entre sí mediante un adhesivo, bajo condiciones adecuadas de presión, temperatura y otros.

Procesos de fabricación de tableros de partículas según Norma Técnica Peruana NTP 251.100

- Prensado plano

Es aquel donde la presión, se aplica perpendicular a la superficie del tablero y las partículas se orientan principalmente con su mayor dimensión paralela al plano.

- Prensado por extrusión

Es aquel donde la presión se aplica paralela a la superficie del tablero y las partículas se orientan principalmente con su mayor dimensión perpendicular al plano.

Uso de los tableros de partículas según Norma Técnica Peruana NTP 251.100

- Interiores

Se utilizan adhesivos no resistentes a la alta humedad generalmente a base de urea formaldehído, por lo que debe usarse en productos que no estén en contacto con el agua.

- Exteriores

Se fabrican con adhesivos resistentes a condiciones de alta humedad (fenol formaldehído, melamínico, disocianato, entre otros).

Estudio de mercado

Baca [25] menciona que el estudio de mercado determina y cuantifica la demanda y oferta, el análisis de precios y el estudio de la comercialización, con el objetivo de saber si es viable penetrar un producto a un determinado mercado.

Estudio técnico

Este análisis presenta la localización óptima de planta, el tamaño óptimo de planta, la ingeniería del proyecto y el análisis organizacional de la empresa, proponiendo diferentes opciones tecnológicas para producir bienes o servicios y así determinar su viabilidad técnica.

Localización de planta

Según Díaz y Noriega [26] la localización de una planta industrial se refiere a la ubicación geográfica de tal forma que logre la competitividad para reducir sus costos de producción.

Método de ponderación de factores

Según Díaz y Noriega [26] es una técnica que evalúa los factores de localización de plantas industriales, donde se busca relacionarlos para lograr el factor más importante para el estudio.

Distribución en planta

López [27] describe como la ubicación física de los elementos que constituyen una planta comprendiendo los espacios necesarios para realizar las actividades que contribuyen en el proceso productivo que tengan lugar en dicha instalación. Además, puede aplicarse en una instalación ya existente o en una en proyección.

Método Guerchet

Cuatrecasas [28] indica que es un método para calcular las áreas físicas que se necesitan en una planta, para su desarrollo, primero se debe hallar el número y dimensiones de máquinas, operarios y equipos.

Viabilidad económica – financiero

Según Baca [25] este estudio busca clasificar la información contable de una empresa, que posteriormente se evaluará a través de indicadores que toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo, para así determinar la rentabilidad de una empresa.

A continuación, se muestran los antecedentes que permitirán desarrollar la presente investigación.

Radzi *et al.* [29] En su investigación “Bamboo-Fiber-Reinforced Thermoset and Thermoplastic Polymer Composites: A Review of Properties, Fabrication, and Potential Applications”. El uso desmedido de los plásticos se ha convertido en un gran problema ambiental por ello se tiene como objetivo centrarse en las tendencias de las propiedades físicas, mecánicas y térmicas de los polímeros termoestables y termoplásticos reforzados con fibra de bambú. Para la realización de este estudio recopiló y analizó las diversas investigaciones sobre compuestos termoplásticos reforzados con bambú, donde estudió los efectos de la absorción de agua y las propiedades mecánicas de compuestos PF reforzados con fibra de bambú para exteriores con diferentes concentraciones (10 % – 25 % en peso). El método utilizado en este experimento está impregnado de PF con diferentes concentraciones en fibra de bambú durante 4 a 8 minutos y secado a temperatura ambiente. Luego, el bambú se somete a un proceso de prensado en caliente a una temperatura de 150 °C durante 0,5 min a una presión de 3,5 MPa – 7 MPa, respectivamente. El resultado de la prueba mecánica (flexión y compresión) muestra un mayor rendimiento al aumentar la matriz a una concentración de 10 % a 20 % en peso. Se concluyó que los materiales naturales, especialmente el bambú, tienen el potencial de usarse como material de refuerzo en la matriz polimérica.

Ortiz y Osorio [10] en su investigación “Estudio del comportamiento mecánico de un material compuesto con matriz de polipropileno al añadir partículas de cascarilla de *Oryza sativa* (arroz)”. La gran demanda del arroz tuvo como consecuencia la generación de residuos como la cascarilla, siendo un gran problema debido a sus propiedades que le dificultan biodegradarse lo cual generó impactos negativos en el medio ambiente. El objetivo de esta investigación fue estudiar el comportamiento mecánico compuesto de polipropileno y cascarilla de arroz. La metodología que se empleó consta de 2 etapas, la fabricación del compuesto; donde se realizó la mezcla artesanal basada en el proceso del termoformado que inició con tratamiento

de secado, triturado y tamizado a 250 μm , 150 μm y 106 μm , luego pasaron por el moldeo por compresión a una fuerza de 40 kgf/cm^2 y a una temperatura de 168 $^{\circ}\text{C}$ y un tiempo de enfriamiento de 30 minutos, teniendo el material terminado pasaron a las pruebas de ensayo bajo las normas ASTM. Los resultados se realizaron en un software estadístico que indicó que los ensayos de tracción presentaron una resistencia aceptable. Finalmente se concluyó que la composición con un 10 % en peso de refuerzo y un tamaño de partícula de 150 μm , presentó mejores propiedades de tracción como de flexión.

Pérez *et al.* [30] en la investigación “Numerical/ experimental analysis of the mechanical properties of the matrix compound reinforced polyester with rice knock” sostuvieron que la manera adecuada en que el ambiente perdure es a través del manejo de materiales renovables no tóxicos y biodegradables. El objetivo fue definir un material compuesto reutilizando la fibra de la cascarilla de arroz como soporte en una matriz de resina poliéster, para una probable utilización en la construcción. Por ello, para la metodología se elaboró un molde acero ASTM A-36 para fabricar probetas de material compuesto para pruebas mecánicas de tracción, flexión e impacto en relación con las normas ASTM D3039-08. Por consiguiente, para la adquisición de las probetas, se empleó la estratificación manual y por compresión. Finalmente, para la prueba de tracción, Se usó 6 probetas en base al tipo de estratificación. Como resultado final, se demostró que el material compuesto: Tipo B (cortes longitudinales) - Compresión - 17 % de CA + 83 % RP (resina poliéster), obtuvo una resistencia máxima a la tracción que presenta el impulso máximo de los materiales compuestos en base a la fracción volumétrica de fibra y con relación a la flexión un rango del 60 % al 72 %. En conclusión, los resultados de la prueba de Tracción, en los últimos datos del ensayo de flexión, este material planteado es óptimo en poco más del 50 % y algo sobresaliente frente a la capacidad energética de impacto.

Yamin *et al.* [31] en su investigación “A preliminary study of the low density particle boards quality using rice husks and oil palm empty fruit bunch with plastic waste adhesive” la cascarilla de arroz es el residuo con mayor producción del sector agroindustrial, que al ser incinerados generan una gran contaminación. Por esta razón, el objetivo fue fabricar tableros aglomerados para dar a fin el problema ambiental generados en las industrias molineras de arroz. Se realizó una comparación entre tableros de partículas a base de cascarilla de arroz y palma aceitera, el proceso de fabricación inició con el prensado en caliente en una prensa hidráulica, a una temperatura de 175 $^{\circ}\text{C}$ y presión de 30 kg/cm^2 durante un periodo de 7 minutos se enfriaron y acondicionaron en condiciones ambientales durante 4 días, luego se realizaron las pruebas física mecánicas, como resultado ambos productos cumplen con el contenido de húmedas inferior al 14 %, en el espesor, el tablero con cascarilla de arroz cumple con los

parámetros mínimos 5,5 %, finalmente se concluyó que los tableros de cascarilla de arroz no cumplen con los requisitos para ser utilizados en la construcción para techos, sin embargo si se pueden usar para uso general.

Hasan *et al.* [12] en su investigación “Sustainable bamboo fiber reinforced polymeric composites for structural applications: A mini review of recent advances and future prospects”, los compuestos poliméricos reforzados con fibra de bambú tienen propiedades mecánicas y físicas excelentes, Por lo cual, su objetivo fue describir los diferentes métodos de producción. Para la metodología, recolectaron la parte sobrante de las cañas (apical), luego, el proceso inició con la trituración de la caña para obtener fibra, seguidamente, pasó por un tratamiento químico que mejora su durabilidad y resistencia de tracción a 79 MPa, finalmente inicia la preparación del polímero reforzado con fibra de bambú que consiste en someter la combinación de calor y presión para generar el material compuesto. Como resultado, los termoplásticos reforzados con fibras de bambú muestran una resistencia a la atracción de 22 MPa a 68 MPa siendo el polipropileno y polietileno los mejores materiales que tienen propiedades mecánicas excepcionales. En conclusión, los compuestos poliméricos reforzados con fibra de bambú tienen un alto potencial de ser sostenibles a comparación de los materiales convencionales.

Mamani y Volz [32] en su investigación “Estudio de pre - factibilidad para una planta de tableros aglomerados a base de cascarilla de arroz, Arequipa, 2021”. El crecimiento de la industria arrocera ha provocado el aumento de la contaminación por la cascarilla de arroz ya que este residuo era mayormente quemado o desechado. El objetivo de esta investigación fue realizar un estudio de prefactibilidad para una planta productora de tableros aglomerados a partir de la cascarilla de arroz. La metodología inició con estudio de mercado donde se describió el producto, y se determinó la oferta y demanda, además analizaron los precios y establecieron las rutas de comercialización. Seguidamente, se realizó el estudio técnico que consistió en determinar la localización óptima de la planta, luego se calculó el tamaño óptimo de la planta para definir su proceso y seleccionar la maquinaria y mano de obra necesaria, luego se analizó el estudio económico financiero, donde se determinó los ingresos, inversiones, capital de trabajo para poder hallar el punto de equilibrio. Los resultados obtenidos tienen una viabilidad favorable en cuanto a la demanda potencial, en la viabilidad ingenieril llegaron a la conclusión de ubicar la planta cerca al área de influencia de la demanda, además se obtuvo un área de 2 230 m² para la planta con una capacidad de producción de 307 mil tableros/año. En el estudio financiero se obtuvo un Van de 4 494 734 S/. y un Tir del 33 %. Finalmente se concluye que el estudio de factibilidad para instalar una planta de tableros es viable.

Materiales y métodos

Para diagnosticar la situación actual de los residuos plásticos, bambú y cascarilla de arroz primero se investigó en las páginas web de la municipalidad provincial de Chiclayo y del Ministerio del Ambiente donde se recolectó datos secundarios de la generación de los residuos sólidos y la composición de los residuos plásticos, para así hallar la cantidad de residuos plásticos generados en el periodo 2018 - 2022, además, se consultó en el registro de empresas operadoras de residuos sólidos del Ministerio del Ambiente y bibliografías, los centros acopio formales e informales y la capacidad de recolección de estas, además se identificó los impactos ambientales y se elaboró la matriz de Leopold de la generación de los residuos plásticos, en segundo lugar se obtuvo información del bambú en los reportes del Serfor Piura, y se realizó fichas de registro abarcando su producción de bambú, por último, se tomó datos del IV censo nacional del arroz elaborada por el ministerio de agricultura, luego se consultó en la bibliografía, la composición del arroz para determinar el peso de la cascarilla y así conocer la cantidad generada de cascarilla de arroz, además se buscó información de los diferentes usos en que se aprovecha la cascarilla de arroz.

Para el segundo objetivo, se determinó el mercado potencial de los tableros de partículas que tomó como guía el estudio de mercado propuesto por Baca [25] y Sapag [33]. Primero se elaboró una descripción de las características del producto y productos similares con el fin de definir el producto de estudio. Luego, se realizó un análisis de los factores de la zona de influencia del proyecto en donde se definió el mercado de las empresas dedicadas a la construcción, ferretería y mejoramiento del hogar a nivel geográfico y/o demográfico. Después, el análisis de la demanda se inició determinando su situación actual, también se tomó en cuenta la demanda histórica del periodo 2018 - 2022, además, no se consideró el análisis de la oferta ya que no existe datos que puedan determinarla, por ello se tomó las importaciones menos las exportaciones como la demanda insatisfecha y luego utilizó el método de regresión lineal y así conocer su proyección, estos resultados permitieron definir la demanda real del proyecto en la que se tomó un porcentaje de participación del mercado según indica Quintero *et al.* [34]. Para el análisis de los precios, se halló su evolución histórica del periodo 2018 – 2022, que presentó una tendencia variable horizontal, por ello se utilizó el método de promedio móvil simple, utilizando el software Ms Excel, también elaboró un posible plan de ventas para los próximos 5 años y se propuso las rutas de comercialización que tendrá el proyecto.

Para el tercer objetivo, se elaboró la propuesta de un diseño de planta para producir tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz. Primero, se

procedió con el análisis de macro localización donde se evaluaron las 3 provincias del departamento de Lambayeque, ya seleccionado la zona se determinó el análisis de micro localización, para ello, se evaluó 3 distritos, como resultado se seleccionó la ubicación ideal tal como recomienda Díaz *et al.* [26], para ello, se estableció el método de jerarquización factores ponderados, dando un peso a cada criterio, donde se recurrió a fuentes como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC), Weather Spark, El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP).

Luego se definió los requerimientos de materiales para los próximos 5 años, también, se definió el proceso productivo de los tableros de partículas a base de bambú o cascarilla de arroz utilizando herramientas como, diagramas de procesos, balance de materiales, capacidad de planta, después se calcularon los indicadores de planta y de producción tomando como referencia a Hizer y Render [35], para ello se calculó la capacidad diseñada tomando como base el quinto año de producción, la capacidad real tomando como base el primer año de producción, y la capacidad utilizada de la fábrica de tableros de partículas mediante la siguiente fórmula.

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

Asimismo, se determinaron indicadores de producción como productividad de materia prima y de mano de obra, tiempo de ciclo, número mínimo de estaciones de trabajo, eficiencia y el número de operarios mediante las siguientes fórmulas.

$$\text{Productividad de Materia prima} = \frac{\text{Producción (P)}}{\text{Insumos materiales}} \times 100 \%$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción (P)}}{\text{Insumos humano}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ Mínimo de Estaciones} = \frac{\sum \text{tiempos de cada tarea}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{tiempos de cada tarea}}{(\text{Mínimo de estaciones}) \times (\text{Tiempo de ciclo})} \times 100 \%$$

$$\# \text{ operarios} = \frac{\text{Tiempo de operación} \times \text{Producción diaria}}{\text{eficiencia} \times \text{Tiempo diario disponible}}$$

Luego se determinó el área de la planta donde se utilizó el método Guerchet, propuesto por Cuatrecasas [28] para su desarrollo, primero se determinó el número de máquinas, operarios, equipos y sus dimensiones, luego se halló la superficie estática (Ss), superficie de gravitación (Sg), la superficie de evolución (Se) y la superficie total (St) mediante las siguientes fórmulas.

$$Ss = \text{Largo} \times \text{Ancho}$$

$$S_g = S_s \times N$$

$$S_e = (S_s + S_g) \times k$$

$$S_t = (S_s + S_g + S_e) \times n$$

Una vez calculado el área total de la planta, se definió el tipo de distribución que tendrá el proceso productivo, luego se procedió aplicar el método Systematic Layout Planning (SLP), que inició con realizar una escala de proximidad de relación de todas las actividades y también se realizó una escala de razón de proximidad de actividades, con ello se realizó una matriz de relación de actividades y un diagrama de relación de actividades y así distribuir óptimamente todas las áreas de la fábrica, tal como indica Cuatrecasas [28] esto permitió diseñar la fábrica en el software AutoCAD 2020 para dimensionar el tamaño, área y planos de la planta, y también, se establecieron los parámetros de control de calidad para los tableros de partículas, por último, se diseñó el organigrama de la fábrica incluyendo sus funciones respectivas.

Finalmente, para el cuarto objetivo, se evaluó un estudio económico financiero utilizando la metodología de Loría [36], por ello, se calculó la inversión tangible e intangible, además se determinó el capital de trabajo, los gastos de producción, administrativos, comercialización y financieros para los siguientes 5 años de funcionamiento, luego se tomó datos del plan de ventas y precios anuales del proyecto con la finalidad de calcular los ingresos, y también se determinó el punto de equilibrio seguido del flujo de caja y estados de resultados, además se analizó los indicadores de TMAR, VAN, TIR y Beneficios Costo, por último se realizó un análisis de sensibilidad siguiendo la metodología propuesta por Sapag *et al.* [33] en donde se evaluaron tres factores, precio, mano de obra y materia prima en base al TMAR Y TIR del proyecto.

Resultados y discusión

Diagnosticar la situación actual de los residuos plásticos y cascarilla de arroz en la provincia de Chiclayo y bambú en las zonas aledañas.

Residuos Plásticos

Para diagnosticar la disponibilidad de residuos plásticos se procedió a revisar la composición de los residuos plásticos domiciliarios y no domiciliarios, que se obtuvo a partir de un estudio de caracterización y del Plan integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la provincia de Chiclayo (ver anexo 2), por otro lado, se consultó en la página web del Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), la cantidad de residuos sólidos domiciliarios y no domiciliarios, siendo Chiclayo, el distrito que más residuos municipales generó, seguido de José Leonardo Ortiz y la Victoria (ver anexo 3), con estos datos se llevó a

cabo la multiplicación de la composición, con la cantidad generada del mismo año, como resultado se procedió a sumar la cantidad generada de residuos plásticos domiciliarios y no domiciliarios, llegando a generar 15 173,70 toneladas en el año 2022 (ver anexo 4).

Además, el Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) [8] menciona que hay 6 asociaciones de recicladores formalizados en la provincia de Chiclayo, contando con 97 recicladores de los cuales, según el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos, menciona que en promedio cada persona recicla 25 kg/d (ver anexo 5).

Además, Rojas [37] indica que existen 7 centros de acopio informales, por otro lado, la municipalidad provincial de Chiclayo menciona que existen 4 centros más de acopio de residuos inorgánicos, cabe resaltar que podrían existir otros centros de acopio (ver anexo 6).

Según el registro de empresas operadoras de residuos sólidos del Ministerio del Ambiente (MINAM) [38] en la provincia de Chiclayo existen 17 empresas dedicadas a la prestación de servicios y comercialización de residuos sólidos (ver anexo 7).

Los residuos plásticos acopiados representan el 30,71 % de todos los residuos inorgánicos, en la tabla 1 se muestra la cantidad promedio de residuos plásticos que son recolectados por las empresas de la provincia de Chiclayo.

Tabla 1. Residuos Plásticos recolectados (toneladas/Año)

Residuos Plásticos Aprovechables	Residuos Plásticos Reaprovechables				
	2018	2019	2020	2021	2022
Tereftalato de polietileno (PET)	409,35	400,20	447,41	494,90	521,23
Polietileno de alta densidad (PEAD)	81,60	43,62	48,77	53,99	56,87
Polietileno de baja densidad (PEBD)	44,60	93,90	104,78	115,24	121,29
Polipropileno (PP)	13,23	22,64	25,27	27,79	29,25
Poliestireno (PS)	8,71	9,42	10,54	11,68	12,30
Policloruro de Vinilo (PVC)	29,40	13,91	15,53	17,12	18,02
Otros plásticos	68,28	21,89	24,49	27,15	28,60
Total	655,15	605,57	676,79	747,87	787,56

Fuente: Elaboración Propia. En base a Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL).

Luego se procedió a evaluar el impacto ambiental generado por los residuos plásticos, por ello, se diagnosticó su situación actual, en la investigación de Correa [5] determina que la zona urbana de la provincia de Chiclayo existen 39 puntos críticos que contaminan el suelo, además, el botadero de Reque es la zona con mayor acumulación de estos residuos por lo que al ser quemados generan contaminación del aire ocasionando enfermedades respiratorias en los habitantes aledaños, esto, disminuye el atractivo turístico, tal como indica Radio Programas del Perú (RPP) [39], donde se redujo un 2 % equivalente a 16 mil turistas que no llegaron a Chiclayo. Por otra parte, la contaminación de las acequias, canales y ríos que afecta a la calidad del agua. De igual forma, en el aspecto biológico ha sufrido problemas ambientales ocasionados por la inadecuada gestión de residuos sólidos, además, la generación de los residuos plásticos

es proporcional al crecimiento de la población afectando el territorio y trayendo enfermedades.

También, se determinó las actividades y aspectos ambientales generados por los residuos plásticos (ver anexo 8), finalmente que realizó una matriz de Leopold (ver anexo 9) donde se muestran las actividades se genera el mayor impacto ambiental. Como resultado, la disposición final de los residuos plásticos representa un problema muy grave en Chiclayo, pues la evidencia mostrada resalta el nivel de contaminación que se está generando. Asimismo, el factor ambiental físico es aquel que mayor puntuación negativa tiene como componente con un valor de -329, el factor ambiental social es aquel que menor puntuación tiene con un valor de -138.

Bambú

Según el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) [40] menciona que el departamento de Piura es el segundo productor de bambú a nivel nacional, además, el departamento de Cajamarca es el tercer productor de bambú. Campos [13] menciona que en el Perú generalmente se utilizan en el sector construcción cercos, viviendas, muebles, utensilios de cocina y en artesanía, en la tabla 2 se puede apreciar la superficie registradas y su producción

Tabla 2. Registro de superficies de plantaciones de bambú

Departamentos		2018	2019	2020	2021	2022
Piura	Superficie Registrada (hectáreas)	97,00	152,00	210,00	261,61	323,45
	Producción del bambú (Plantones de Bambú)	278 528,57	436 457,14	603 000,00	751 185,94	928 763,57
Cajamarca	Superficie Registrada (hectáreas)	115,49	150,49	184,49	201,49	225,26
	Producción del bambú (Plantones de bambú)	331 621,29	432 121,29	529 749,86	578 564,14	646 818,00

Fuente: Elaboración Propia. En base a App Web Serfor [40] y Región Piura [41].

Cascarilla de Arroz

Para hallar la disponibilidad de la cascarilla de arroz, se consultó la producción del arroz a través de la página del Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias (SIEA) [42], como resultado, en el año 2022 el departamento de Lambayeque produjo 381 202 toneladas de arroz de las cuales la provincia de Lambayeque representó el 47,15 %, seguido de Ferreñafe con 32,79 % y Chiclayo con el 20,06 % (ver anexo 10).

Según el Ministerio de agricultura (Minagri) [43] en su informe “IV Censo Nacional de arroz”, mencionan que en Lambayeque el factor de conversión para la transformación de arroz pilado es del 65 %, por ello se procedió a multiplicar el factor por la cantidad de arroz generado del anexo 10, y así obtener la producción de arroz pilado en el departamento de Lambayeque (ver anexo 11). Ramal [44] menciona que cuando el arroz cáscara pasa por el proceso de pilado, el 20 % representa el peso de la cascarilla de arroz. Con los datos del anexo 11 se multiplicó el 20 % para así hallar la producción de cascarilla de arroz como se detalla en la tabla 3.

Tabla 3. Producción (t) de la cascarilla de arroz en Lambayeque (toneladas/Año)

Provincia	2018	2019	2020	2021	2022
Chiclayo	16 586,70	9 053,07	14 864,20	8 877,08	9 941,73
Ferreñafe	18 806,97	10 442,64	16 697,46	17 108,13	16 250,03
Lambayeque	28 610,14	23 212,28	24 115,39	22 538,75	23 364,54
Total	64 003,81	42 707,99	55 677,05	48 523,96	49 556,30

Fuente: Elaboración Propia En base a Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias

Según Lucero [45] indica que la cascarilla de arroz tiene los siguientes usos detallados en la tabla 4, lo cual resalta que el 30 % del uso que se le da a la cascarilla, se desconoce su disposición final, además, Ramal [44] en su investigación mencionó que el precio de la cascarilla de arroz es de (30 a 35) S/. por 0,5 t y para 5 t el precio es de (140 a 150) S/. por lo tanto, para tener disponibilidad se negociará con las empresas pagándoles más del precio de la cascarilla, para así poder abarcar la cascarilla de arroz del uso otros.

Tabla 4. Uso de la cascarilla de arroz en Lambayeque (toneladas/Año)

Tipos de Usos	2018	2019	2020	2021	2022
Combustible (20 %)	12 800,76	8 541,60	11 135,41	9 704,79	9 911,26
Alimento de ganado (50 %)	32 001,91	21 354,00	27 838,53	24 261,98	24 778,15
Otros (30 %)	19 201,14	12 812,40	16 703,12	14 557,19	14 866,89

Fuente: Elaboración Propia. En base a Lucero

Además, Casas [46] indica que para un tablero de $3,78125 \times 10^{-3} \text{ m}^3$ se necesita 1 kg de cascarilla de arroz, para este proyecto se utilizará las medidas estándar de 2,44 m de largo 2,15 m de ancho 0,012 m de espesor, por lo tanto, cada tablero de residuos plásticos con cascarilla de arroz se necesita aproximadamente 9,45 kg de Cascarilla de arroz (ver anexo 12), por lo tanto, se podrá utilizar la cascarilla que se desconoce su disposición final y así darle un uso industrial sin causar contaminación al medioambiente.

Determinar el mercado potencial de los tableros de partículas.

El proyecto abarcará dos productos que tienen la misma fabricación, sin embargo, sus materias primas son distintas, definidas de la siguiente manera; tableros de partículas a base de residuos plásticos con bambú *Guadua angustifolia* y tableros de partículas a base de residuos plásticos con cascarilla de arroz. Ya que los productos son nuevos en su fabricación se tomará como referencia a los tableros de partículas con subpartida arancelaria 4410110000, de esta manera la unidad de venta del presente estudio consiste en un tablero con dimensiones estándar, la cual mide 2,44 m de largo 1,22 m de ancho, además, Casas [46, p. 29] menciona que el espesor que más se comercializa es de 0,012 m, con un peso en promedio de 25 kg, por otro lado, Placacentros Masisa [47] menciona que los tableros de partículas presentan resistencia, estabilidad dimensional, superficie lisa y homogénea que permite pintar, enchapar y recubrir con laminados de alta presión, por consiguiente, estos productos son compatibles con el medio

ambiente y reciclable, siendo este último una de las características principales.

La composición del tablero a base de residuos plásticos y bambú es de 68 % y 30 %, y para los tableros a base de residuos plásticos y cascarilla de arroz está compuesto en 60 % y 38 %, además ambos productos cuentan con 2 % de formaldehído (ver anexo 13), por otro lado, las propiedades físicas y mecánicas de los productos están por debajo de la humedad 13 % y por encima de la propiedad de flexión 20,5 MPa y tracción 15,5 MPa, por lo tanto cumplen con los requisitos de uso general en un ambiente seco establecidos por la norma UNE EN 312: 2010 (ver anexo 14), Ahora bien, los tableros tienen larga vida útil, por ello, Placacentros Masisa [47], empresa productora y comercializadora de tableros de madera, menciona algunas recomendaciones necesarias para mantener sus propiedades; evitar el contacto directo con la humedad y la luz solar, utilizar las herramientas adecuadas al momento de cortar el producto y manipular los tableros en un ambiente limpio, evitando rayaduras en la superficie.

Los requerimientos de calidad para ambos productos se encuentran bajo la Norma Europea UNE-EN-312: 2010, establece que los tableros de partículas deben cumplir con los requisitos generales al salir de la fábrica, además, para determinados tipos o aplicaciones de los tableros de partículas se exige tolerancias en rectitud, dimensionales, en escuadría y densidad, además la norma demuestra que para asegurar el cumplimiento con estos límites, los valores según EN 120 obtenidos en el control interno de la producción en fábrica sobre un periodo de seis meses, no debe superar 6,5 mg HCHO/100 g de masa de tablero (ver anexo 15).

El presente estudio se basará en el tipo de tablero P1 de uso general para ambiente seco, establecido en la Norma Europea UNE-EN-312: 2010, por otra parte, Placacentros Masisa [47] menciona que los tableros son recomendados para interiores, en revestimiento de muros, tabiques, cielos y pisos, en zonas no expuestas a la humedad, ideal para la producción de muebles de líneas rectas, en usos como puertas, piezas laterales y traseras, entre otros.

Para determinar la zona de influencia del proyecto se consideraron los siguientes criterios, con respecto a la demanda de los tableros de partículas, según la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), las importaciones han crecido un 72,72 % en el periodo 2018 – 2022, además, en el Perú existen aproximadamente 18 196 empresas formales y 58 500 empresas informales dedicadas a la segunda transformación de los productos forestales [16, p. XIX], otro factor importante viene a ser el precio, porque en lugares donde exista productos sustitutos más económicos no sería recomendable competir, por lo tanto el área seleccionada del mercado será dirigido a las empresas dedicadas a la transformación secundaria de productos forestales, término definido por la Ley Forestal y de Fauna Silvestre

Ley N° 29763 y sus reglamentos [48], y además, se venderá al mercado mayorista, centros de comercialización de la construcción, ferretería y mejoramiento del hogar, etc. a nivel nacional.

Según la Feria Nacional Forestal (FENAFOR) [49], los tableros de partículas son el mayor producto forestal que depende de las importaciones debido a que no existe producción nacional, cabe resaltar que existen las exportaciones, sin embargo, han ido decreciendo (ver anexo 16).

Por otra parte, Baca [25] menciona que para determinar la oferta es necesario contar con datos estadísticos sobre la producción nacional de tableros de partículas, la empresa Tableros Peruanos S.A., era la única que se dedicaba a la fabricación de tableros de partículas, sin embargo se consultó en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT), que la empresa se encuentra en liquidación (ver anexo 17), por lo tanto, en el Perú no se tiene registros actuales los cuales permite determinar la oferta.

Esto indica que la demanda de los tableros de partículas con partida arancelaria 4410110000 está dado totalmente por las importaciones menos las exportaciones dando como resultado la demanda histórica de los tableros de partículas, como se detalla en la tabla 5.

Tabla 5. Demanda histórica nacional de tableros de partícula (toneladas)

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Tableros de partículas (t)	126 064,01	119 318,77	165 764,02	205 994,52	173 333,05

Fuente: Elaboración Propia en base a. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR)

Después de analizar el mercado, se realizó proyecciones a 5 años, analizando los datos de la demanda histórica nacional de tableros de partículas, estos presentan una tendencia ascendente positiva, tal como lo sugiere Render [50], en dicha proyección se obtuvo un coeficiente de correlación de 0,95 por lo que el modelo de pronóstico adecuado sería el método de regresión lineal, por otro lado, ya que no se cuenta con datos de la oferta, en este estudio se considerará a la demanda proyectada como la demanda insatisfecha como se muestra en la tabla 6.

Tabla 6. Demanda insatisfecha proyectada de tableros de partículas

Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Demanda Insatisfecha (t)	212 459,02	230 580,41	248 701,79	266 823,17	284 944,56

Fuente: Elaboración Propia en base a. Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR)

Por otra parte, para determinar el precio del producto de subpartida arancelaria 4410110000, se buscó datos de importaciones CIF en la Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) donde se evidencia una tendencia variable horizontal con picos máximos, así como descensos considerables (ver anexo 18), por lo tanto para su proyección se escogió el método cuantitativo promedio móvil simple como el método más apropiado para determinar la proyección de los precios de tableros de partículas detallado en la tabla 7, para validar el método se halló la señal de rastreo, medida que indica si el pronóstico está por encima o por debajo de la ocurrencia real, dando como resultado - 1, que para un nivel

de confianza del 99,7 % se considera dentro del rango de ± 3 , esto quiere decir que el pronóstico hallado es aceptable ya que presenta un comportamiento normal.

La demanda del proyecto se realizó en base a la demanda insatisfecha planteada anteriormente, sin embargo no se pretende abarcar la demanda en su totalidad, tal como recomienda Quintero *et al.* [34] basándose en el tamaño y cantidad de sus competidores el porcentaje de participación aceptable es de 0,5 % a 5 %, a pesar de que en el mercado nacional existe algunas grandes empresas dedicadas al comercio internacional de tableros, el presente proyecto pretende cubrir cierta parte de las importaciones para el consumo nacional, en este caso el 2 % en el año uno hasta alcanzar el 4 % en el año cinco, como se detalla en la tabla 7.

Es por ello por lo que, en la tabla 7 se presenta el posible plan de ventas del proyecto de ambos productos, el cual contiene los ingresos que se tendrán durante los 5 años proyectados teniendo en cuenta a la proyección de la demanda del proyecto y al precio del producto.

Tabla 7. Demanda del proyecto y posible plan de ventas

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Proyección de Precio (\$/t)	396,89	399,21	397,62	397,90	398,24
Precio (soles/plancha)	79	79,56	79,43	79,16	79,3
Participación (%)	2%	2,50%	3%	3,50%	4%
Demanda del proyecto (t)	4 249,18	5 764,51	7 461,05	9 338,81	11 397,78
Demanda del proyecto (planchas)	169 967	230 580	298 442	373 552	455 911
Ingresos anuales S/.	13 427 410	18 344 977	23 705 260	29 570 411	36 153 765

Fuente: Elaboración Propia

El sistema de comercialización propuesto, se basa en una estrategia multicanal que inicia desde el acopio de la materia prima, seguidamente, va al proceso de fabricación en la planta, luego los productos comercializarán de dos formas; a través de los mercados mayoristas, centros de comercialización para el mejoramiento del hogar y las industrias dedicadas a la segunda transformación de los productos maderables (ver anexo 19), con ello, se intenta una mayor participación de mercado por ser un producto que pretende sustituir a los tableros tradicionales.

Realizar el diseño de planta para producir tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz.

Localización de la planta

Para determinar la localización del proyecto se realizó un análisis de macro y micro localización, se evaluaron las 3 provincias del departamento de Lambayeque, las alternativas consistieron en las provincias de Chiclayo debido a que allí se genera la principal materia prima, la provincia de Lambayeque y Ferreñafe son los lugares que están más cerca de la producción del bambú y cascarilla de arroz, mediante el método de ranking de factores, se analizaron las

tres provincias con respecto a criterios como disponibilidad de materia prima, mano de obra, disponibilidad de servicios de energía eléctrica, disponibilidad de saneamiento, Reglamentaciones fiscales y legales, vías de transporte y condiciones climatológicas (ver anexo 20), en base a esto se pudo determinar que la mejor opción para instalar la fábrica es en la provincia de Chiclayo ya que obtuvo un puntaje de 3,81 (ver anexo 22).

Luego de realizar el análisis de macro localización, se realizó un análisis de micro localización en la provincia de Chiclayo, en donde se evaluaron 3 alternativas: el distrito de Pátapo, Pomalca y Reque. Los distritos se evaluaron debido a que tiene una más accesibilidad con respecto a las vías de transporte y para el distrito de reque se consideró porque está cerca al lugar de generación de la materia prima principal. Después, se utilizó el método de ranking factores, se consideró criterios como disponibilidad mano de obra, servicios de energía y agua, costo de combustible, disponibilidad de terrenos vías de transporte, reglamentaciones fiscales y legales y condiciones de vida en la comunidad (ver anexo 21), en donde se obtuvo como mejor opción al distrito de Pomalca con un puntaje de 3,35 (ver anexo 23).

Tamaño de planta

El tamaño máximo de la fábrica está determinado por el mercado, el cual para el año 1 es de 169 967 planchas y para el año 5 es 455 911 planchas, detallados en la tabla 7, por otro lado, el tamaño mínimo está definido por la materia prima, por ello, se evaluó la disponibilidad de los residuos plásticos acopiados detallados en la tabla 1. Luego se utilizó el método de regresión lineal, con un coeficiente de correlación de 0,94, se procedió a sacar la proyección histórica de los residuos acopiado del periodo 2018 – 2022, como resultado, en la provincia de Chiclayo se acopiará 979,57 toneladas de residuos plásticos para el año 5, lo cual la planta se abastecerá inicialmente con el 60 % para el año 1 hasta alcanzar el 80 % para el año 5 (ver anexo 24).

Proceso productivo y tecnología

Debido a que los tableros con residuos plásticos y cascarilla de arroz presentan mejores propiedades físicas y mecánicas (ver anexo 14) y también se tiene mayor disponibilidad de la cascarilla, y a su vez el precio es más económico que la caña de bambú, por lo tanto, para determinar el plan de producción se ha considerado producir un 40 % para los tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú (P1) y 60 % para los tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz (P2).

Como resultado, se estimó el plan de producción en base a la disponibilidad de los residuos plásticos calculados previamente (ver tabla 1), con el cual se determinó la producción de tableros a partir de residuos plásticos con bambú (P1); donde para el año 1 será de 11 530 planchas, hasta llegar a producir 18 439 planchas para el año 5, así mismo, para los tableros a

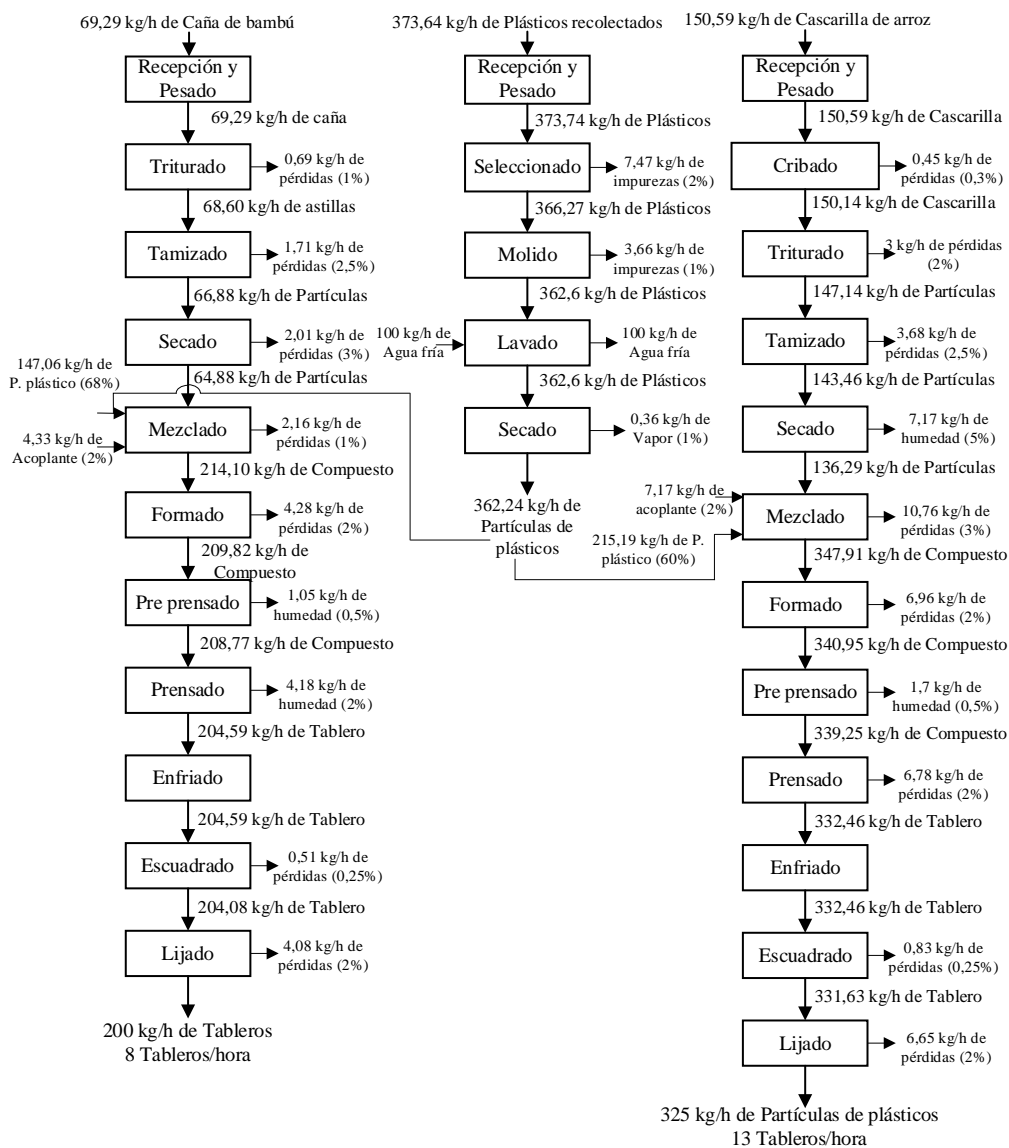
partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz (P2), es 19 532 planchas para el año 1 y para el año 5 llegaría a 31 236 planchas (ver anexo 25). En base a lo anterior, se determinó los requerimientos de materiales para los 5 primeros años de funcionamiento (ver anexo 26 y 27).

Para la fabricación de tableros de partículas se diseñó el proceso productivo mediante un diagrama de operaciones de los 2 productos (ver anexo 28 y 29), además se realizó el diagrama de balance de materia para el año 5 detallado en la figura 1, el proceso de fabricación de partículas de plásticos, inicia con la recepción y pesado de 373 kg/h de residuos plásticos, luego son llevados al área de selección, donde se genera 2 % de impurezas, posteriormente la faja transportadora lleva los plásticos hacia el proceso de molido, en este proceso el material es reducido a 1 cm generando 1 % de impurezas, seguidamente, las partículas plásticas pasan por una lavadora, por último, en la etapa de secado el agua se evapora en un 1 % del peso total, finalmente se obtiene 362,24 kg/h de partículas de plástico que son almacenadas.

En el proceso de fabricación de los tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú, inicia con la recepción y pesado de la caña, luego es llevado al proceso de triturado generando 1 % de pérdidas, seguidamente en el proceso de tamizado, se selecciona las partículas de bambú adecuadas para ser llevadas a un horno de secado rotatorio que reduce la humedad en un 3 % del peso total, después, es transportado al proceso de mezclado donde ingresan las partículas de plásticos al 68 % del peso total y los acoplantes en un 2 % mezclados uniformemente con las partículas de bambú que representa el 30 %, posteriormente pasa a la etapa de formado donde las moldeadoras mecánicas forman el tablero y así ingresar al pre presando en frío que permite obtener el espesor requerido generando 0,5 % de residuos, luego es transportado a una prensa en caliente, permitirá consolidar al tablero generando pérdidas del 2 %, luego en el área de enfriamiento los ventiladores disminuirán la temperatura lentamente y así pasa al escuadrado donde el tablero es cortado por unas sierras viajeras para poder ser transportadas fácilmente mediante bandas sin fin generando 0,25 % de pérdidas, por último son llevados a una lijadora, que consiste en lijar ambas caras del tablero a fin de conseguir una distribución uniforme.

En el proceso de fabricación de los tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz, inicia con la recepción y pesado de la cascarilla, para luego ser almacenados en silos, después son transportados a una cribadora que cumple la función de eliminar todos los residuos en un 0,3 %, seguidamente, pasa por una trituradora que fragmenta la cascarilla generando 2 % de pérdidas, luego en el proceso de tamizado, se selecciona las partículas de cascarilla adecuadas, seguidamente, es llevado a un secador rotativo mediante la generación de aire caliente, eliminando la humedad de la cascarilla de arroz en un 5 % del peso total,

posteriormente en la etapa de mezclado ingresan las partículas de plásticos al 60 % del peso total y los acoplantes en un 2 % mezcladas uniformemente con las partículas de cascarilla de arroz que representa el 38 %, posteriormente pasa a la etapa de formado donde las moldeadoras mecánicas forman el tablero y así ingresar al pre presando en frío que permite obtener el espesor requerido generando 0,5 % de residuos, luego pasa una prensa en caliente, que permitirá consolidar al tablero generando pérdidas del 2 %, luego en el área de enfriamiento los ventiladores disminuirán la temperatura lentamente, luego pasa al escuadrado donde el tablero es cortado por una sierras viajeras para poder ser transportadas fácilmente mediante bandas sin fin generando 0,25 % de pérdidas, por último son llevados a una lijadora, que consiste en lijar ambas caras del tablero a fin de conseguir una distribución uniforme.



P1: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú
 P2: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

Figura 1. Diagrama de balance de materia para la fabricación de tableros de partículas P1 y P2

Fuente: Elaboración Propia

Capacidad de planta

Se calculó la capacidad de planta e indicadores de producción en base a la materia prima disponible, además la fábrica laborará de lunes a sábado, 8 horas diarias, 313 días/año, por ende, la capacidad diseñada será 49 675 planchas para al año 5 y para la capacidad real se tomó en cuenta el año 1, 31 062 planchas, como resultado, la capacidad utilizada será del 62,53 %.

Para la selección de las maquinarias, Baca [25, p. 116] recomienda criterios que afectan directamente a la selección, como la capacidad de producción comparada con la capacidad requerida en cada operación mostrada en el balance de materia, el precio, consumo energético y las dimensiones que permitirá determinar la mejor maquinaria (ver anexo 30).

En la tabla 8 se muestra los tiempos de ciclo para la producción de tableros de partículas, los tiempos de ciclo de cada máquina se han calculado en base a su capacidad y como resultado se obtuvo que por un tablero P1 de 25 kg se necesitará 88,75 min y para el tablero P2 de 25 kg se necesitará 57,5 min, además, el cuello de botella para ambos procesos se da en la etapa de secado con un tiempo de 0,75 min/kg y 0,40 min/kg respectivamente.

Tabla 8. Tiempos de ciclo del proceso

Tiempos de ciclo del proceso de partículas de plásticos					
Procesos	N° de Máquinas	Capacidad (kg/h)	Tiempo Base (min/h)	Tiempo de Ciclo (min/kg)	
Molido	1	350	60	0,17	
Lavado	1	320	60	0,19	
Secado	1	300	60	0,20	
Total				0,56	
Tiempos de ciclo del proceso de producto P1					
Procesos	N° de Máquinas	Capacidad (kg/h)	Tiempo Base (min/h)	Tiempo de Ciclo (min/kg)	
Triturado	1	120	60	0,50	
Tamizado	1	120	60	0,50	
Secado	1	80	60	0,75	
Mezclado	1	200	60	0,30	
Formado	1	200	60	0,30	
Pre prensado	1	200	60	0,30	
Prensado	1	200	60	0,30	
Escuadrado	1	200	60	0,30	
Lijado	1	200	60	0,30	
Total				3,55	
Tiempos de ciclo del proceso de producto P2					
Procesos	N° de Máquinas	Capacidad (kg/h)	Tiempo Base (min/h)	Tiempo de Ciclo (min/kg)	
Cribado	1	200	60	0,30	
Triturado	1	200	60	0,30	
Tamizado	1	180	60	0,33	
Secado	1	150	60	0,40	
Mezclado	1	350	60	0,17	
Formado	1	350	60	0,17	
Pre prensado	1	350	60	0,17	
Prensado	1	400	60	0,15	
Escuadrado	1	400	60	0,15	
Lijado	1	400	60	0,15	
Total				2,30	

P1: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú

P2: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración Propia

Luego, se determinó que el proceso de fabricación de los tableros de partículas tendrá una distribución por producto, donde el proceso de producción es continuo el cual se genera en gran cantidad y el producto recorre la línea de producción de una estación a otra.

En la tabla 9, se muestran los indicadores de producción donde se detalla que la producción de las partículas de plástico, los tableros de partículas P1 y P2 tendrán una eficiencia del 93,15 %, 94,67 % y 95,73 % respectivamente (ver anexo 31), con el objetivo de lograr un equilibrado en la línea de producción. Además, la secuencia del flujo de materiales es de forma en “U”, que inicia con el almacén de materia prima y luego pasa por el proceso de fabricación y termina en el almacén de producto terminado.

Tabla 9. Indicadores de producción

Indicador	Partículas de plástico	Tablero P1	Tablero P2
Productividad de materia prima	96,92%	90,63%	87,14%
Productividad de mano de obra	667,25 kg/op*día	120 kg/op*día	190 kg /op*día
Número mínimo de estaciones	3 estaciones	5 estaciones	6 estaciones
Eficiencia	93,15 %	94,67 %	95,73 %
Número de operarios	4 operarios	12 operarios	13 operarios

P1: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú

P2: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración Propia

Mediante el método de Güerchet, se determinó el tamaño de cada área de la fábrica de tableros de partículas (ver anexo 32 - 50). En suma, la fábrica constará de un área de 2 558,24 m², tal como se muestra en la tabla 10.

Tabla 10. Áreas de la planta

Áreas de la empresa	Superficie m²
Área administrativa	107,4
Áreas de producción	
Área de Almacén de Materia Prima	442,50
Área de Producción	563,76
Área de Mantenimiento Técnico	30,81
Área de Almacén de Producto Terminado	563,15
Área de Control de Calidad	21,46
Área de Seguridad y Salud Ocupacional	36,96
Área de operaciones	32,18
Área de SS.HH. Varones	11,65
Área de SS.HH. Mujeres	8,20
Área de patio de maniobras	226,17
Área de desechos	32,37
Áreas complementarias	
Área de Vigilancia	5,55
Área de recepción	22,69
Área de Limpieza	12,71
Área de desinfección	6,26
Área de comedor	37,8
Área de vestidores	40,5
Área de estacionamiento	96
Áreas Verdes	260,49
Total	2 558,24

Fuente: Elaboración Propia

Además, se estableció la relación entre las áreas de la empresa mediante el método SLP, Para ello, se construyó una matriz de relación de actividades y se elaboró un diagrama de relación de actividades (ver anexo 51 - 55).

En base al tamaño de las áreas calculadas mediante el método de Güerchet y a la matriz y diagrama de relación de actividades determinados con el método SLP, se diseñó el plano 2D de la fábrica de taleros de partículas (ver anexo 56).

Control de calidad

Para garantizar un buen control de calidad en el proceso de fabricación semiautomatizado y en el producto terminado, se realizará un mantenimiento preventivo periódico a las máquinas, tal como recomienda Flores *et al.* [51], indican que se puede lograr un mantenimiento preventivo conociendo las especificaciones técnicas de cada una de ellas con la finalidad de evitar paradas de producción dentro del proceso.

Además, en el proceso de fabricación de los tableros, la etapa de mezclado es una de las más importantes, pues se debe inspeccionar correctamente la cantidad de insumos, además Mamani y Volz [32] menciona que en la etapa de pre prensado en caliente ingresa una temperatura entre 160 °C a 180 °C, para tableros con grosor de 12 mm se recomienda entre 5 y 8 minutos, por lo que se debe realiza inspecciones a estos parámetros para obtener un producto de calidad. Finalmente, para control del producto terminado se basará en la Norma NTP 251.068 que ayudará a determinar el número de muestras necesarias, también será necesario realizar inspecciones de pruebas físicas con un densímetro que debe estar entre valores de 400 kg/m³ a 750 kg/m³), un medidor de humedad y los requisitos mínimos de resistencia mecánica con la ayuda de un dinamómetro basados en la Norma NTP 251.108.

Por otra parte, el organigrama que tendrá la fábrica de tableros de partículas, la cual está encabezada por un gerente general seguido por su asesor legal, asimismo, se tiene un jefe administrativo que se encargará de los procesos de logísticas y finanzas, se tiene un jefe de ventas y marketing el cual está encargado del proceso comercialización, también se cuenta con un jefe de seguridad y salud en el trabajo que será el encargado de formar parte del área de seguridad y salud en el trabajo con la finalidad de proteger la integridad de los colaboradores, además se cuenta con un jefe de planta, el cual está encargado de supervisar el proceso y verificar que todo se cumpla en base a lo planificado, también se cuenta con 28 operarios, se cuenta con un jefe de control de calidad, el cual se encarga de verificar la calidad de la materia prima, producto en proceso y producto terminado. Además, se cuentan con dos almaceneros, uno para el almacén de materia prima y otro para el de producto terminado, 1 vigilantes, y dos personas encargadas de la limpieza y aseo de la fábrica (ver anexo 57). Por lo tanto, la fábrica

de tableros de partículas contará con 40 colaboradores, además se describe detalladamente las funciones que tendrá cada colaborador de la fábrica de tableros de partículas (ver anexo 58).

Asimismo, la fábrica de tableros de partículas contará con políticas establecidas para su correcto funcionamiento. Entre ellas, se estableció una política de ventas, la cual consiste en que los clientes tienen que pagar al contado el 70 % al momento de realizar una compra, y el 30 % restante se pagará en un plazo máximo de 30 días.

Evaluación económica financiera para el diseño de una planta productora de tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz.

Para el desarrollo del estudio, se estableció la inversión tangible, primero se realizó una evaluación del terreno de 2 558,24 m², para la construcción de la fábrica se tomó como referencia el costo por metro cuadrado publicado en el Diario El Peruano [52], donde el costo es de 160 S./m² dando un total de S/. 409 318,40. También se consideró las instalaciones eléctricas y sanitarias con 82,21 S./m² y 28,07 S./m² respectivamente, por último, se determinó los precios de las maquinarias (ver anexo 30), equipos de producción y de control de calidad, oficina, vehículos de transporte de la materia prima del producto terminado y los materiales para el sistema de tratamiento del agua, por lo que el monto total de la inversión tangible es de S/. 1 900 928.

Por otro lado, se estableció los costos de la inversión intangible, como lo son las licencias y planos de construcción (S/. 2 537,71), las certificaciones (S/. 270), los permisos para el funcionamiento de la fábrica (S/. 1 250,28), el flete de las maquinarias y equipos (S/. 62 500), la movilidad y las comunicaciones (S/. 3 000) y futuros estudios del proyecto (S/. 5 000), por lo que el monto total asciende a S/. 74 558.

Para determinar el capital de trabajo se tomó en cuenta los costos de producción, donde se consideró los costos de materiales directos e indirectos de ambos productos, los costos de mano de obra directa e indirecta con sus respectivos beneficios sociales, también los costos de consumo eléctrico, el cual el costo es de 0,29 S./kW (ver anexo 59).

También se tiene en cuenta los costos administrativos, considerando los materiales de oficina, consumo de energía eléctrica, servicios de telefonía fijo e internet, agua y sueldos administrativos dando un total de S/. 178 632 anuales (ver anexo 60), de igual manera se tiene los gastos de comercialización donde se consideró los gastos de marketing S/. 16 560 anuales, gastos de ventas S/. 11 760 anuales y gastos de distribución S/. 18 960 anuales y los sueldos S/. 245 979 anuales (ver anexo 61), además los gastos de financiamiento, que el banco financiará

es un total de S/. 1 751 928 en un plazo de 10 años con una tasa efectiva anual (TEA) de 30 % (ver anexo 62), por último, se determinó una depreciación para los 5 años siguientes de las maquinarias (ver anexo 63), por consiguiente, el capital de trabajo es la utilidad acumulada del último año que no puede cubrir los egresos, por lo tanto, el capital de trabajo sería el último año negativo con un valor de S/.110 867 tal como se detalla en la tabla 11.

Tabla 11. Capital de trabajo

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Total de ingresos	S/.2 453 898	S/.2 810 616	S/.3 165 444	S/.3 533 227	S/.3 939 228
Egresos					
Costos de producción	S/.1 392 103	S/.1 511 358	S/.1 635 236	S/.1 785 420	S/.1 940 204
Gastos administrativos	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632
Gastos de comercialización	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259
Intereses	S/.525 578	S/.473 021	S/.420 463	S/.367 905	S/.315 347
Amortizaciones	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193
Total de egresos	S/.2 564 765	S/.2 631 462	S/.2 702 782	S/.2 800 408	S/.2 902 635
Saldo	-S/.110 867	S/.179 154	S/.462 662	S/.732 819	S/.1 036 593
Utilidad Acumulada	-S/.110 867	S/.68 286	S/.530 948	S/.1 263 768	S/.2 300 361

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 12 se muestra el cronograma de inversión total para el presente estudio, en donde el 20 % de la inversión lo asumirá el promotor y el 80 % será financiada.

Tabla 12. Resumen de inversión total

Descripción	Inversión Total	Promotor del Proyecto	Financiamiento
CAPITAL DE TRABAJO	S/.110 867	S/.110 867	-
<i>Inversión Tangible</i>			
Terrenos	S/.409 318	-	S/.409 318
Construcciones	S/.103 497	-	S/.103 497
Infraestructura Industrial	S/.543 120	-	S/.543 120
Maquinaria	S/.568 260	-	S/.568 260
Equipo de Producción	S/.30 866	-	S/.30 866
Equipo de Oficina	S/.16 750	-	S/.16 750
Equipo de Laboratorio	S/.20 783	-	S/.20 783
Equipo de Mantenimiento	S/.6 934	-	S/.6 934
Sistema de Tratamiento de Agua	S/.5 400	-	S/.5 400
Transporte	S/.196 000	S/.149 000	S/.47 000
Total Inversión Tangible	S/.1 900 928	S/.149 000	S/.1 751 928
<i>Inversión Intangible</i>			
Estudios	S/.5 000	S/.5 000	-
Gastos Pre Operativos	S/.69 568	S/.69 568	-
Total de Inversión Intangible	S/.74 558	S/.74 558	S/.0
Imprevistos 5%	S/.104 318	S/.104 318	
INVERSIÓN TOTAL	S/.2 190 671	S/.438 743	S/.1 751 928
Porcentaje	100%	20,0%	80,0%

Fuente: Elaboración Propia

Además, se calculó el punto de equilibrio (ver anexo 64) en donde se determinó que se deben vender 34 305 planchas en el primer año de funcionamiento para poder recuperar todos los costos y gastos y empezar a tener utilidades.

Teniendo en cuenta la inversión, así como también los costos y gastos del proyecto, se elaboró un flujo de caja del proyecto para los 5 primeros años tal como se detalla en la tabla 13,

el cual muestra la utilidad acumulada que se tendrá en cada año para poder determinar el periodo de retorno de la inversión, indicadores como el VAN, TIR y la relación costo beneficio.

Tabla 13. Caja de flujo anual

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Inversión						
Capital social	S/.438 743					
Préstamos	S/.1 751 928					
Total inversión	S/.2 190 671					
Ingresos						
Tablero P1		11 530	13 113	14 793	16 568	18 439
Tablero P2		19 532	22 214	25 059	28 066	31 236
Precio		S/.79	S/.80	S/.79	S/.79	S/.79
Cuentas por cobrar		S/.674 822	S/.834 267	S/.940 763	S/.1 050 774	S/.1 171 618
Cobranzas ventas al año		S/.1 717 729	S/.1 967 431	S/.2 215 811	S/.2 473 259	S/.2 757 459
Total de ingresos		S/.2 392 551	S/.2 801 698	S/.3 156 574	S/.3 524 033	S/.3 929 077
Egresos						
Costos de producción		S/.1 392 103	S/.1 511 358	S/.1 635 236	S/.1 785 420	S/.1 940 204
Gastos administrativos		S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632
Gastos de comercialización		S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259
Amortización de préstamos		S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193
Intereses del préstamo		S/.525 578	S/.473 021	S/.420 463	S/.367 905	S/.315 347
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Total de egresos		S/.2 706 563	S/.2 773 259	S/.2 844 579	S/.2 942 205	S/.3 044 432
Saldo bruto		-S/.314 012	S/.28 439	S/.311 994	S/.581 827	S/.884 646
Impuestos a la renta			S/.8 532	S/.93 598	S/.174 548	S/.265 394
Saldo		-S/.314 012	S/.19 907	S/.218 396	S/.407 279	S/.619 252
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Saldo final	-S/.438 743	-S/.172 215	S/.161 704	S/.360 193	S/.549 076	S/.761 049
Utilidad acumulada	-S/.438 743	-S/.610 958	-S/.449 254	-S/.89 061	S/.460 016	S/.1 221 065

Fuente: Elaboración Propia

Por otra parte, se determinó una tasa aceptada de rendimiento (TMAR) de un 10,90 % (ver anexo 65) y posteriormente se hallaron indicadores económicos financieros, el Valor Actual Neto (VAN) de S/. 618 222,47 y un Tasa Interna de Retorno (TIR) de 35,26 %, demostrando que el proyecto es rentable con un VAN mayor a 0 y el TIR es mayor que el TMAR, el periodo de recuperación de la inversión es de 3 años 1 mes, luego, se determinó que la relación costo – beneficio es de 1,10 soles, donde por cada sol invertido se ganarán 0,10 soles.

Por último se analizó la sensibilidad del precio, que disminuyendo en 7 % del precio de compra se estaría incurriendo en pérdidas económicas siendo inferior al TMAR 10,90 % (ver anexo 66), también se analizó la sensibilidad de la mano de obra, que aumentando en un 16 % se estaría incurriendo en pérdidas ya que tiene un TIR de 10,28 % siendo inferior al TMAR 10,90 % (ver anexo 67), por último se analizó la sensibilidad de materia prima, por lo que no se debe aumentar más del 60 %, ya que se estaría incurriendo en pérdidas porque el TIR sería inferior al TMAR 10,90 % (ver anexo 68).

Sostenibilidad ambiental

Esta investigación busca proponer medidas de minimización para los impactos ambientales generados en el proyecto, en el proceso de fabricación de los tableros, se genera residuos de cascarilla de arroz, partículas sólidas producto de la trituración del bambú, partículas plásticas, desperdicios del área de mezclado que contaminan el suelo, también se genera material particulado producto del área de lijado afectando la calidad del aire, por otro lado se genera agua residuales del área de lavado de las partículas de plástico provocando la contaminación del agua. Por ello, se proponen acciones para minimizar los impactos generados en el proyecto.

Utilización de contenedores para el área administrativa y de producción

Los contenedores ayudarán a minimizar la contaminación generado por los desechos del área administrativa, por otro lado, en el área de producción servirán para dar una mejor disposición a los desechos generados en la etapa de selección y cribado de las materias primas.

Tratamiento del agua del área de lavado de partículas plásticas

Según Cando e Inga [53, p. 108] recomiendan realizar un tratamiento combinado donde el agua que expulsa la máquina de lavado de partículas plásticas se almacenará y se le añadirá coagulantes y floculantes, para que lo sólidos se sedimenten, luego el agua saldrá expulsada hacia una línea de filtros almacenándose en otro tanque quedando lista para ser reutilizada o vertidas al alcantarillado.

Sistema de extracción de partículas

Márquez y Ulloa [54] concluyeron que la mejor opción es un sistema de extracción localizado donde se implementará un equipo de extracción de polvo y un tanque de almacenamiento para el área de lijado, con ello se buscará minimizar la contaminación del aire de la zona de trabajo.

Reprocesar el residuo generado en la etapa de formado

Los residuos pueden ser reprocesados porque no han sufrido ningún cambio de temperatura, por ello se reingresará a la etapa de mezclado para evitar la contaminación del suelo.

Discusiones

En la presente investigación se demostró que la provincia de Chiclayo cuenta con aproximadamente 15 173,70 toneladas/año de residuos termoplásticos, que no son utilizados y terminan su vida útil en lugares inadecuados que contaminan el medio ambiente, según Martínez *et al.* [55], mencionan que las grandes cantidades de residuos termoplásticos pueden ser utilizadas para la producción de tableros a base de plásticos y ser desarrolladas a gran escala por la industria. En el periodo 2013 - 2021 las empresas operadoras de residuos sólidos han pasado de ser 6 a 17 empresas en la provincia de Chiclayo, es por ello que la creación de estas

nuevas empresas registradas por el Ministerio del ambiente [38] representan un papel importante en la economía, Flores *et al.* [56] mencionan que si se formalizaran más empresas de reciclaje de solo el plástico PET, el Perú ahorraría 40 millones de soles, además la Asociación de Exportadores (ADEX) [57] menciona que el Perú exportó plásticos por US\$ 38 millones, representando solo el 5,6 % a nivel mundial en el negocio del reciclaje, a pesar que en la provincia de Chiclayo se encuentren pocas empresas dedicadas a este rubro, se puede observar oportunidad de negocio amigable con el medio ambiente. En la investigación se muestra el continuo crecimiento de la producción del bambú superando las 900 mil unidades solo en la región Piura; además el gobierno regional de Piura fomenta su producción y han iniciado exportar al estado de Chile, ya que hoy en día el bambú es conocido por tener propiedades físico- química que pueden reemplazar a la madera, tal como menciona Radzi *et al.* [29] indican que las fibras naturales del bambú como refuerzo de una matriz plástica, ofrecen ventajas en comparación con las sintéticas, ya que son renovables, biodegradables, menos abrasivas, y presentan una menor consumo energética para su producción, por lo tanto se puede aprovechar este recurso gracias a sus características mencionadas anteriormente. En el periodo 2018 - 2022 se generó en promedio 15 628,15 toneladas anuales de cascarilla de arroz, que según Lucero [45] se desconoce la disposición final.

La demanda insatisfecha de esta investigación se determinó como la diferencia entre las importaciones y exportaciones, basándose en la investigación de Plate [58] que tomó a la demanda de su producto, la cual se generaba de las importaciones del mercado peruano, como la demanda insatisfecha del proyecto, debido a que no existía producción nacional para determinar la oferta, de esta manera se podría afirmar que el procedimiento propuesto tiene fundamento para continuar con el desarrollo del estudio. La participación del mercado del presente estudio se consideró iniciar con un 2 % para el primer año hasta alcanzar el 4 % para el quinto año, este estudio es comparable con la investigación de Quintero *et al.* [34] ya que en su investigación mencionó que para obtener la demanda del proyecto es necesario conocer el tamaño y la cantidad de la competencia, por lo que recomienda una guía de aproximaciones donde la empresa que tenga algunos competidores grandes varía entre 0,5 % a 5 % de toda la demanda insatisfecha, además, por esta razón la participación del mercado de este estudio se basó en el tamaño y cantidad de la competencia recomendada por los autores.

En este estudio, la fabricación de los tableros dio como resultado una densidad de 700 kg/m^3 , obteniendo resultados similares en la investigación de Mamani y Volz [32] donde obtuvieron una densidad de 869 kg/m^3 , esto se debe que en su diseño productivo implementaron 2 operaciones, el pre prensado y prensado en caliente que le permitió tener una mayor densidad,

por ello en esta investigación se consideró tomar el proceso productivo de los autores. En la presente investigación el diseño del proceso productivo de tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz, se consideró tener 38 % de cascarilla, 60 % de residuos plásticos y 2 % de acoplante y para el tablero de residuos plásticos con bambú se asumió tener 30 % de bambú, 68 % de residuos plásticos y 2 % de acoplante, esto es comparable con la investigación de Ortiz y Osorio [10] concluyeron que la mejor composición de su tablero de residuos plásticos con cascarilla de arroz es 10 % cascarilla, 2 % formaldehído y 88 % de residuos plásticos esto se debe a que su proceso consiste en solo la operación de prensado en caliente. Por otro lado, Suarez *et al.* [12] definieron que la composición para su tablero de residuos plásticos con bambú fue de 30 % bambú y 68 % residuos plásticos.

Los resultados del análisis económico financiero del presente estudio tuvieron un TIR de 35,26 % y un costo beneficio de 1,10 siendo comparables con la investigación de Mamani y Volz [32] la cual consiste en un proyecto de inversión para la instalación de una planta productora de tableros aglomerado a base de cascarilla de arroz, la principal diferencia de las investigaciones radicó en el TIR 33 % y en el costo beneficio, esta diferencia de resultados en ambos estudios radica en el precio de venta del producto, ya que en la investigación del autor, se ha establecido un precio de venta de 98 soles por tablero de partículas debido al rango de precios de productos similares, mientras que en el presente estudio se ha establecido un precio de 79 soles por tablero de partículas.

Conclusiones

El diseño de una planta productora de tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz es un proyecto de inversión viable en el aspecto comercial, técnico y económico-financiero, desarrollados en la presente investigación.

La provincia de Chiclayo generó 15 173,70 toneladas/año de residuos plásticos, siendo los más utilizados los termoplásticos de polietileno de alta densidad (PEAD), de polietileno de baja densidad (PEBD) y de polipropileno (PP), además existen 7 asociaciones, 17 empresas y aproximadamente 11 centros de acopio informales de las cuales todos los residuos inorgánicos recolectados, el 30,71 % pertenece a los residuos plásticos. Por otro lado, la producción del bambú sigue una tendencia creciente, por lo que se puede afirmar que existe disponibilidad de este recurso. Por último, se encuentra la cascarilla de arroz, ya que para la fabricación de tableros se necesitará solo el 1,8 %, cantidades mínimas que se puede conseguir del porcentaje que desconoce su disposición final.

En el estudio de mercado de los tableros de partículas se determinó que la demanda insatisfecha del proyecto es la demanda resultado de las importaciones menos las exportaciones, a pesar de que el precio de los tableros presenta una tendencia variable horizontal, la demanda va en continuo crecimiento por lo que se planteó cubrir con el 2 % lo que equivale a 169 967 planchas para el primer año y finalizar con el 4 % equivalente a 455 911 planchas para el quinto año, por lo que, desde el punto de vista del mercado, el proyecto se presenta atractivo.

El diseño de una planta para producir tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz se determinó que la localización ideal es en el distrito de Pomalca, provincia de Chiclayo, además con el tamaño de planta se determinó que la capacidad real de producción es de 99 planchas diarios y la capacidad diseñada de producción es de 158 planchas por día, trabajando en 1 turno de 8 horas, 313 días al año, por otra parte, mediante el método Güerchet se estableció que para construir la planta de producción se necesitará 2 558,24 m².

Con la evaluación económica y financiera del presente estudio se determinó que es rentable invertir en una planta de tableros de partículas para dar valor agregado a los residuos plásticos, cascarilla de arroz y bambú, ya que los indicadores financieros obtenidos como un VAN de 618 222,47 soles, un TIR de 35,26 %, el cual es mayor al TMAR establecido de 10,90 %, un periodo de recuperación de la inversión de 3 años 1 mes, y una relación beneficio – costo de 1,10 demuestran la viabilidad del proyecto.

Recomendaciones

Realizar investigaciones para el aprovechamiento de otras alternativas de materias primas en la región Lambayeque para la fabricación de tableros de partículas.

Proponer la implementación de las energías renovables con la finalidad de reducir los costos energéticos de la fábrica de tableros de partículas.

Analizar el potencial de otras opciones de residuos para la producción de tableros, ya que la tecnología (maquinarias) propuesta en esta investigación tiene el potencial para fabricar tableros de fibras que puede ser una alternativa de producción en base a residuos.

Evaluar la viabilidad de cultivar bambú en la región Lambayeque para fines industriales.

Referencias

- [1] L. Quiñones, «Organización de las Naciones Unidas,» Naciones Unidas, 5 Junio 2018. [En línea]. Available: <https://bit.ly/39gJPIJ>. [Último acceso: 27 Enero 2021].
- [2] ONU, «ONU Medio Ambiente,» UNEP, 2 Enero 2019. [En línea]. Available: <https://bit.ly/3x4FGCX>. [Último acceso: 19 Enero 2021].
- [3] MINAM, «Ministerio del ambiente,» Minam, 18 Mayo 2018. [En línea]. Available: <https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-el-plastico-representa-el-10-de-todos-los-residuos-que-generamos-en-el-peru/>. [Último acceso: 21 Enero 2121].
- [4] Radio Programas del Perú, «Radio Programas del Perú,» RPP, 30 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/peru/actualidad/peru-solo-recicla-aun-el-4-de-las-900000-toneladas-de-plastico-que-desecha-noticia-1242755?ref=rpp>. [Último acceso: 27 Enero 2021].
- [5] J. E. Correa Tineo, «PROPUESTA DE MEJORA DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS URBANOS EN EL DISTRITO DE CHICLAYO PARA REDUCIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES,» Chiclayo, 2018.
- [6] Provincia de Chiclayo, «Municipalidad provincial de Chiclayo,» 2016. [En línea]. [Último acceso: 10 Abril 2021].
- [7] T. I. García López, P. Tipian Mori y L. Vásquez Noblecilla, «Defensoría del Pueblo,» Setiembre 2019. [En línea]. Available: <https://www.defensoria.gob.pe/wp-content/uploads/2019/11/INFORME-DEFENSORIAL-181.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2021].
- [8] Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos, «Ministerio del Ambiente,» Minam, 2022. [En línea]. Available: <https://sistemas.minam.gob.pe/SigersolMunicipal/#/panel>. [Último acceso: 28 Abril 2023].
- [9] J. C. Orihuela Paredes, «Instituto Nacional de Estadística e Informática,» Abril 2018. [En línea]. Available: <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/investigaciones/residuos-solidos.pdf>. [Último acceso: 28 Enero 2021].
- [10] M. S. Ortiz Flores y O. C. Mireya Clementina, Artists, *ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO MECÁNICO DE UN MATERIAL COMPUESTO CON MATRIZ*

DE POLIPROPILENO AL AÑADIR PARTÍCULAS DE CASCARILLA DE ORYZA SATIVA (ARROZ). [Art]. Escuela Politécnica Nacional, 2019.

- [11] Sistema Integrado de Estadística Agraria, «Calendario de siembras y cosechas,» Minagri, Diciembre 2019. [En línea]. Available: <http://siea.minagri.gob.pe/portal/calendario/>. [Último acceso: 22 Enero 2021].
- [12] K. M. Faridul Hasan, K. M. Noman Al Hasan, Taosif Ahmed, Szili-Torok Gyorgy, M. D. Nahid Pervez, László Bejő, Borza Sándor y Tibor Alpar, «Sustainable bamboo fiber reinforced polymeric composites for structural applications: A mini review of recent advances and future prospects,» *ScienceDirect*, vol. 8, n° 100362, pp. 1-16, 2023.
- [13] Serfor, «Serfor Perú,» Serfor, 10 Diciembre 2020. [En línea]. Available: <https://www.facebook.com/SerforPeru/videos/vb.1494516040764528/394534881887181/?type=2&theater>. [Último acceso: 24 Enero 2021].
- [14] DFM Directorio Forestal Maderero, «Forestal Maderero,» Forestal Maderero, 28 Diciembre 2017. [En línea]. Available: <https://www.forestalmaderero.com/articulos/item/mercado-mundial-bambu.html>. [Último acceso: 23 Enero 2021].
- [15] Gerencia Regional de Piura, «Región Piura,» Andina, 17 Septiembre 2019. [En línea]. Available: https://www.regionpiura.gob.pe/documentos/grde/boletin_bambu2019.pdf. [Último acceso: 24 Enero 2021].
- [16] FAO, «Industria de la Madera en el Perú,» Diciembre 2018. [En línea]. Available: <http://www.fao.org/3/I8335ES/i8335es.pdf>. [Último acceso: 25 Enero 2021].
- [17] W. Tupia, L. Branez, A. Arribasplata y J. Acosta, «Metodología experimental para determinar los parámetros del proceso de moldeo por compresión de materiales compuestos de termoplástico reciclado y madera recuperada,» *revista Matéria*, vol. 25, n° 3, 2020.
- [18] CamBioTec, «Comecyt,» 1 Enero 2018. [En línea]. Available: https://comecyt.edomex.gob.mx/media/filer_public/7d/82/7d82ed0e-67a1-47b4-9fcd-0ec42b93c455/smi_tendenciastecnologicas_sectorplasticos.pdf. [Último acceso: 7 Febrero 2021].
- [19] EcoPlas, «EcoPlas,» 2018. [En línea]. Available: <http://ecoplas.org.ar/pdfs/Original%20Folleto%20Tipo%20de%20Plasticos%20A4.pdf>. [Último acceso: 07 Febrero 2021].

- [20] C. Móstiga Rodríguez, B. G. Cano Rodríguez, L. R. Quispe López y M. J. Móstiga Rodríguez, «Análisis morfológico y molecular de especies de bambú del género *Guadua* (Poaceae: Bambusoideae) procedentes de las regiones San Martín y Cajamarca, Perú,» *Revista de Investigación Agroproducción Sustentable*, vol. III, nº 1, pp. 82-91, 2019.
- [21] P. A. Carpio Galvez y J. A. Vásquez Salas, Artists, *CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y MECÁNICAS DEL BAMBÚ PARA FINES ESTRUCTURALES*. [Art]. UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO, 2016.
- [22] A. Prada y C. Cortés, «La descomposición térmica de la cascarilla de arroz: Una alternativa de aprovechamiento integral,» *Orinoquia*, vol. 14, nº 1, p. 16, 2010.
- [23] E. Rimay Vásquez, Artist, *DISEÑO DE CONCRETO FIBROREFORZADO DE*. [Art]. UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA, 2017.
- [24] Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España, «CSCAE,» [En línea]. Available:
http://www.cscae.com/area_tecnica/aitim/actividades/act_paginas/libro/14%20Tableros%20de%20part%C3%ADculas.pdf. [Último acceso: 9 Febrero 2021].
- [25] G. Baca Urbina, *Evaluación de Proyectos*, México: The McGraw-Hill, 2013.
- [26] B. Díaz Garay y M. Noriega, *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*, Lima: Fondo editorial Universidad de Lima, 2018.
- [27] B. Salazar López, «Ingeniería Industrial,» *Ingeniería Industrial*, 3 Agosto 2019. [En línea]. Available: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/disen-y-distribucion-en-planta/que-es-el-diseno-distribucion-en-planta/>. [Último acceso: 4 Febrero 2021].
- [28] L. Cuatrecasas Arbós, *Ingeniería de procesos y de planta*, Barcelona: Profit, 2017.
- [29] R. A. M., S. Ahmad Zaki, M. Zaki Hassan, I. R. A., K. Rijal Jamaludin, M. Yusof Md Daud y S. Abd Aziz, «Bamboo-Fiber-Reinforced Thermoset and Thermoplastic Polymer Composites: A Review of Properties, Fabrication, and Potential Applications,» *ProQuest*, vol. 14, nº 7, p. 1387, 2022.
- [30] C. Pérez, J. Paredes, E. Lalaleo, C. Arroba y D. Núñez, «NUMERICAL / EXPERIMENTAL ANALYSIS OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE MATRIX COMPOUND REINFORCED POLYESTER WITH RICE KNOCK,» *CIENCIA*, vol. 19, nº 4, pp. 503-515, 2017.

- [31] M. Yamin, A. Lisnawati y M. Lutfi, «A preliminary study of the low density particle boards quality using rice husks and oil palm empty fruit bunch with plastic waste adhesive,» *EDP Sciences*, vol. 195, n° 8, 2018.
- [32] S. M. Mamani Hanco y P. S. Volz Oporto, Artists, *ESTUDIO DE PRE-FACTIBILIDAD PARA UNA PLANTA DE TABLEROS AGLOMERADOS A BASE DE CASCARILLA DE ARROZ, AREQUIPA, 2021*. [Art]. UNIVERSIDAD ANTONIO RUIZ DE MONTROYA, 2021.
- [33] N. Sapag Chain, R. Sapag Chain y J. M. Sapag Puelma, «Preparación y Evaluación de Proyectos,» McGRA W-HILL, México, 2017.
- [34] H. N. Quintero Bertel, G. U. Flórez Morales y C. C. Castillo Duque, Artists, *PLAN DE NEGOCIOS PARA LA CREACIÓN DE LA EMPRESA MISCOMPETENCIAS.COM SAS*. [Art]. Universidad EAN, 2012.
- [35] J. Hizer y B. Render, Principios de administración de operaciones, México: Pearson Educación, 2004.
- [36] D. Loría, «Estudio de prefactibilidad para la exportación papaya híbrida pococí al mercado canadiense, producida en tanque de San Carlos, Alajuela, Costa Rica,» *e-Agronegocios*, vol. II, n° 1, pp. 2-18, 2016.
- [37] Y. S. Rojas Llanos, Artist, *CENTRO PILOTO MUNICIPAL DE ACOPIO Y TRANSFORMACION DE RESIDUOS SÓLIDOS INORGANICOS PARA REDUCIR LA CONTAMINACIÓN Y MEJORAR LA CONCIENCIA AMBIENTAL EN EL DISTRITO DE LA VICTORIA*. [Art]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2017.
- [38] MINAM, «Ministerio del ambiente,» MINAM, 04 Abril 2022. [En línea]. Available: <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/274465-listado-de-empresas-operadoras-de-residuos-solidos-autorizadas-por-el-minam>. [Último acceso: 5 Mayo 2023].
- [39] RPP, «RPP,» 30 Noviembre 2017. [En línea]. Available: <https://rpp.pe/peru/lambayeque/la-acumulacion-de-basura-en-chiclayo-es-un-problema-para-el-turismo-noticia-1091872>. [Último acceso: 28 Enero 2021].
- [40] SERFOR, «Registro de Plantaciones de Bambú,» 15 Diciembre 2019. [En línea]. Available: <http://appweb.serfor.gob.pe/bambu/default.aspx>. [Último acceso: 28 Enero 2023].

- [41] Gobierno Regional de Piura, «Gobierno Regional de Piura,» 2019. [En línea]. Available: https://www.regionpiura.gob.pe/documentos/grde/boletin_bambu2019.pdf. [Último acceso: 25 Abril 2023].
- [42] Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias, «Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias,» 2021. [En línea]. Available: <http://siea.minagri.gob.pe/portal/index.php>. [Último acceso: 24 Abril 2021].
- [43] Minagri, «IV CENSO NACIONAL DE ARROZ,» Lima, 2019.
- [44] R. Ramal Montejo, J. E. Raymundo Juárez y J. S. Chávez Ancajima, «MATERIALES ALTERNATIVOS PARA ESTABILIZAR SUELOS: EL USO DE CENIZA DE CÁSCARA DE ARROZ EN VÍAS DE BAJO TRÁNSITO DE PIURA,» *Revista Científica TZHOECOEN*, vol. 12, n° 1, pp. 131-140, 3 Marzo 2020.
- [45] Y. A. Lucero de la Cruz, Artist, “*PROYECCIÓN DE LA CAPACIDAD DE ELECTRICIDAD GENERADA MEDIANTE EL APROVECHAMIENTO ENERGETICO DE LA CASCARILLA DE ARROZ EN LA PROVINCIA DE LAMBAYEQUE*. [Art]. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, 2019.
- [46] L. Casas Sandoval, Artist, *Efecto de la utilización de la cascarilla de arroz y almidón como ligante en la resistencia de paneles aglomerados de uso en la construcción*. [Art]. Universidad Nacional de Ingeniería, 2015.
- [47] MASISA, «MASISA,» Masisa © 2021, Abril 2020. [En línea]. Available: <https://peru.masisa.com/producto/mdp/>. [Último acceso: 4 Junio 2021].
- [48] Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre, «Ley Forestal y de Fauna Silvestre Ley N° 29763 y sus Reglamentos,» SERFOR, Lima, 2015.
- [49] Feria Nacional Forestal, «FENAFOR,» Fenafor, 30 Enero 2020. [En línea]. Available: <https://www.fenafor.com/cifras/>. [Último acceso: 5 Junio 2021].
- [50] B. Render, R. Stair y M. Hanna, *Métodos cuantitativos para los negocios*, México: PEARSON EDUCACIÓN, 2012.
- [51] C. Alavedra Flores, Y. Gastelu Pinedo, G. Méndez Orellana, C. Minaya Luna, B. Pineda Ocas, K. Prieto Gilio y K. Ríos Mejía, «Gestión de mantenimiento preventivo y su relación con la disponibilidad de la flota de camiones 730e Komatsu-2013,» *Ingeniería Industrial*, n° 34, pp. 11-26, 2016.
- [52] Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento, «Diario El Peruano,» 29 Octubre 2019. [En línea]. Available: <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/aprueban->

valores-unitarios-oficiales-de-edificacion-para-las-resolucion-ministerial-no-351-2019-vivienda-1821938-5/?fbclid=IwAR3GdcU0RvK6OVvlhEXwIZnibyOqohIeeN6QK_f0mLhbV2w2CRqIcQJmogI. [Último acceso: 26 Setiembre 2021].

- [53] D. S. Cando Echeverría y A. L. Inga Peñafiel, Artists, *PROPUESTA DE UN SISTEMA DE TRATAMIENTO PARA AGUAS RESIDUALES PROVENIENTES DE LAVADO DE PLÁSTICOS DE BANANERAS*. [Art]. Escuela Politécnica Nacional, 2020.
- [54] A. A. Márquez Quizhpi y J. P. Ulloa Montero, Artists, *Diseño de un sistema de extracción de polvo y viruta de madera para la carpintería de la fundación Salesiana "Paces"*. [Art]. Universidad Politécnica Salesiana, 2018.
- [55] Y. Martínez López, J. Benigno Paes y E. Martínez Rodríguez, «Propiedades ignífugas de tableros de madera plástica producidos con diferentes especies forestales y termoplásticos reciclados,» *Artículos Científicos*, vol. 24, n° 2, 2018.
- [56] J. E. Flores Isla, C. G. Garay Reyes, F. M. Julca Silva y M. A. Mendoza Rivas, Artists, *Reciclando: Plataforma de subasta de material reciclado*. [Art]. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, 2018.
- [57] Agencia Peruana de Noticias, «Andina,» Agencia Peruana de Noticias, 16 Mayo 2015. [En línea]. Available: <https://andina.pe/agencia/noticia-peru-tiene-posibilidades-desarrollarse-mercado-productos-reciclados-556468.aspx>. [Último acceso: 13 Mayo 2021].
- [58] K. S. Plate Leon, Artist, *ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA PROPUESTA DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA PRODUCTORA DE HARINA DE LENTEJA DE AGUA (Lemna minor) PARA LA SUSTITUCIÓN DE TORTA DE SOYA EN LA ALIMENTACIÓN AVÍCOLA EN LA REGIÓN LAMBAYEQUE*. [Art]. Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, 2019.
- [59] El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, «índice de Desarrollo Humano 2019,» 2020. [En línea]. Available: https://l.facebook.com/l.php?u=https%3A%2F%2Fwww.pe.undp.org%2Fcontent%2Fdam%2Fperu%2Fdocs%2FPublicaciones%2520pobreza%2Fidh2019%2FIDH%25202019.xlsx%3Ffbclid%3DIwAR2l0KvOVqsPQ-JsSTUdVJ2Wz6kyt5NoznjOKLkkUsQgdySkkz7d0vSJ_j8&h=AT2csMhABU7f7qghLmNPOodxpEQM7uF. [Último acceso: 13 Junio 2021].

- [60] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Lambayeque Resultados Definitivos,» Octubre 2018. [En línea]. Available: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1560/. [Último acceso: 12 Junio 2021].
- [61] Instituto Nacional de Estadística e Informático, «Lambayeque Compendio Estadístico,» Setiembre 2017. [En línea]. Available: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1498/libro.pdf?fbclid=IwAR0ZoD6OuXOi14KU45mNRRnQQHMfP7yVfabuXKOWvJmkqJ8pOisE4a3Hg2s. [Último acceso: 12 Junio 2021].
- [62] Ministerio de Energía y Minas, «Anuario Estadístico de Electricidad 2019,» Abril 2021. [En línea]. Available: http://www.minem.gov.pe/_estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=13396. [Último acceso: 12 Junio 2021].
- [63] Gobierno Regional de Lambayeque, «Plan Regional de Sanamiento 2018 - 2021,» 2018. [En línea]. Available: http://direccionsaneamiento.vivienda.gov.pe/Planes%20Regionales%20de%20Sanamiento/PRS%20LAMBAYEQUE.pdf?fbclid=IwAR1vvXoLsEa-nhVZZ7S8Y_uE5txxncDGyLNG4ETjmky-X7p-RgD_uwvOF5E.
- [64] Ministerio de Transporte y Comunicaciones, «Mapa Vial de Lambayeque,» 2017. [En línea]. Available: <https://www.pvn.gov.pe/wp-content/uploads/2017/12/lambayeque1.pdf>. [Último acceso: 12 Junio 2021].
- [65] Cedar Lake Ventures, «Weather Spark,» [En línea]. Available: <https://bit.ly/3dE0dEw>. [Último acceso: 1 Julio 2020].
- [66] Instituto Nacional de Estadística e Informática, «Estadísticas Lambayeque,» Setiembre 2019. [En línea]. Available: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1708/lambaye.htm. [Último acceso: 13 Junio 2021].
- [67] DePerú, «Precios de combustibles cerca al distrito de Patapo,» 13 Junio 2021. [En línea]. Available: <http://www.facilito.gov.pe/facilito/pages/facilito/buscadorEESS.jsp>. [Último acceso: 14 Junio 2021].

Anexos

Anexo 1

Tabla 14. Características de los Plásticos y sus aplicaciones

Tipos de Termoplásticos	Características principales	Aplicaciones típicas	Aplicaciones después del Reciclaje
PET	Barrera a los gases, Transparente, Resistencia al rasgado, punzura y fractura, Liviano, Impermeable, No tóxico, Inerte.	Bandejas, botellas, flejes, monofilamentos, Refuerzos para neumáticos, Cintas de video y audio.	Envases (Proceso Botella a Botella), Fibras textiles, Juguetes, Flejes, Cuerdas, Hilos, lonas, Velas náuticas, Alfombras.
PEAD	Resistente a bajas temperaturas, Resistencia al rasgado, punzura y fractura, Liviano, Impermeable, Inerte, No tóxico, Excelente brillo y alta resistencia química.	Películas de envases, Bolsas comerciales, Tapas, Cajones, Six packs de cervezas, frutas, Caños para agua, gas, irrigación, Juguetes.	Bolsas de residuos, Botellas, Detergentes, Artículos de limpieza, Caños, Aglomerados de madera, Cajones, Rotomoldeo.
PVC	Ignífugo, Resistente a intemperie y corrosión, Transparente, No tóxico, Inerte, Buenas propiedades de permeabilidad, Resistencia al impacto, No se ataca por bacterias, insectos u hongos.	Caños, Tarjetas, Productos médicos, Marcos de ventanas, Aislantes para cables, Pisos, Juguetes, Botellas, Perfiles.	Caños para la construcción, riego y protección de cables, Muebles de jardín, Barandas, Zapatos, Suelas para calzado, Perfilería, Pisos, Cercos de separación y pantallas anti-ruidos, Otros artículos para el hogar.
PEBD	Resistente a bajas temperaturas, Resistencia al rasgado, punzura y fractura, Liviano impermeable, Inerte, No tóxico, Excelente brillo y alta resistencia química.	Películas para sachet, Bolsas comerciales, Caños para agua, irrigación, Aislantes de cables y termo-contraíble.	Bolsas de residuos domésticas y de consorcio, Caños para aguadas y riego, Similares de madera, Films para uso agrícola, Membranas aislantes de la humedad, Macetas.
PP	Inerte, Resistente a la temperatura, Barrera a los aromas, Impermeable, Resistencia al rasgado, punzura y fractura, Brillo, Liviano, Transparente en películas, No tóxico, Alta resistencia química.	Película para el envoltorio de galletas, fideos, snacks, Baldes de pintura y otros, Contenedores, Bazar-Enseres domésticos, Baterías, Caños. Instrumentos médicos, Mesas y sillas, Piezas para automotores.	Contenedores. Cajones, Baldes, Piezas para automotores, Sillas, Similares de madera, Monofilamentos, Flejes, Productos inyectados en general.
PS	Brillo, Ignífugo, Liviano, Impermeable, Inerte y no tóxico, Transparente, Fácil limpieza.	Envases lácteos, Vajilla descartable y vasos, Envases descartables, Electrodomésticos, Juguetes, Aislantes, Perfiles.	Artículos y accesorios de oficina, Productos de librería (Reglas, abrochadoras, cajas), Perfiles, Bandejas, Marcos de fotos, Cornisas, Zócalos, Perchas, Macetas para almácigos.

Fuente: Elaboración Propia. En base a CamBioTec [18, p. 4], EcoPlas [19, p. 2]

Anexo 2

Tabla 15. Composición de los residuos plásticos

Residuos Plásticos Aprovechables	Periodo 2018-2019		Periodo 2020-2022	
	Domiciliario	No Domiciliario	Domiciliario	No Domiciliario
Tereftalato de polietileno (PET)	1,94%	1,40%	1,77%	1,40%
Polietileno de alta densidad (PEAD)	1,34%	0,51%	0,59%	0,51%
Polietileno de baja densidad (PEBD)	0,97%	0,67%	2,15%	0,67%
Polipropileno (PP)	0,94%	0,52%	1,62%	0,52%
Poliestireno (PS)	0,39%	0,40%	0,41%	0,40%
Policloruro de Vinilo (PVC)	0,37%	0,07%	0,15%	0,07%
Otros plásticos	1,77%	0,44%	0,43%	0,44%

Fuente: Estudio de caracterización de residuos sólidos y Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos de la Provincia de Chiclayo, Departamento de Lambayeque

Anexo 3

Tabla 16. Generación de Residuos Municipales en la provincia de Chiclayo (Toneladas / Año)

Distritos	2018			2019			2020			2021			2022		
	Domiciliarios	No Domiciliarios	Total	Domiciliarios	No Domiciliarios	Total	Domiciliarios	No Domiciliarios	Total	Domiciliarios	No Domiciliarios	Total	Domiciliarios	No Domiciliarios	Total
Cayaltí	3 425,62	1 468,12	4 893,74	2 280,59	876,42	3 157,00	2 330,45	876,42	3 206,87	2 316,01	980,90	3 296,91	2 295,36	991,90	3 287,27
Chiclayo	63 122,80	27 052,63	90 175,43	55 121,38	25 929,96	81 051,34	56 775,05	25 930,16	82 705,21	57 321,61	25 930,16	83 251,77	48 127,71	25 607,05	73 734,76
Chongoyape	2 513,21	1 077,09	3 590,30	3 115,71	446,64	3 562,35	3 274,62	446,66	3 721,28	3 303,59	446,66	3 750,25	3 503,59	467,00	3 970,59
Eten	2 784,00	835,00	3 619,00	3 524,02	160,99	3 685,00	3 649,00	140,03	3 789,02	3 711,63	140,03	3 851,66	3 766,01	224,71	3 990,72
Eten Puerto	419,00	92,00	511,00	692,04	222,20	914,24	694,38	109,25	803,64	520,57	169,35	689,92	523,11	69,35	592,46
José Leonardo Ortiz	45 183,74	19 364,46	64 548,20	47 065,73	19 037,40	66 103,13	48 283,66	20 748,90	69 032,56	48 549,67	22 374,50	70 924,17	49 949,67	22 576,90	72 526,57
La Victoria	21 453,00	5 550,00	27 003,00	22 367,54	4 584,61	26 952,14	23 202,73	4 584,61	27 787,34	23 393,10	6 259,87	29 652,97	23 563,86	5 467,91	29 031,77
Lagunas	1 311,00	393,00	1 704,00	1 761,52	402,00	2 163,52	1 370,00	411,00	1 781,00	1 400,00	420,00	1 820,00	1 724,71	271,81	1 996,52
Monsefú	4 839,37	2 074,02	6 913,39	5 197,09	853,07	6 050,16	5 376,22	853,07	6 229,29	5 439,47	853,07	6 292,54	5 488,98	853,07	6 342,05
Nueva Arica	384,00	115,00	499,00	472,48	22,97	495,44	395,00	118,00	513,00	488,20	122,37	610,57	489,49	22,93	512,42
Oyotún	1 342,00	403,00	1 745,00	1 373,00	412,00	1 785,00	1 247,39	154,39	1 401,78	1 044,35	429,96	1 474,31	1 364,35	436,00	1 800,35
Pátapo	4 059,00	985,00	5 044,00	4 832,72	370,19	5 202,91	5 001,14	370,04	5 371,19	5 072,39	98,73	5 171,12	5 131,72	134,79	5 266,52
Picsi	1 363,00	409,00	1 772,00	3 394,35	417,00	3 811,35	3 575,58	425,00	4 000,58	3 613,94	434,00	4 047,94	3 649,05	446,00	4 095,05
Pimentel	7 416,40	317,85	7 734,25	9 696,92	1 474,75	11 171,67	10 172,19	1 474,75	11 646,94	10 262,16	1 474,75	11 736,91	10 343,24	1 474,75	11 817,99
Pomalca	3 387,78	1 451,90	4 839,68	3 738,00	615,67	4 353,67	3 863,49	365,64	4 229,13	3 911,61	365,64	4 277,25	3 950,87	365,64	4 316,51
Pucalá	1 653,00	496,00	2 149,00	1 686,00	506,00	2 192,00	1 742,90	516,42	2 259,32	1 755,00	526,78	2 281,78	1 867,00	537,67	2 404,67
Reque	2 592,94	1 111,26	3 704,20	2 596,42	396,96	2 993,38	2 708,48	396,96	3 105,44	2 746,46	396,96	3 143,42	2 781,83	396,96	3 178,79
Santa Rosa	2 384,00	715,00	3 099,00	2 405,17	57,05	2 462,22	2 493,50	57,05	2 550,55	2 541,86	20,82	2 562,68	2 584,93	20,82	2 605,75
Saña	4 382,00	1 315,00	5 697,00	2 565,98	45,63	2 611,60	2 058,00	617,00	2 675,00	2 099,00	630,00	2 729,00	2 396,00	100,00	2 496,00
Tumán	4 567,96	1 957,70	6 525,65	5 009,86	0,66	5 010,52	5 151,33	664,30	5 815,63	5 186,51	663,94	5 850,45	5 213,32	612,29	5 825,61
Total	178 583,82	67 183,02	245 766,84	178 896,48	56 832,18	235 728,66	183 365,12	59 259,65	242 624,77	184 677,13	62 738,48	247 415,61	178 714,81	61 077,56	239 792,37

Fuente: Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), Municipalidad Provincial de Chiclayo.

Anexo 4

Tabla 17. Generación de los residuos plásticos

Residuos Plásticos Aprovechables	Residuos Plásticos Domiciliarios y No Domiciliarios				
	2018	2019	2020	2021	2022
Tereftalato de polietileno (PET)	4 405,09	3 962,12	4 075,20	4 147,12	4 018,34
Polietileno de alta densidad (PEAD)	2 735,66	1 345,33	1 384,08	1 409,56	1 365,91
Polietileno de baja densidad (PEBD)	2 182,39	4 227,05	4 339,39	4 390,91	4 251,59
Polipropileno (PP)	2 028,04	3 193,65	3 278,67	3 318,01	3 212,78
Poliestireno (PS)	965,21	960,80	988,84	1 008,13	977,04
Policloruro de Vinilo (PVC)	707,79	308,13	316,53	320,93	310,83
Otros plásticos	3 456,54	1 019,32	1 049,21	1 070,16	1 037,21
Total	16 480,71	15 016,40	15 431,91	15 664,82	15 173,70

Fuente: Elaboración Propia. En base a Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL), Municipalidad Provincial de Chiclayo:2020 [8].

Anexo 5

Tabla 18. Asociación de Recicladores de la provincia de Chiclayo 2020 - 2022

Asociación de recicladores	N° de Recicladores	Recolección (kg/d)
Asociación de recicladores del distrito de Chiclayo	21	525
Asociación de recicladores de José Leonardo Ortiz	29	725
Asociación de recicladores La Victoria	14	350
Asociación de recicladores de Pimentel	6	150
Asociación de recicladores Pomalca	6	150
Asociación de recicladores de Tumán y centros poblados (ARTUCP) – Asociación de recicladores-flash	21	525
Total	97	2425

Fuente: Sistema de Información para la Gestión de Residuos Sólidos (SIGERSOL) [8].

Anexo 6

Tabla 19. Centros de Acopio de residuos inorgánicos

Centros de Acopio y Reciclaje	Lugar	Recolección (kg/d)
Hu Hermanos Urbina	La Victoria	150
Recicladora Gloria	La Victoria	100
COEXPOR CAVA.SAC	La Victoria	150
Recicladora Víctor Eladio Burga	La Victoria	150
Recicladora de Papel	La Victoria	150
Rec. Panamericana Note 1	La Victoria	150
Rec. Panamericana Norte 2	La Victoria	200
Centro de reciclaje Rosa Tello	La Victoria	150
Centro de reciclaje de Chosica del Norte	La Victoria	150
Centro de reciclaje de la ONG compromiso con la mujer	Eten	100
Centro de reciclaje el Cerrillo	Reque	100
Total		1550

Fuente: Rojas [37], Municipalidad Provincial de Chiclayo.

Anexo 7

Tabla 20. Empresas operadoras de residuos sólidos autorizadas Minam

RAZÓN SOCIAL	RUC	FINES	INICIO DE ACTIVIDADES
Asesores Ecológicos San Lorenzo Sociedad Comercial De Responsabilidad Limitada	20518003896	PS/C	16/01/2013
Cermipret S.A.C.	20552275439	PS/C	15/05/2013
Multiservicios Mapesa S.R.L.	20479931721	PS/C	01/11/2005
Grupo Nuñez Vigo S.A.C.	20602400736	PS/C	01/08/2017
Comercializadora Exportadora Inbc Srl	20480109971	PS/C	01/08/2006
Ecovivesocial S.A.C.	20601900662	PS/C	01/02/2017
Orko Ingenieros S.A.C.	20600515943	PS/C	01/07/2015
Maestría En Servicios Diligentes S.A.C.	20313218083	PS/C	19/02/1996
Kime E.I.R.L.	20479456667	PS/C	01/01/2002
Negocios Y Transportes En General Rodas E.I.R.L.	20561110183	PS/C	01/11/2013
Comercial Jammes Import Y Export E.I.R.L.	20487405532	PS/C	01/07/2010
Damesa S.A.C.	20603714718	PS/C	01/10/2018
Eccoleo Sociedad Anónima Cerrada	20602877532	PS/C	01/02/2018
Ambientra S.R.L.	20601119979	PS/C	01/03/2016
Fertilizantes, Abonos Organicos Y Servicios De Carga Ahm E.I.R.L.	20604796629	PS/C	01/06/2019
Marilu Torres Ja Empresa Individual De Responsabilidad Limitada	20487683851	PS	01/03/2020
Savia Green S.A.C	20606811251	PS/C	18/08/2021

PS: Prestadora de servicios

C: Comercializadora

Fuente: Ministerio del ambiente (MINAM) [38].

Anexo 8

Tabla 21: Aspectos e Impactos de los Residuos Plásticos

Actividad	Aspectos Ambientales	Impactos Ambientales
Fuente de generación	Generación de residuos plásticos	Vectores de enfermedades Acumulación de residuos Degradación del ambiente
Almacenamiento	Generación de residuos plásticos Emisiones de Gases	Desechos sólidos esparcidos Contaminación del aire Riesgo de accidentes
Recolección y transporte	Manipulación de residuos Emisiones de Gases	Vectores de enfermedades Contaminación del aire
Segregación	Manipulación de residuos Emisiones de Gases	Vectores de enfermedades Riesgo de accidentes Contaminación del aire
Disposición Final	Generación de residuos plásticos	Contaminación del suelo Riego de incendio Degradación del ambiente

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 9

Tabla 22: Matriz de Leopold de la provincia de Chiclayo

Medio	Componente Ambiental	Factores Ambientales	Residuos Sólidos			Residuos Plásticos		IMPACTO POR FACTOR	IMPACTO POR COMPONENTE AMBIENTAL	IMPACTO TOTAL
			Generación	Almacenamiento	Recolección y Transporte	Segregación	Disposición Final			
FÍSICO	Aire	Calidad del Aire	-5 3	-6 4	-5 5	-6 3	-9 6	-136	-136	-673
	Suelo	Calidad del Suelo	-5 3	-6 4	-5 5	-6 3	-9 6	-136	-136	
	Agua Subterránea	Calidad del Agua	-5 3		-3 5	-3 3	-3 6	-57	-57	
BIOLÓGICO	Flora	Vegetación		-4 4	-3 5	-3 4	-3 3	-52	-52	
	Fauna	Aves		-5 4	-3 5	-3 4	-6 5	-77	-154	
		Mamíferos		-5 4	-3 5	-3 4	-6 5	-77		
SOCIAL	Social	Economía			5 5	5 5		50	-138	
		Territorio	-5 3	-4 3	-5 5	-3 4	-6 5	-94		
		Salud	-5 3	-4 3	-5 5	-3 4	-6 5	-94		
IMPACTO POR COMPONENTE			-75	-128	-135	-80	-255			
IMPACTO TOTAL			-673							

Anexo 10

Tabla 23: Información de la producción (t) del arroz en Lambayeque

Provincia	2018	2019	2020	2021	2022
Chiclayo	127 590,00	69 639,00	114 340,00	68 285,20	76 474,87
Ferreñafe	144 669,00	80 328,00	128 442,00	131 601,00	125 000,20
Lambayeque	220 078,00	178 556,00	185 503,00	173 375,00	179 727,24
Total	492 337,00	328 523,00	428 285,00	373 261,20	381 202,30

Fuente: Elaboración Propia en base a Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias

Anexo 11

Tabla 24. Producción (t) de arroz pilado en Lambayeque

Provincia	2018	2019	2020	2021	2022
Chiclayo	82 933,50	45 265,35	74 321,00	44 385,38	49 708,66
Ferreñafe	94 034,85	52 213,20	83 487,30	85 540,65	81 250,13
Lambayeque	143 050,70	116 061,40	120 576,95	112 693,75	116 822,70
Total	320 019,05	213 539,95	278 385,25	242 619,78	247 781,50

Fuente: Elaboración Propia en base a Sistema Integrado de Estadísticas Agrarias

Anexo 12

Tabla 25. Dimensiones de un tablero de partículas

	Largo	Ancho	Espesor	Volumen	Cantidad de Cascarilla de arroz
Tablero 1	0,55 m	0,55 m	0,0125 m	$3,78125 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	1 kg de Cascarilla de arroz
Tablero del proyecto	2,44 m	1,22 m	0,012 m	$35,7216 \times 10^{-3} \text{ m}^3$	9,4470 kg de Cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración Propia en base a Casas [46]

Anexo 13

Tabla 26. Composición
Tableros de partículas

Tipos tablero	Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla	Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú
Partículas	Residuos plásticos 60% Cascarilla de arroz 38%	Residuos plásticos 68% Bambú 30%
Composición	Adhesivos	Adhesivos de urea - formol, urea - melamina - formol y fenol - formaldehído. 2%
	Recubrimientos	Melamina, chapa sintética, chapa sintética barnizada, papel lacado, chapas naturales
	Aditivos	Ceras, productos ignífugos y endurecedores

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 14

Tabla 27. Comparación entre las principales propiedades de Tableros de Partículas

Propiedades	Plásticos y Bambú (70/30)	Plásticos y Cascarilla de Arroz (90/10)	Norma UNE 312 (Requisitos mínimos)
Propiedades Físicas			
Contenido de Humedad	12%	13%	5-13%
Propiedades Mecánicas			
Resistencia a la flexión	22,7 MPa	46,40 MPa	20,5 MPa
Tracción	16,63MPa	22,4 MPa	15,5 MPa

Fuente: Elaboración Propia en Base a UNE EN 312 [24]

Anexo 15

Nº	Propiedad	Método de ensayo	Requisito
1 ^a	Tolerancias sobre las dimensiones nominales – Espesor (tableros lijados), en un mismo tablero y entre tableros – Espesor (tableros no lijados), en un mismo tablero y entre tableros – Longitud y anchura	EN 324-1	± 0,3 mm - 0,3 mm + 1,7 mm ± 5 mm
2 ^a	Tolerancia en rectitud de cantos	EN 324-2	1,5 mm por m
3 ^a	Tolerancia en escuadría	EN 324-2	2 mm por m
4	Contenido de humedad	EN 322	5% al 13%
5 ^a	Tolerancia sobre la densidad media dentro de un tablero	EN 323	± 10%
6 ^b	Emisión de formaldehído según la Norma EN 13986		
	– Clase E1		
	Valor del perforador	EN 120	≤ 8 mg/100 g de tablero seco ^d Emisión de formaldehído
	Valor de emisión en condiciones estables ^c	ENV 717-1	≤ 0,124 mg/m ³ de aire
	– Clase E2		
	Valor del perforador	EN 120	> 8 mg/100 g y ≤ 30 mg/100 g de tablero seco
	Valor de emisión en condiciones estables ^c	ENV 717-1	Emisión de formaldehído > 0,124 mg/m ³ de aire
<p>^a Estos valores están referidos a una humedad en el material que se corresponde con una humedad relativa del 65% y una temperatura de 20 °C.</p> <p>^b Los valores del perforador se refieren a un contenido de humedad del material H del 6,5%. En el caso de tableros de partículas con contenidos de humedad diferentes, (en el rango de 3% ≤ H ≤ 10%), el valor del perforador debe multiplicarse por un factor F que puede calcularse según la siguiente ecuación: $F = -0,133 H + 1,86$</p> <p>^c Se requiere como ensayo inicial de tipo. Para productos establecidos, el ensayo inicial de tipo puede realizarse también sobre la base de los datos existentes partiendo de ensayos realizados según la Norma EN 120 o según la Norma ENV 717-1, en el contexto del control de la producción en fábrica o de un control externo.</p> <p>^d La experiencia demuestra que para asegurar el cumplimiento con estos límites, la media rodante de los valores según EN 120 obtenidos en el control interno de la producción en fábrica sobre un periodo de medio año, no debe superar 6,5 mg HCHO/100 g de masa de tablero.</p>			

Figura 2. Especificaciones generales a la salida de fábrica

Fuente: Norma Europea UNE-EN-312:2010

Anexo 16

Tabla 28. Importaciones y exportaciones de tableros de partículas (toneladas)

Año	Importaciones				Exportaciones		
	Partida Arancelaria						
	441011000	441012000	441019000	441090000	441011000	441019000	441090000
	0	0	0	0	0	0	0
2018	126 064,01	21 324,79	113 325,05	939,76	0,00	47,28	47,28
2019	119 325,63	33 332,28	119 609,88	31,86	6,86	90,07	0,55
2020	165 764,91	49 614,83	102 170,85	599,99	0,88	13,58	2,88
2021	206 009,60	60 242,01	140 808,54	313,56	15,08	0,02	0,34
2022	173 355,56	25 477,65	131 960,96	69,20	22,52	0,00	0,01

Fuente: Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR).

Anexo 17

8/6/2021

SUNAT - Informacion Historica

INFORMACION HISTORICA DE 20165544995 - TABLEROS PERUANOS S.A. EN LIQUIDACION

La información histórica que se muestra se encuentra actualizada al 07/06/2021

Resultado de la Búsqueda		
Nombre o Razón Social:	Fecha de Baja:	
TABLEROS PERUANOS S.A.	05/05/2017	
Condición del Contribuyente	Fecha Desde	Fecha Hasta
HABIDO	-	29/03/2016
HABIDO	30/03/2016	06/12/2019
HABIDO	07/12/2019	09/12/2019
Dirección del Domicilio Fiscal		Fecha de Baja
CAR. INDUSTRIAL KM. 8 Z.I. CAMPO PRIMAVERA LA LIBERTAD-TRUJILLO-LAREDO		07/08/2020
AV. DEL PINAR NRO. 106 INT. 303 URB. CHACARILLA DEL ESTANQUE LIMA-LIMA-SANTIAGO DE SURCO		09/12/2019
CAR. INDUSTRIAL KM. 8 Z.I. CAMPO PRIMAVERA LA LIBERTAD-TRUJILLO-LAREDO		06/12/2019
CAR. INDUSTRIAL KM. 8 Z.I. CAMPO PRIMAVERA LA LIBERTAD-TRUJILLO-LAREDO		09/12/2016
CAR. INDUSTRIAL NRO. KM 8 Z.I. CAMPO PRIMAVERA LA LIBERTAD-TRUJILLO-LAREDO		29/03/2016

© 1997 - 2021 SUNAT Derechos Reservados

<https://e-consultaruc.sunat.gob.pe/cl-ti-itm-consumo/jcrS00Alias>

1/1

Figura 3. Demanda histórica de tableros de partículas

Fuente: Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT) 2021

Anexo 18

Tabla 29. Demanda insatisfecha de tableros de partícula

Año	2018	2019	2020	2021	2022
Precio (\$/t)	405,71	396,37	389,94	403,97	0,00
Precio (soles/plancha)	79	79,56	79,43	79,16	79,30

Fuente: Elaboración Propia en base a. Superintendencia Nacional de Aduanas y de Administración Tributaria (SUNAT)

Anexo 19

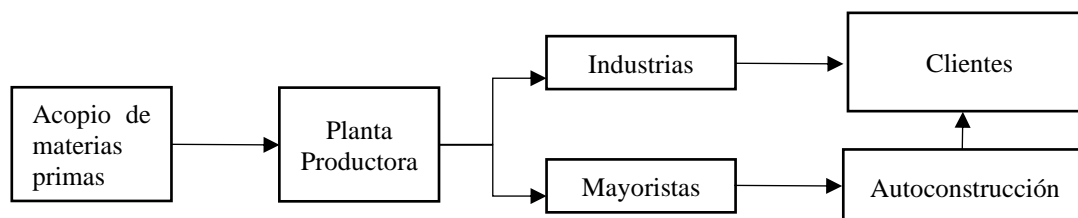


Figura 4. Demanda histórica de tableros de partículas

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 20

Tabla 30. Descripción de los criterios del análisis de macro localización

criterio	Chiclayo	Lambayeque	Ferreñafe
Disponibilidad de materia prima	SIGERSOL [8], 90,79 t/año son llevados a centro de acopio, también, se encuentra cerca al 3er (Cajamarca) productor de bambú y por último la disponibilidad de la cascarilla de arroz de 4 459,26 t/año	SIGERSOL [8], 70,49 t/año son llevados a centro de acopio, también, se encuentra cerca al 2do (Piura) productor de bambú, y por último la disponibilidad la cascarilla de arroz de 7 234,617 t/año.	SIGERSOL [8], 36,86 t/año son llevados a centro de acopio, también, se encuentra cerca al 3er (Cajamarca) productor de bambú y por último, la disponibilidad de la cascarilla de arroz de 5 009,24 t/año.
Disponibilidad de mano de obra	El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) [59], El índice de desarrollo humano es de 57,82 %, además Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [60, p. 2251] su población en edad de trabajar es de 613 310 trabajadores.	El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) [59], El índice de desarrollo humano es de 47,76 %, además Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [60, p. 2251] su población en edad de trabajar es de 210 354 trabajadores.	El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) [59], El índice de desarrollo humano es de 42,30%, además Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [60, p. 2251] su población en edad de trabajar es de 68 117 trabajadores.
Disponibilidad de servicios Energía Eléctrica	[61, p. 250], consumo de energía en la provincia Chiclayo es de 447 586 878 Kilowatt-hora, el precio de la electricidad para el sector industrial es de 9,15 Cent. US \$/ kW.h en el año 2019 [62]	[61, p. 250], consumo de energía en la provincia Lambayeque es de 180 440 199 Kilowatt-hora, el precio de la electricidad para el sector industrial es de 9,15 Cent. US \$/ kW.h en el año 2019 [62]	[61, p. 250], consumo de energía en la provincia Ferreñafe es de 20 362 009 Kilowatt-hora, el precio de la electricidad para el sector industrial es de 9,15 Cent. US \$/ kW.h en el año 2019 [62]
Disponibilidad de servicios Agua potable y desagüe	Gore de Lambayeque [63], indica que la cobertura de agua potable es de 79,87 %, por otro lado, el servicio de alcantarillado es del 70,04 %.	Gore de Lambayeque [63], indica que la cobertura de agua potable es de 77,19 %, por otro lado, el servicio de alcantarillado es del 70,04 %.	Gore de Lambayeque [63], indica que la cobertura de agua potable de 74,49 %, por otro lado, el servicio de alcantarillado es del 70,04 %.
Reglamentacione s fiscales y legales	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [61, p. 258]. Menciona que existe 18 municipalidades que otorgan licencias de edificación, además cuenta con 2 fábricas industriales de mayor magnitud.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [61, p. 258]. Menciona que existe 7 municipalidades que otorgan licencias de edificación, además cuenta con 10 fábricas industriales de mayor magnitud.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [61, p. 258]. Menciona que existe 2 municipalidades que otorgan licencias de edificación, no cuenta con fábricas industriales de mayor magnitud.
Vías de Transporte	Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) [64] ,Chiclayo dispone de 3 vías de acceso nacionales (rojo) y 5 vías de comunicación departamentales (verde).	Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC [64], presentan 3 vías nacionales, una al norte del país y la otra hacia el noreste; y una que se encuentra en proyecto.	Ministerio de Transporte y Comunicaciones MTC [64], existen únicamente vías departamentales en la provincia de Ferreñafe.
Condiciones climatológicas	Weather Spark [65], La temperatura máxima promedio temperatura máxima promedio de 31 °C y una temperatura mínima promedio de 22 °C. Precipitación de lluvia acumulada total promedio de 12 milímetros. El período más húmedo del dura 5.1 meses 23 % a 90 % del año.	Weather Spark [65], La temperatura máxima promedio temperatura máxima promedio de 31 °C y una temperatura mínima promedio de 22 °C. Precipitación de lluvia acumulada total promedio de 13 milímetros. El período más húmedo del dura 5.2 meses 23 % a 91 % del año.	Weather Spark [65], La temperatura máxima promedio temperatura máxima promedio de 32 °C y una temperatura mínima promedio de 22 °C. Precipitación de lluvia acumulada total promedio de 14 milímetros. El período más húmedo del dura 4.8 meses 21 % a 83 % del año.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 21

Tabla 31. Descripción de los criterios del análisis de micro localización

criterio	Pátapo	Pomalca	Reque
Disponibilidad de mano de obra	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [60, p. 2255] su población en edad de trabajar es de 16 944 trabajadores.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [60, p. 2256] su población en edad de trabajar es de 19 079 trabajadores.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [60, p. 2254] su población en edad de trabajar es de 11 906 trabajadores.
Disponibilidad de servicios de Energía y saneamiento	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [66], abastecimiento de energía en el distrito Pátapo es de 5 407 553 Kilowatt-hora. La cobertura de agua potable en la provincia de Chiclayo es de 173 136 m ³ , por otro lado, el servicio de alcantarillado es del 70,04 %.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [66], abastecimiento de energía en el distrito Pomalca es de 8 602 383 Kilowatt-hora.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [66], abastecimiento de energía en el distrito Reque es de 5 577 307 Kilowatt-hora.
Costo de combustible	Facilito [67], El precio promedio del petróleo (DB5 S-50 UV) es de S/. 13,57.	Facilito [67], El precio promedio del petróleo (DB5 S-50 UV) es de S/. 13,39.	Facilito [67], El precio promedio del petróleo (DB5 S-50 UV) es de S/. 13,36.
Costo de terrenos	Precio 40 \$/m ²	Precio 45 \$/m ²	Precio 50 \$/m ²
Vías de Transporte	Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) [64] ,Pátapo dispone de 1 vía de acceso nacionales (rojo) y 1 vía de comunicación departamentales (verde).	Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) [64] ,Pomalca dispone de 1 vía de acceso nacionales (rojo) y 1 vía de comunicación departamentales (verde).	Ministerio de Transporte y Comunicaciones (MTC) [64] ,Reque dispone de 2 vías de acceso nacionales (rojo) y 2 vías de comunicación departamentales (verde).
Reglamentaciones fiscales y legales	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [61, p. 258]. Menciona que en el distrito de Pátapo otorgaron 136 licencias de edificación.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [61, p. 258]. Menciona que en el distrito de Pátapo otorgaron 42 licencias de edificación.	Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) [61, p. 258]. Menciona que en el distrito de Pátapo otorgaron 20 licencias de edificación.
Condiciones de Vida de la comunidad	El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) [59], señala que el índice de desarrollo humano en el distrito de Pátapo es de 53,69 %.	El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) [59], señala que el índice de desarrollo humano en el distrito de Pomalca es de 56,21 %.	El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (UNDP) [59], señala que el índice de desarrollo humano en el distrito de Reque es de 56,42 %.

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 22

Tabla 32. Resultado del análisis de Macro Localización

Factores	Puntaje	Peso	Chiclayo		Lambayeque		Ferreñafe	
			C	P	C	P	C	P
Disponibilidad de la materia prima	5	19,2%	4	0,77	3	0,58	2	0,38
Disponibilidad de mano de obra	4	15,4%	5	0,77	4	0,62	3	0,46
Disponibilidad de servicios Energía Eléctrica	4	15,4%	4	0,62	2	0,31	1	0,15
Disponibilidad de servicios Agua potable y alcantarillado	4	15,4%	3	0,46	3	0,46	3	0,46
Reglamentaciones fiscales y legales	3	11,5%	3	0,35	4	0,46	2	0,23
Vías de comunicación y Transporte	4	15,4%	4	0,62	3	0,46	2	0,31
Condiciones climatológicas	2	7,7%	3	0,23	3	0,23	2	0,15
Total	26	1,00		3,81		3,12		2,15

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 23

Tabla 33. Resultado del análisis de Macro Localización

Factores	Puntaje	Peso	Pátapo		Pomalca		Reque	
			C	P	C	P	C	P
Disponibilidad de mano de obra	4	20,0%	3	0,60	4	0,80	2	0,40
Disponibilidad de servicios de Energía y Agua	3	15,0%	2	0,30	4	0,60	3	0,45
Costo de combustible	2	10,0%	2	0,20	3	0,30	4	0,40
Disponibilidad de terrenos	2	10,0%	3	0,30	4	0,40	3	0,30
Vías de transporte	3	15,0%	3	0,45	3	0,45	4	0,60
Reglamentaciones fiscales y legales	4	20,0%	4	0,80	3	0,60	2	0,40
Condiciones de vida de la comunidad	2	10,0%	3	0,30	3	0,30	3	0,30
Total	20	1,00		2,95		3,45		2,85

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 24

Tabla 34. Tamaño mínimo de planta: materia prima

Año	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Proyección de residuos plásticos acopiados (t)	816,73	857,44	898,15	938,86	979,57
Abastecimiento (%)	60%	65%	70%	75%	80%
Residuos plásticos del proyecto (t)	490,04	557,33	628,71	704,15	783,66
Residuos Plásticos para el producto P1 (t)	196,01	222,93	251,48	281,66	313,46
Residuos Plásticos para el producto P2 (t)	294,02	334,40	377,22	422,49	470,20
Tableros P1 (Und)	11 530	13 113	14 793	16 568	18 439
Tableros P2 (Und)	19 532	22 214	25 059	28 066	31 236
Tableros diarios totales	99	112	127	142	158
Tableros P1 (Und)	36	41	47	52	58
Tableros P2 (Und)	62	70	80	89	99

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 25

Tabla 35. Plan de producción

Periodos	Producción de tablero P1	Producción de tablero P2
Enero	961	1 628
Febrero	961	1 628
Marzo	961	1 628
1er trimestre	2 883	4 883
2do trimestre	2 883	4 883
3er trimestre	2 883	4 883
4to trimestre	2 883	4 883
Año 1	11 530	19 532
Año 2	13 113	22 214
Año 3	14 793	25 059
Año 4	16 568	28 066
Año 5	18 439	31 236

P1: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú

P2: Tableros de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 26

Tabla 36. Requerimiento de materiales del tablero P1

Periodo	Termoplásticos (kg)	Bambú (kg)	Resina urea-formaldehído (kg)	Catalizador (kg)	Parafina (kg)	Agua (kg)
Año 1	196 010,00	86 475,00	2 306,00	1 441,25	1 441,25	576,50
Año 2	222 921,00	98 347,50	2 622,60	1 639,13	1 639,13	655,65
Año 3	251 481,00	110 947,50	2 958,60	1 849,13	1 849,13	739,65
Año 4	281 656,00	124 260,00	3 313,60	2 071,00	2 071,00	828,40
Año 5	313 463,00	138 292,50	3 687,80	2 304,88	2 304,88	921,95

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 27

Tabla 37. Requerimiento de materiales del tablero P2

Periodo	Termoplásticos (kg)	Cascarilla de arroz (Kg)	Resina urea-formaldehído (kg)	Catalizador (kg)	Parafina (kg)	Agua (kg)
Año 1	294 015,20	184 518,80	3 906,40	2 441,50	2 441,50	976,60
Año 2	334 387,34	209 855,66	4 442,80	2 776,75	2 776,75	1 110,70
Año 3	377 213,13	236 732,37	5 011,80	3 132,38	3 132,38	1 252,95
Año 4	422 477,50	265 139,50	5 613,20	3 508,25	3 508,25	1 403,30
Año 5	470 195,51	295 086,49	6 247,20	3 904,50	3 904,50	1 561,80

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 28

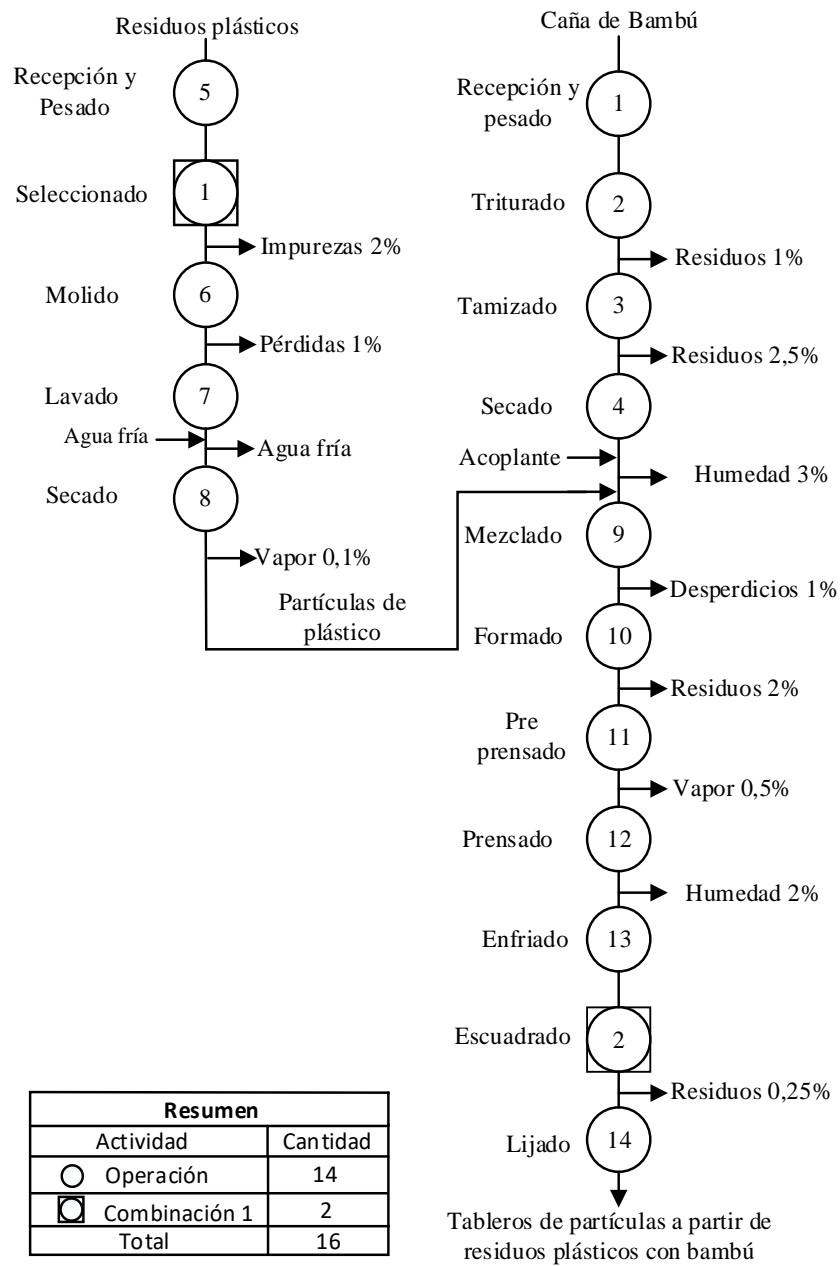


Figura 5. Diagrama de operaciones de proceso

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 29

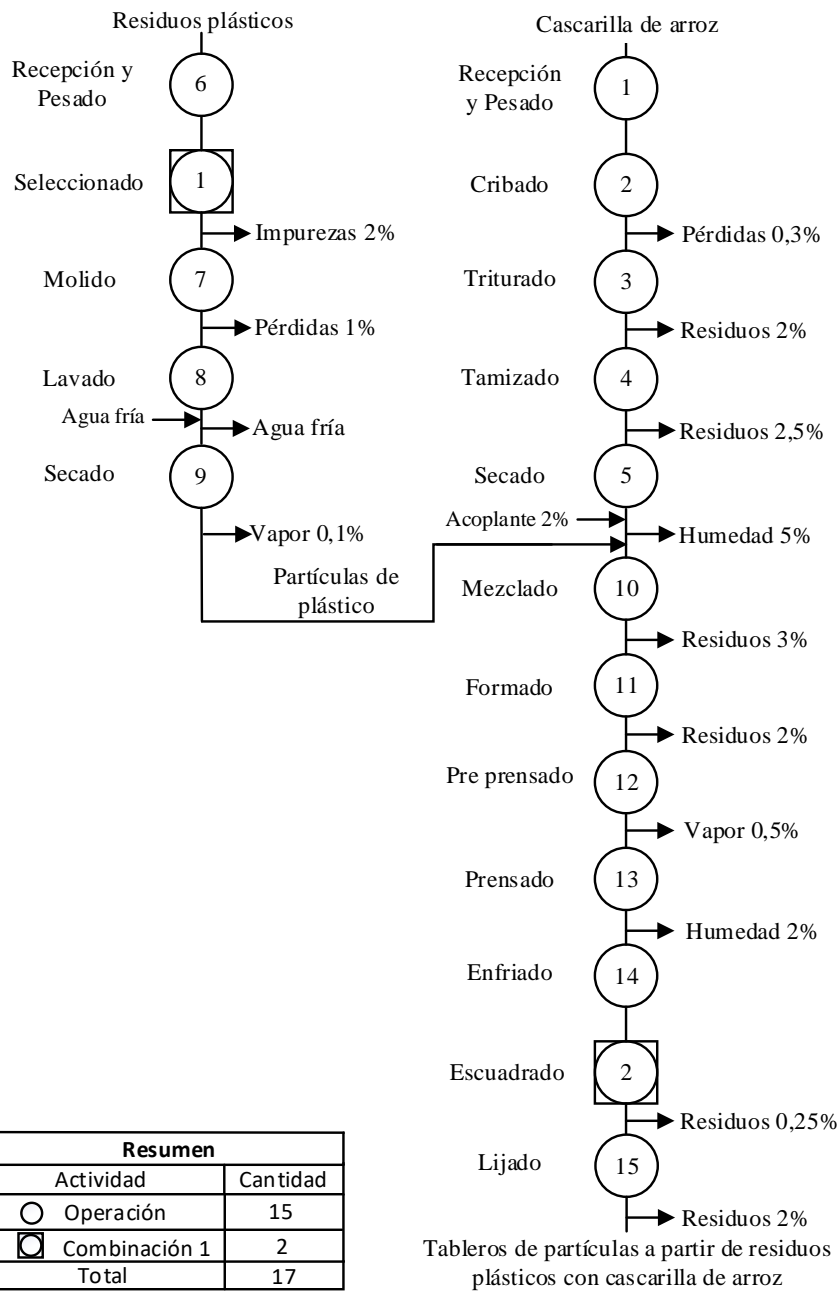




Figura 6. Diagrama de operaciones de proceso
Fuente: Elaboración Propia

Anexo 30

La maquinaria se eligió en base a los requerimientos de producción y mediante una comparación en base a criterios establecidos como: Capacidad, Precio, Consumo energético, Dimensiones.



Maquinarias para la producción de partículas de residuos plásticos

Tabla 38A. Banda transportadora

				Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2		
Marca	TEVA	Pack King		Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Modelo	B01	PK5		
	Criterios			
Capacidad (kg/h)	0 - 1 000	0 – 1 500		
Precio (\$)	4 393	13 880		
Potencia (kW/h)	4,5	5,5		
Dimensiones (m)	Largo: 4,00 Ancho: 0,60 Altura: 2,10	Largo: 3,00 Ancho: 0,60 Altura: 5,10		



Fuente: Elaboración Propia. en base a TEVA, Alibaba.

Tabla 39B. Molino de plásticos

				Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2		
Marca	TEVA	KAIFENG		Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Modelo	M30	KF-PD960		
	Criterios			
Capacidad (kg/h)	380 – 500	300 – 800		
Precio (\$)	8 600	9 999		
Potencia (kW/h)	22,5	40		
Garantía	1 año	1 año		
Dimensiones (m)	Largo: 1,95 Ancho: 1,39 Altura: 2,10	Largo: 3,35 Ancho: 1,87 Altura: 2,46		


Fuente: Elaboración Propia. en base a TEVA, Alibaba.

Tabla 40C. Máquina lavadora por fricción

				Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2		
Marca	BORETECH	TECNOFER		Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Modelo	M CJ600	LO20		
	Criterios			
Capacidad (kg/h)	1 500	480		
Precio (\$)	12 000	7 500		
Potencia (kW/h)	97	15		
Dimensiones (m)	Largo: 1,83 Ancho: 1,59 Altura: 2,17	Largo: 2,25 Ancho: 1,54 Altura: 1,87		

Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba, TECNOFER.


Tabla 41D. Máquina secador rotatorio

			Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	RUILI	SAFED	
Modelo	RU-500	500	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	500	500	
Precio (\$)	7 300	5 995	
Potencia (kW/h)	12,5	14	
Dimensiones (m)	Largo: 1,80	Largo: 3,20	
	Ancho: 0,56	Ancho: 1,50	
	Altura: 2,35	Altura: 1,80	

Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.


Maquinarias para la producción de tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con bambú

Tabla 42E. Máquina trituradora

			Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	Hammer Mill	TYRONE	
Modelo	AKC-350	TLG6032	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	140	120 – 400	
Precio (\$)	1 500	2892	
Potencia (kW/h)	5,5	15	
Dimensiones (m)	Largo: 1,80	Largo: 1,40	
	Ancho: 0,95	Ancho: 1,12	
	Altura: 1,95	Altura: 1,65	


Fuente: Elaboración Propia. en base a Hammer Mill, Alibaba.

Tabla 43F. Máquina tamizadora

			Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	GAOFU	KARAT	
Modelo	SZF-520	DZSF520	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	100	140	
Precio (\$)	1 460	1 800	
Potencia (kW/h)	4	3,5	
Dimensiones (m)	Largo: 2,30	Largo: 2,00	
	Ancho: 0,90	Ancho: 0,70	
	Altura: 1,50	Altura: 1,20	


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 44G. Secador rotatorio de partículas de bambú

				Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2		
Marca	SAFED	SAFED		Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético.
Modelo	200	S150		
	Criterios			
Capacidad (kg/h)	200	100 kg		
Precio (\$)	4 500	4 050		
Potencia (kW/h)	9	7,5		
Dimensiones (m)	Largo: 2,00	Largo: 2,80		
	Ancho: 0,90	Ancho: 1,10		
	Altura: 1,10	Altura: 1,65		

Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 45H. Máquina mezcladora

				Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2		
Marca	TONGDA	HAISI		Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Modelo		HY 250		
	Criterios			
Capacidad (kg/h)	500	280		
Precio (\$)	7 500	3 500		
Potencia (kW/h)	11	5,5		
Dimensiones (m)	Largo: 2,35	Largo: 1,97		
	Ancho: 1,20	Ancho: 0,91		
	Altura: 1,00	Altura: 2,00		


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 46I. Máquina formadora

				Elección de maquinaria
Características	Opción 1	Opción 2		
Marca	YUFA	YUFA		Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Modelo	YF-azulejos de bambú	YF Machinery		
	Criterios			
Capacidad (kg/h)	280	400		
Precio (\$)	8 600	48 237		
Potencia (kW/h)	15	30		
Dimensiones (m)	Largo: 6,00	Largo: 25,00		
	Ancho: 2,50	Ancho: 2,50		
	Altura: 1,70	Altura: 2,60		


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 47J. Máquina de pre prensado

			Elección de maquinaria
			
Características	Opción 1	Opción 2	
Marca	ZHONGDING	ZHONGDING	
Modelo	MK50T	MJ50T	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	280	350	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético.
Precio (\$)	2 700	3 500	
Potencia (kW/h)	9,5	11,5	
Dimensiones (m)	Largo: 2,86	Largo: 2,86	
	Ancho: 1,60	Ancho: 1,30	
	Altura: 2,70	Altura: 2,35	

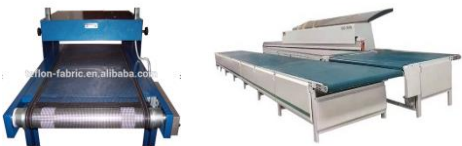
Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 48K. Máquina de prensado en caliente

			Elección de maquinaria
			
Características	Opción 1	Opción 2	
Marca	ZHONGDING	ZD	
Modelo	MH2500/2	BY214	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	280	300	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético.
Precio (\$)	7 500	12 000	
Potencia (kW/h)	12,5	37	
Dimensiones (m)	Largo: 3,10	Largo: 3,85	
	Ancho: 2,60	Ancho: 1,60	
	Altura: 2,32	Altura: 2,21	



Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 49L. Banda transportadora

			Elección de maquinaria
			
Características	Opción 1	Opción 2	
Marca	VICHEN	EDGE BANDING	
Modelo	6001	GD-2400	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	200 kg	250 kg	Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Precio (\$)	3 500	3 800	
Potencia (kW/h)	15	11	
Dimensiones (m)	Largo: 6,00	Largo: 4,00	
	Ancho: 1,60	Ancho: 1,60	
	Altura: 0,95	Altura: 0,90	

Fuente: Elaboración Propia. en base a TEVA, Alibaba.

Tabla 50M. Máquina escuadradora

		Elección de maquinaria	
			
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético.
Marca	MARTIN	DIRIGIR	
Modelo	T60A	MJ-45KB-2	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	250	300	
Precio (\$)	14 800	15 600	
Potencia (kW/h)	7,5	9,5	
Dimensiones (m)	Largo: 2,50	Largo: 2,20	
	Ancho: 1,54	Ancho: 1,54	
	Altura: 1,30	Altura: 1,30	

Fuente: Elaboración Propia. en base a MARTIN, Alibaba.



Tabla 51N. Máquina lijadora

		Elección de maquinaria	
			
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	KINGRUNDA	RUILI	
Modelo	SP1300R-R	LJ-500	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	200	250 kg	
Precio (\$)	15 999	10 800	
Potencia (kW/h)	30	22	
Dimensiones (m)	Largo: 2,80	Largo: 1,80	
	Ancho: 1,36	Ancho: 0,56	
	Altura: 2,05	Altura: 2,35	

Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Maquinarias para la producción de tableros de partículas a partir de los residuos plásticos con cascarilla de arroz

Tabla 52Ñ. Máquina cribadora

		Elección de maquinaria	
			
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	GAOFU	CY-MACH	
Modelo		CYT-620	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	220	250 kg	
Precio (\$)	5 700	3 000	
Potencia (kW/h)	7,4	4	
Dimensiones (m)	Largo: 2,00	Largo: 1,80	
	Ancho: 4,15	Ancho: 0,85	
	Altura: 2,60	Altura: 1,60	


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 53O. Máquina trituradora

						Elección de maquinaria
		Opción 1	Opción 2			
Características						Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca		Hammer Mill	TYRONE			
Modelo		AKC-350	TLG6032			
		Criterios				
Capacidad (kg/h)		250	120 – 400			
Precio (\$)		1 500	2892			
Potencia (kW/h)		7	15			
		Largo: 0,95	Largo: 1,40			
Dimensiones (m)		Ancho: 0,65	Ancho: 1,12			
		Altura: 1,01	Altura: 1,65			



Fuente: Elaboración Propia. en base a Hammer Mill, Alibaba.

Tabla 54P. Máquina tamizadora

						Elección de maquinaria
		Opción 1	Opción 2			
Características						Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca		GAOFU	KARAT			
Modelo		SZF-520	DZSF825			
		Criterios				
Capacidad (kg/h)		300	250 kg			
Precio (\$)		3 300	2 000			
Potencia (kW/h)		4	2,5			
		Largo: 2,80	Largo: 2,5			
Dimensiones (m)		Ancho: 0,90	Ancho: 0,8			
		Altura: 1,70	Altura: 1,9			


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 55Q. Secador rotatorio de cascarilla de arroz

						Elección de maquinaria
		Opción 1	Opción 2			
Características						Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un menor consumo energético.
Marca		SAFED	SAFED			
Modelo		S180	S200			
		Criterios				
Capacidad (kg/h)		180	200 kg			
Precio (\$)		4 500	5 050			
Potencia (kW/h)		10	9			
		Largo: 2,00	Largo: 2,80			
Dimensiones (m)		Ancho: 0,90	Ancho: 1,10			
		Altura: 1,10	Altura: 1,90			


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 56R. Máquina mezcladora

			Elección de maquinaria
			
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	HAISI	TONGDA	
Modelo	HY 400		
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	400	500	
Precio (\$)	5 500	7 500	
Potencia (kW/h)	7,5	11	
Dimensiones (m)	Largo: 2,14	Largo: 2,35	
	Ancho: 0,91	Ancho: 1,20	
	Altura: 2,00	Altura: 1,00	


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 57S. Máquina formadora

			Elección de maquinaria
			
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.
Marca	YUFA	YUFA	
Modelo	YF Machinery	YF-azulejos de bambú	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	400	400 kg	
Precio (\$)	48 237	5 050	
Potencia (kW/h)	30	9	
Dimensiones (m)	Largo: 25,00	Largo: 6,00	
	Ancho: 2,50	Ancho: 2,50	
	Altura: 2,60	Altura: 1,70	


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 58T. Máquina de pre prensado

			Elección de maquinaria
			
Características	Opción 1	Opción 2	Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético.
Marca	ZHONGDING	ZHONGDING	
Modelo	MJ50T	MK02T	
	Criterios		
Capacidad (kg/h)	400	400	
Precio (\$)	3 200	3 700	
Potencia (kW/h)	12,5	15	
Dimensiones (m)	Largo: 2,86	Largo: 2,86	
	Ancho: 1,60	Ancho: 1,30	
	Altura: 2,70	Altura: 2,5	


Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 59U. Máquina de prensado en caliente

			Elección de maquinaria
			<p>Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético.</p>
Características	Opción 1	Opción 2	
Marca	ZHONGDING	ZD	
Modelo	MH4600/2	ZD214	
Criterios			
Capacidad (kg/h)	380	400	
Precio (\$)	8 500	11 00	
Potencia (kW/h)	15	36	
Dimensiones (m)	Largo: 3,10	Largo: 3,10	
	Ancho: 1,60	Ancho: 1,50	
	Altura: 2,35	Altura: 2,35	

Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Tabla 60V. Máquina escuadradora

			Elección de maquinaria
			<p>Se escogió la opción 1, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.</p>
Características	Opción 1	Opción 2	
Marca	MARTIN	DIRIGIR	
Modelo	T60C	MJ-45KB-2	
Criterios			
Capacidad (kg/h)	380	300	
Precio (\$)	11 800	15 600	
Potencia (kW/h)	10	12,5	
Dimensiones (m)	Largo: 2,50	Largo: 2,70	
	Ancho: 1,54	Ancho: 1,54	
	Altura: 1,34	Altura: 1,30	

Fuente: Elaboración Propia. en base a MARTIN, Alibaba.

Tabla 61W. Máquina lijadora

			Elección de maquinaria
			<p>Se escogió la opción 2, porque su capacidad se adecua la capacidad requerida, además cuenta con un bajo precio, menor consumo energético y mínimas dimensiones.</p>
Características	Opción 1	Opción 2	
Marca	KINGRUNDA	RUILI	
Modelo	SP1400R-R	LJ-500	
Criterios			
Capacidad (kg/h)	400	380 kg	
Precio (\$)	22 999	10 800	
Potencia (kW/h)	30	22	
Dimensiones (m)	Largo: 2,80	Largo: 1,80	
	Ancho: 1,36	Ancho: 0,66	
	Altura: 2,05	Altura: 2,35	

Fuente: Elaboración Propia. en base a Alibaba.

Anexo 31

Indicadores de producción

1. Productividad de materia prima

Para el cálculo de la productividad de la materia prima se utilizó los datos de la figura 1, la producción en kg y la entrada de material en kg.

$$\text{Productividad de Materia prima} = \frac{\text{Producción (P)}}{\text{Insumos materiales}} \times 100 \%$$

1.1. Partículas plásticas

$$\text{Productividad de Materia prima} = \frac{362,24 \frac{kg}{h}}{373,74 \frac{kg}{h}} \times 100 \%$$

$$\text{Productividad de Materia prima} = 96,92 \%$$

1.2. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con bambú

$$\text{Productividad de Materia prima} = \frac{200 \frac{kg}{h}}{(69,29+147,06+4,33) \frac{kg}{h}} \times 100 \%$$

$$\text{Productividad de Materia prima} = 90,63 \%$$

1.3. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

$$\text{Productividad de Materia prima} = \frac{325 \frac{kg}{h}}{(150,59+215,19+7,17) \frac{kg}{h}} \times 100 \%$$

$$\text{Productividad de Materia prima} = 87,14 \%$$

2. Número mínimo de estaciones

Para calcular el número de estaciones se sumó todos los tiempos de casa operación dividido entre la operación más lenta, datos obtenidos de la tabla 8.

$$\text{N}^\circ \text{Mínimo de Estaciones} = \frac{\sum \text{tiempos de cada tarea}}{\text{Tiempo de ciclo}}$$

2.1. Partículas plásticas

$$\text{N}^\circ \text{Mínimo de Estaciones} = \frac{(0,171 + 0,188 + 0,20) \frac{min}{kg}}{0,20 \frac{min}{kg \text{ estación}}}$$

$$\text{N}^\circ \text{Mínimo de Estaciones} = 3 \text{ estaciones}$$

2.2. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con bambú

$$\text{N}^\circ \text{Mínimo de Estaciones} = \frac{(0,50 + 0,50 + 0,75 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30) \frac{min}{kg}}{0,75 \frac{min}{kg \text{ estación}}}$$

$$\text{N}^\circ \text{Mínimo de Estaciones} = 5 \text{ estaciones}$$

2.3. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

$$\text{N}^\circ \text{ M\u00ednimo de Estaciones} = \frac{(0,30 + 0,30 + 0,33 + 0,40 + 0,17 + 0,17 + 0,17 + 0,15 + 0,15 + 0,15) \frac{\text{min}}{\text{kg}}}{0,40 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \text{ estaci\u00f3n}}$$

$$\text{N}^\circ \text{ M\u00ednimo de Estaciones} = 6 \text{ estaciones}$$

3. Eficiencia

Para el c\u00e1lculo de la eficiencia se utiliz\u00f3 los datos de la tabla 8 (sumatoria de tiempos de cada operaci\u00f3n y tiempo de operaci\u00f3n m\u00e1s lenta) adem\u00e1s se utiliz\u00f3 el n\u00famero de estaciones calculados previamente.

$$\text{Eficiencia} = \frac{\sum \text{tiempos de cada tarea}}{(\text{M\u00ednimo de estaciones}) \times (\text{Tiempo de ciclo})} \times 100\%$$

3.1. Part\u00edculas pl\u00e1sticas

$$\text{Eficiencia} = \frac{(0,171 + 0,188 + 0,20) \frac{\text{min}}{\text{kg}}}{3 \text{ estaciones} \times 0,20 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \text{ estaci\u00f3n}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 93,15\%$$

3.2. Tablero de part\u00edculas a partir de residuos pl\u00e1sticos con bamb\u00fa

$$\text{Eficiencia} = \frac{(0,50 + 0,50 + 0,75 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30 + 0,30) \frac{\text{min}}{\text{kg}}}{5 \text{ estaciones} \times 0,75 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \text{ estaci\u00f3n}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 94,67\%$$

3.3. Tablero de part\u00edculas a partir de residuos pl\u00e1sticos con cascarilla de arroz

$$\text{Eficiencia} = \frac{(0,30 + 0,30 + 0,33 + 0,40 + 0,17 + 0,17 + 0,17 + 0,15 + 0,15 + 0,15) \frac{\text{min}}{\text{kg}}}{6 \text{ estaciones} \times 0,40 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \text{ estaci\u00f3n}} \times 100\%$$

$$\text{Eficiencia} = 95,73\%$$

4. N\u00famero de operarios

Para el desarrollo del n\u00famero de operarios para el a\u00f1o 5, se utiliz\u00f3 datos de la tabla 8 (tiempo de las operaciones), la eficiencia calculada previamente y la producci\u00f3n diaria (ver anexo 24). Para hallar el n\u00famero de operarios de los dem\u00e1s a\u00f1os solo var\u00eda la cantidad a producir diariamente

$$\# \text{ operarios} = \frac{\text{Tiempo de operaci\u00f3n} \times \text{Producci\u00f3n diaria}}{\text{eficiencia} \times \text{Tiempo diario disponible}}$$

4.1. Part\u00edculas pl\u00e1sticas para el a\u00f1o 5

$$\# \text{ operarios} = \frac{0,56 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \times 17 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}} \times 157 \text{ tableros}}{93,15\% \times 480 \text{ min}}$$

$$\# \text{ operarios} = 3,3 \approx 4 \text{ operarios}$$

4.2. Tablero de part\u00edculas a partir de residuos pl\u00e1sticos con bamb\u00fa para el a\u00f1o 5

$$\# \text{ operarios} = \frac{3,55 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \times 25 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}} \times 58 \text{ tableros}}{94,67\% \times 480 \text{ min}}$$

$$\# \text{ operarios} = 11,33 \approx 12 \text{ operarios}$$

4.3. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz para el año 5

$$\# \text{ operarios} = \frac{2,30 \frac{\text{min}}{\text{kg}} \times 25 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}} \times 99 \text{ tableros}}{95,73 \% \times 480 \text{ min}}$$

$$\# \text{ operarios} = 12,4 \approx 13 \text{ operarios}$$

Resumen de cálculo para todos los años

Tabla 62. Resumen de N° de operarios

	Partículas de plástico	Tablero P1	Tablero P2
	N° de operarios		
año 5	4	12	13
año 4	3	11	12
año 3	3	10	10
año 2	3	9	9
año 1	3	8	8

5. Productividad de mano de obra

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{\text{Producción (P)}}{\text{Insumos humano}}$$

5.1. Partículas plásticas

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{157 \frac{\text{tableros}}{\text{día}} \times 17 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}}}{4 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 667,25 \frac{\text{kg}}{\text{op.} - \text{día}}$$

5.2. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con bambú

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{58 \frac{\text{tableros}}{\text{día}} \times 25 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}}}{12 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 120,8 \frac{\text{kg}}{\text{op.} - \text{día}}$$

5.3. Tablero de partículas a partir de residuos plásticos con cascarilla de arroz

$$\text{Productividad de mano de obra} = \frac{99 \frac{\text{tableros}}{\text{día}} \times 25 \frac{\text{kg}}{\text{tablero}}}{13 \text{ operarios}}$$

$$\text{Productividad de mano de obra} = 190 \frac{\text{kg}}{\text{op.} - \text{día}}$$

Anexo 32

Tabla 63. Área de gerencia

Elementos	n	N	I	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Escritorios	1	2	1,3	0,7	0,78	0,91	1,82	1,50	4,23
Estantes	2	1	1,5	0,6	1,8	0,9	0,9	0,99	5,58
Silla ergonómica	3	1	0,6	0,6	1,6	0,36	0,36	0,40	3,35
Superficie Total m²									13,17
hEE	hEM	k							
1,50	1,65	0,55							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 33

Tabla 64. Área Comercial y Marketing

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	2				1,65	0,5			
Elementos Fijos									
Escritorios	2	1	1,3	0,7	0,78	0,91	0,91	1,21	6,06
Estantes	2	2	1,5	0,6	1,8	0,9	1,8	1,80	8,99
Silla ergonómica	2	1	0,6	0,6	1	0,36	0,36	0,48	2,40
Superficie Total m²									17,46
hEE	hEM	k							
1,24	1,65	0,67							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 34

Tabla 65. Área de Finanzas y Logística

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	2				1,65	0,50			
Elementos Fijos									
Escritorios	2	1	1,30	0,70	0,78	0,91	0,91	1,21	6,06
Estantes	2	2	1,50	0,60	1,8	0,90	1,80	1,80	8,99
Silla ergonómica	2	1	0,60	0,60	1	0,36	0,36	0,48	2,40
Superficie Total m²									17,46
hEE	hEM	k							
1,24	1,65	0,67							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 35

Tabla 66. Sala de reuniones

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	8				1,65	0,5			
Elementos Fijos									
Estantes	2	1	1,5	0,6	1,8	0,9	0,9	1,32	6,24
Silla ergonómica	8	1	0,6	0,6	1	0,36	0,36	0,53	9,99
Mesa para reuniones	1	4	2,2	1,2	0,8	2,64	10,56	9,68	22,88
Superficie Total m²									39,11
hEE	hEM	k							
1,12	1,65	0,73							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 36

Tabla 67. Área Almacén de MP

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Operarios	2				1,65	0,50			
Montacarga	1		2,08	1,06	2,09	2,20			
Elementos Fijos									
Estantería	1	1	4,00	1,50	3,00	6,00	6,00	3,90	15,90
Silos	2	1	2,50	1,80	3,50	4,50	4,50	2,92	23,85
Zona de almacenaje al piso	2	3	6,00	3,00	4,00	18,00	54,00	23,39	190,78
Zona de almacenaje de bambú	2	3	5,00	4,00	2,00	20,00	60,00	25,99	211,98
Superficie Total m²									442,50
hEE	hEM	k							
3,01	1,95	0,32							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 37

Tabla 68. Área de Producción

Elementos	n	N	I	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Operarios	15				1,65	0,50			
Balanza industrial	1		1,00	0,80	0,80	0,80			
Elementos Fijos									
Proceso de partículas de plásticos									
Banda de alimentación	1	2	4,00	0,60	2,10	2,40	4,80	3,59	10,79
Molido	1	2	1,95	1,39	2,10	2,71	5,42	4,06	12,19
Lavado	1	1	2,25	1,54	1,87	3,47	3,47	3,46	10,39
Secado	1	1	1,80	0,56	2,35	1,01	1,01	1,01	3,02
Proceso de tableros de partículas de plásticos con bambú									
Triturado	1	2	1,80	0,95	1,95	1,71	3,42	2,56	7,69
Tamizado	1	2	2,00	0,70	1,20	1,40	2,80	2,10	6,30
Secado	1	1	2,80	1,10	1,65	3,08	3,08	3,08	9,24
Mezclado	1	3	1,97	0,91	2,00	1,79	5,38	3,58	10,75
Formado	1	2	6,00	2,50	1,70	15,00	30,00	22,46	67,46
Pre prensado	1	2	2,86	1,60	2,70	3,72	7,44	5,57	16,72
Prensado	1	2	3,10	1,60	2,35	7,13	14,26	10,68	32,07
Cinta Transportadora	3	2	4,00	1,60	0,90	6,40	12,80	9,58	86,35
Escuadrado	1	2	2,50	1,54	1,30	3,85	7,70	5,77	17,32
Lijado	1	2	1,80	0,66	2,35	1,01	2,02	1,51	4,53
Proceso de tableros de partículas de plásticos con cascarilla de arroz									
Cribado	1	2	1,80	0,85	1,60	1,53	3,06	2,29	6,88
Triturado	1	2	1,80	0,95	1,95	1,71	3,42	2,56	7,69
Tamizado	1	2	2,50	0,80	1,20	2,00	4,00	3,00	9,00
Secado	1	1	2,80	1,10	1,90	3,08	3,08	3,08	9,24
Mezclado	1	3	2,14	0,91	2,00	1,95	5,84	3,89	11,68
Formado	1	2	6,00	2,50	1,70	15,00	30,00	22,46	67,46
Pre prensado	1	2	2,86	1,60	2,70	3,72	7,44	5,57	16,72
Prensado	1	2	3,10	1,60	2,35	7,13	14,26	10,68	32,07
Cinta Transportadora	3	2	4,00	1,60	0,90	6,40	12,80	9,58	86,35
Escuadrado	1	2	2,50	1,54	1,30	3,85	7,70	5,77	17,32
Lijado	1	2	1,80	0,66	2,35	1,01	2,02	1,51	4,53
Superficie Total m²									563,76
hEE	hEM	k							
1,61	1,57	0,49							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 38

Tabla 69. Área Mantenimiento Técnico

Elementos	n	N	I	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Comprensora	2		0,50	0,25	0,30	0,13			
Gata hidráulica	1		0,60	0,30	0,20	0,18			
Pluma hidráulica	1		0,80	0,40	1,00	0,32			
Máquina de soldar	4		0,50	0,30	0,50	0,15			
Escalera de tijera	2		1,20	0,50	2,00	0,60			
Personal	2				1,65	0,5			
Elementos Fijos									
Escritorio	1	1	1,10	0,70	0,80	0,77	0,77	0,71	2,25
Mesa de reparación de acero	1	4	2,00	0,80	0,60	1,6	6,4	3,67	11,67
Prensa	1	2	0,70	0,65	1,50	0,455	0,91	0,63	1,99
Silla ergonómica	2	1	0,60	0,60	1,00	0,36	0,36	0,33	2,10
Estante	3	1	2,00	0,70	2,00	1,4	1,4	1,28	12,25
Superficie Total m²									30,25
hEE	hEM	k							
1,47	1,35	0,46							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 39

Tabla 70. Área Almacén de PT

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Operarios	3				1,65	0,50			
Montacarga	1		2,08	1,06	2,09	2,20			
Elementos Fijos									
Área compacta	2	1	39,04	2,44	2,00	95,26	95,26	91,06	563,15
Superficie Total m²									563,15
hEE	hEM	k							
2,00	1,91	0,48							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 40

Tabla 71. Área de Control de Calidad

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	2				1,65	0,5			
Elementos Fijos									
Mesa central de laboratorio	1	4	1,5	1	0,9	1,5	6	5,78	13,28
Lavatorio	1	1	1	0,5	0,9	0,5	0,5	0,77	1,77
Congeladora	1	1	0,7	0,6	2	0,42	0,42	0,65	1,49
Silla ergonómica	2	1	0,6	0,6	1	0,36	0,36	0,56	2,55
Superficie Total m²									19,09
hEE	hEM	k							
1,07	1,65	0,77							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 41

Tabla 72. Área Seguridad y Salud Ocupacional

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	5				1,65	0,5			
Elementos Fijos									
Escritorio	2	1	1,30	0,70	0,80	0,91	0,91	1,44	6,52
Mesa	1	4	2,00	0,80	0,60	1,6	6,4	6,32	14,32
Silla ergonómica	5	1	0,60	0,60	1,00	0,36	0,36	0,57	6,45
Estante	3	1	1,50	0,60	1,50	0,9	0,9	1,42	9,67
Superficie Total m²									36,96
hEE	hEM	k							
1,04	1,65	0,79							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 42

Tabla 73. Área de Operaciones

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	2				1,65	0,5			
Elementos Fijos									
Escritorio	2	2	1,30	0,70	0,80	0,91	1,82	2,53	10,52
Mesa	1	4	2,00	0,80	0,60	1,6	6,4	7,42	15,42
Silla ergonómica	2	1	0,60	0,60	1,00	0,36	0,36	0,67	2,77
Estante	1	1	1,50	0,60	1,50	0,9	0,9	1,67	3,47
Superficie Total m²									32,18
hEE	hEM	k							
0,89	1,65	0,93							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 43

Tabla 74. Área de SS.HH. Hombres

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Lavatorio	2	1	0,5	0,7	1,2	0,35	0,35	0,53	2,46
Urinario	2	1	0,6	0,9	1,3	0,54	0,54	0,81	3,79
Inodoro	2	1	1,1	0,7	0,9	0,77	0,77	1,16	5,40
Superficie Total m²									11,65
hEE	hEM	k							
1,09	1,65	0,75							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 44

Tabla 75. Área de SS.HH. Mujeres

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Lavatorio	2	1	0,5	0,7	1,2	0,35	0,35	0,58	2,56
Inodoro	2	1	1,1	0,7	0,9	0,77	0,77	1,28	5,64
Superficie Total m²									8,20
hEE	hEM	k							
0,99	1,65	0,83							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 45

Tabla 76. Patio de Maniobras

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Operarios	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Zona de Estacionamiento	1	4	12,5	3	4	37,50	150,00	38,67	226,17
Superficie Total m²									226,17
hEE	hEM	k							
4,00	1,65	0,21							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 46

Tabla 77. Área de Desechos

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Operarios	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Contenedores	4	2	1,5	1,1	1,3	1,65	3,30	3,14	32,37
Superficie Total m²									32,37
hEE	hEM	k							
1,30	1,65	0,63							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 47

Tabla 78. Área de Vigilancia

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Silla	1	1	0,4	0,51	0,57	0,20	0,20	0,47	0,88
Escritorio	1	2	0,9	0,8	0,75	0,72	1,44	2,51	4,67
Superficie Total m²									5,55
hEE	hEM	k							
0,71	1,65	1,16							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 48

Tabla 79. Área de Recepción

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	1					1,65	0,50		
Elementos Fijos									
Sofá 1 cuerpo	1	1	0,9	0,77	0,85	0,69	0,69	1,12	2,50
Sofá 2 cuerpos	1	1	2,50	0,77	0,85	1,93	1,93	3,11	6,96
Escritorio	1	2	0,8	2,6	1,2	2,08	4,16	5,04	11,28
Silla	2	1	0,45	0,6	1,17	0,27	0,27	0,44	1,95
Superficie Total m²									22,69
hEE	hEM	k							
1,02	1,65	0,81							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 49

Tabla 80. Área Limpieza

Elementos	n	N	l	a	h	Radio	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles										
Lustradora	2		0,65	0,50	1,20		0,33			
Contenedor de basura	4		0,50	0,50	1,00		0,25			
Recogedor	3		0,30	0,25	0,50		0,08			
Escobas	3		0,30	0,10	1,20		0,03			
Baldes	3				0,25	0,15	0,07			
Personal	2				1,65		0,5			
Elementos Fijos										
Banca	1	1	1,50	0,50	0,50		0,75	0,75	0,72	2,22
Lavatorio	1	1	1,00	0,50	0,90		0,5	0,5	0,48	1,48
Estante	1	1	1,50	0,60	2,00		0,9	0,9	0,86	2,66
Superficie Total m²										6,35
hEE	hEM	k								
1,22	1,17	0,48								

Fuente: Elaboración propia

Anexo 50

Tabla 81. Área de desinfección

Elementos	n	N	l	a	h	Ss	Sg	Se	St
Elementos Móviles									
Personal	1					1,65	0,5		
Elementos Fijos									
Lavatorio	2	1	0,5	0,7	1,2	0,35	0,35	0,77	2,94
Pediluvio sanitario	1	1	0,8	0,8	0,15	0,64	0,64	1,41	2,69
Dispensador desinfectante	1	1	0,5	0,3	1,2	0,15	0,15	0,33	0,63
Superficie Total m²									6,26
hEE	hEM	k							
0,75	1,65	1,10							

Fuente: Elaboración propia

Anexo 54

Tabla 84. Área de Desechos

Código	Proximidad	Símbolo
A	Altamente necesaria	=====
E	Especialmente necesaria	=====
I	Importante necesaria	=====
O	Ordinaria necesaria	=====
U	Ninguna	No Aplica
X	Indeseable	-----

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 55

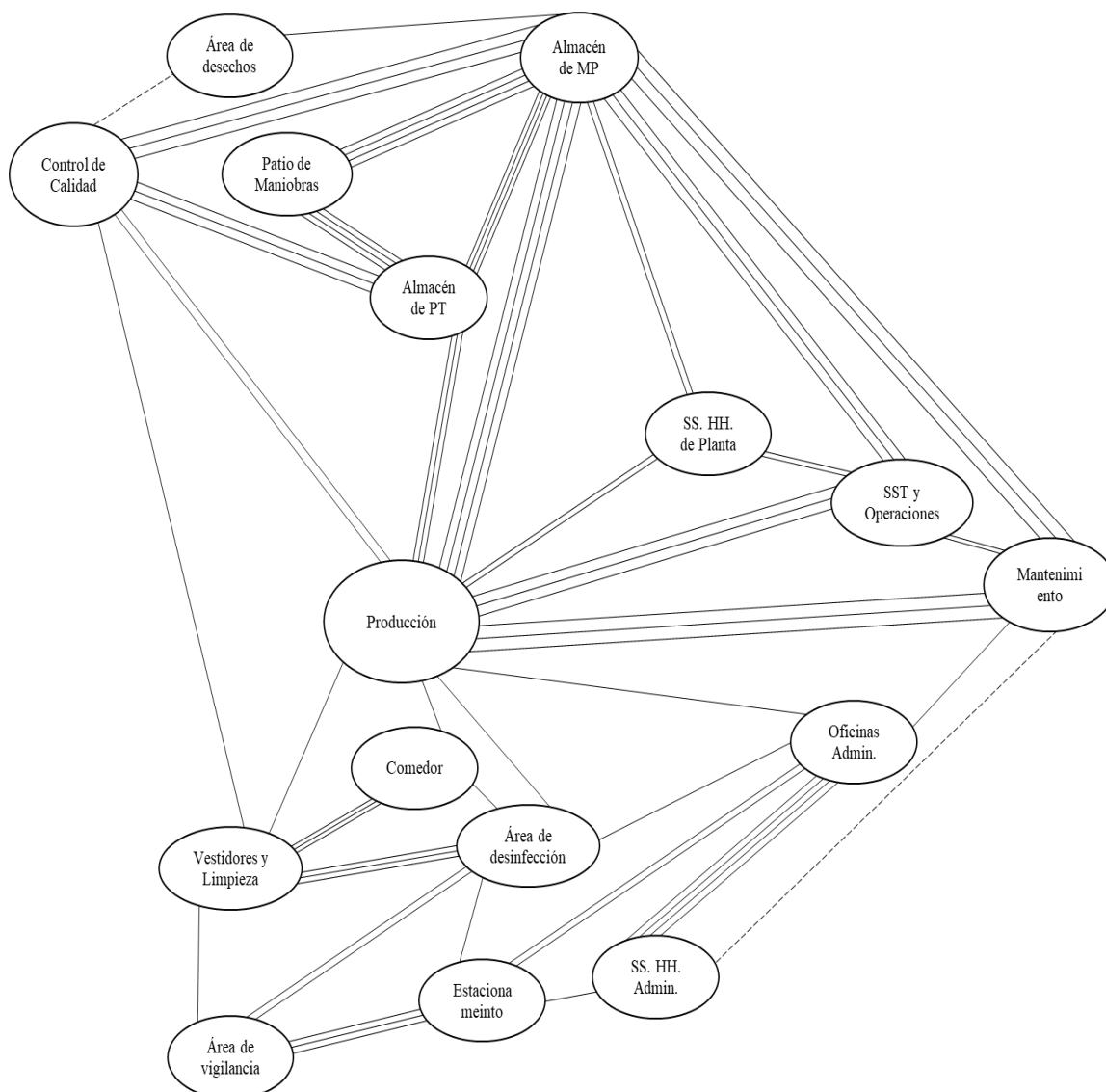
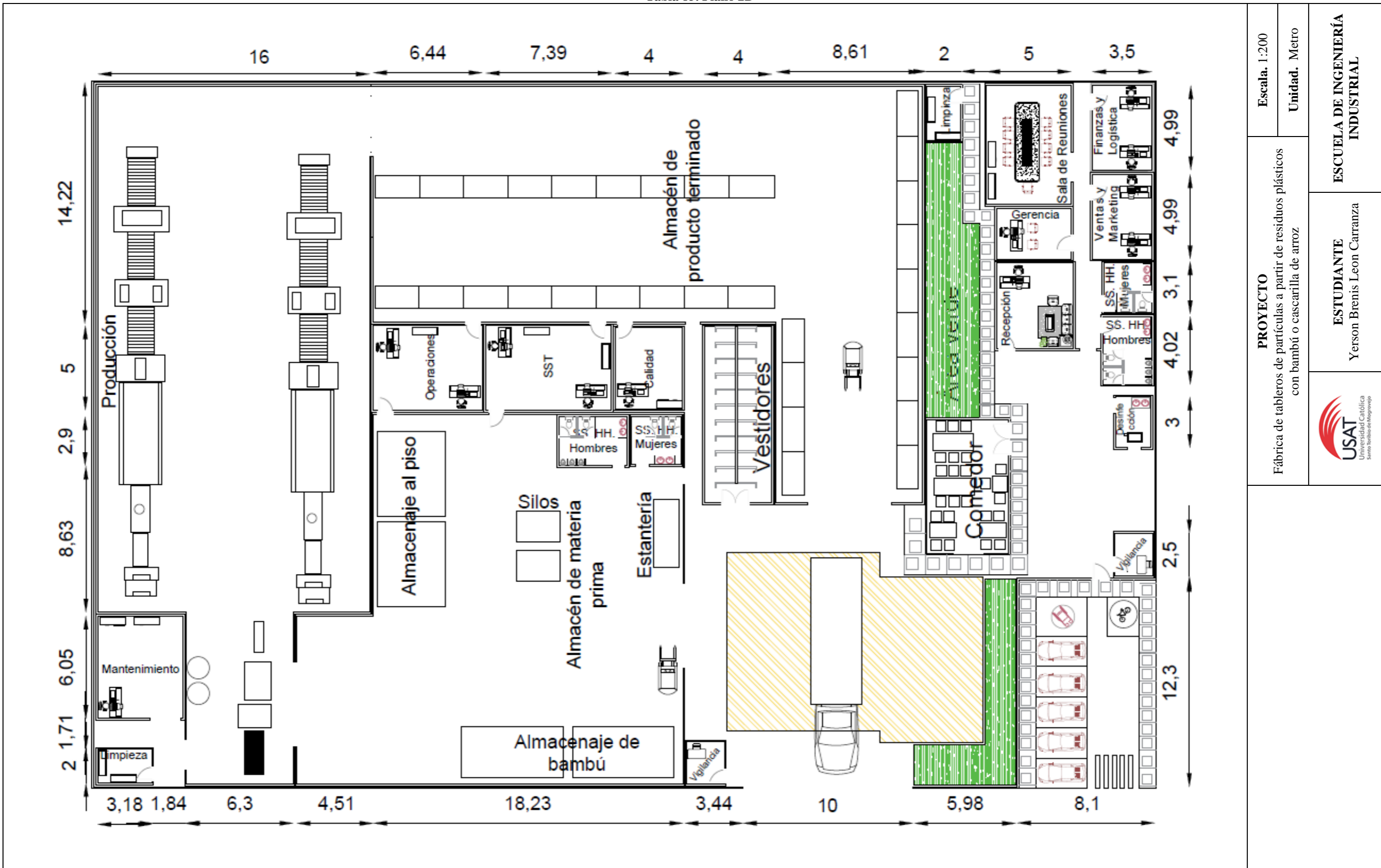


Figura 8. Diagrama de relación de actividades

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 56
Tabla 85. Plano 2D



Fuente: Elaboración propia

<p>PROYECTO Fábrica de tableros de partículas a partir de residuos plásticos con bambú o cascarilla de arroz</p>	<p>Escala. 1:200</p>
	<p>Unidad. Metro</p>
 <p>USAT Universidad Católica Santo Tomás de Magrope</p>	<p>ESTUDIANTE Yerson Brenis Leon Carranza</p>
	<p>ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL</p>

Anexo 57

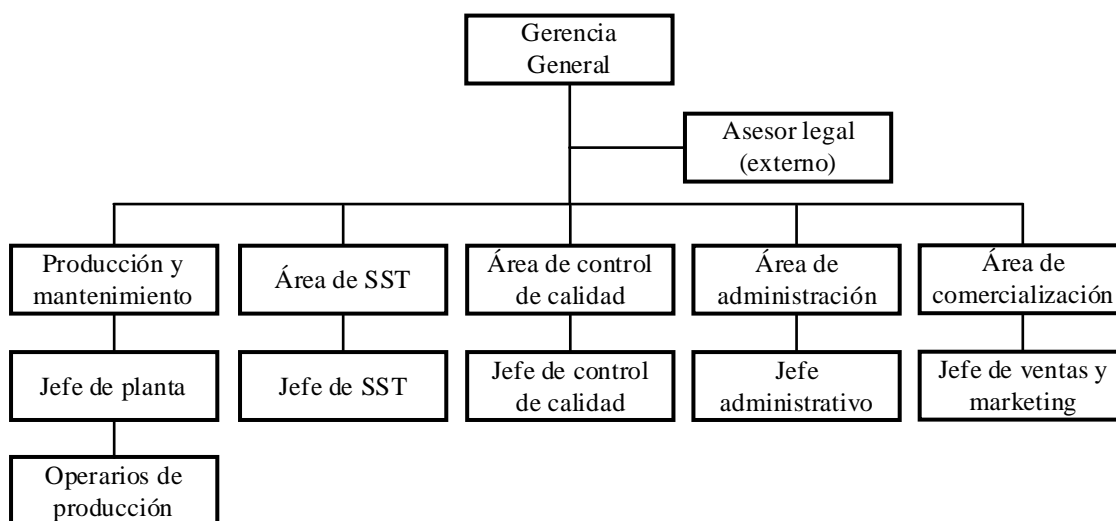


Figura N° 9. Organigrama
Fuente: Elaboración propia

Anexo 58

Tabla 86. Funciones de los colaboradores de la fábrica

Cargo	Funciones
Gerente General	Diseñar y desarrollar planes estratégicos y operacionales de cada área de la empresa. Establecer políticas y fijar objetivos de acuerdo con las actividades de la empresa. Realizar evaluaciones periódicas de puestos de trabajo y capacitación.
Asesor Legal	Brindar asesoría a la empresa de cualquier asunto relacionada a temas jurídicos.
Jefe de Planta	Planificar y controlar los procesos, disponibilidad de materia prima e insumos. Supervisar el proceso de fabricación y la disponibilidad de recursos.
Jefe de control de calidad	Inspeccionar y controlar la calidad de la materia prima y producto terminado. Asegurar que el producto terminado cumpla con los estándares de calidad del mercado.
Jefe administrativo	Planificar, ejecutar, verificar y controlar todos los procesos administrativos de la empresa relacionados a los procesos de logística y finanzas.
Jefe de ventas y marketing	Brindar asesoría a nuestros clientes y mantener una búsqueda constante de nuevos clientes. Verificar que los clientes reciban el producto en el periodo establecido.
Operarios de producción	Participar en el proceso de fabricación de los tableros de partículas. Realizar trabajos técnicos relacionados con maquinarias y equipos. Realizar otras actividades asignadas por su jefe inmediato.
Almaceneros	Recepcionar la materia prima e insumos y registrar su ingreso. Controlar el inventario de materia prima, insumos y producto terminado.
Personal de limpieza	Limpiar diariamente las diferentes áreas de la empresa.
Vigilantes	Brindar el servicio de seguridad a la empresa.

Fuente: Elaboración propia

Anexo 59

Tabla 87A. Costos de producción

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos Directos de Producción					
Materiales Directos P1	S/.263 416	S/.299 582	S/.337 964	S/.378 516	S/.421 261
Materiales Directos P2	S/.278 745	S/.317 020	S/.357 621	S/.400 535	S/.445 775
Materiales Indirectos P1	S/.3 584	S/.4 076	S/.4 599	S/.5 151	S/.5 732
Materiales Indirectos P2	S/.6 072	S/.6 906	S/.7 790	S/.8 725	S/.9 710
Mano de Obra Directa Fabrc. Plásticos	S/.65 232	S/.65 232	S/.65 232	S/.65 232	S/.86 976
Mano de Obra Directa P1	S/.173 952	S/.195 696	S/.217 440	S/.239 184	S/.260 928
Mano de Obra Directa P2	S/.173 952	S/.195 696	S/.217 440	S/.260 928	S/.282 672
Total costo directos de producción	S/.964 953	S/.1 084 208	S/.1 208 086	S/.1 358 270	S/.1 513 054
Costos Indirectos de Fabricación					
Mano de obra indirecta	S/.200 226	S/.200 226	S/.200 226	S/.200 226	S/.200 226
Suministros	S/.226 924	S/.226 924	S/.226 924	S/.226 924	S/.226 924
Total costos indirectos de fabricación	S/.427 150	S/.427 150	S/.427 150	S/.427 150	S/.427 150
Total de costos de producción	S/.1 392 103	S/.1 511 358	S/.1 635 236	S/.1 785 420	S/.1 940 204

Fuente: Elaboración propia

Tabla 88B. Consumo de energía anual por maquinarias

Tipo de Maquinaria	N° de Máquinas	Consumo de Energía (kW/h)	Consumo de Energía (kW/día)	Consumo de Energía (kW/mes)	Costo de Energía (kW/h)	Costo Anual
Banda de alimentación	1	4,50	36,00	936,00	S/.0,29	S/.3 257,28
Molido	1	22,50	180,00	4 680,00	S/.0,29	S/.16 286,40
Lavado	1	15,00	120,00	3 120,00	S/.0,29	S/.10 857,60
Secado	1	12,50	100,00	2 600,00	S/.0,29	S/.9 048,00
Triturado	1	5,50	44,00	1 144,00	S/.0,29	S/.3 981,12
Tamizado	1	3,50	28,00	728,00	S/.0,29	S/.2 533,44
Secado	1	7,50	60,00	1 560,00	S/.0,29	S/.5 428,80
Mezclado	1	5,50	44,00	1 144,00	S/.0,29	S/.3 981,12
Formado	1	15	120	3120	S/.0,29	S/.10 857,60
Pre prensado	1	9,5	76	1976	S/.0,29	S/.6 876,48
Prensado	1	12,5	100	2600	S/.0,29	S/.9 048,00
Cinta Transportadora	3	11	264	6864	S/.0,29	S/.23 886,72
Escuadrado	1	7,5	60	1560	S/.0,29	S/.5 428,80
Lijado	1	22	176	4576	S/.0,29	S/.15 924,48
Cribado	1	4	32	832	S/.0,29	S/.2 895,36
Triturado	1	7	56	1456	S/.0,29	S/.5 066,88
Tamizado	1	2,5	20	520	S/.0,29	S/.1 809,60
Secado	1	9	72	1872	S/.0,29	S/.6 514,56
Mezclado	1	7,5	60	1560	S/.0,29	S/.5 428,80
Formado	1	15	120	3120	S/.0,29	S/.10 857,60
Pre prensado	1	12,5	100	2600	S/.0,29	S/.9 048,00
Prensado	1	15	120	3120	S/.0,29	S/.10 857,60
Cinta Transportadora	3	11	264	6864	S/.0,29	S/.23 886,72
Escuadrado	1	10	80	2080	S/.0,29	S/.7 238,40
Lijado	1	22	176	4576	S/.0,29	S/.15 924,48
TOTAL						S/.226 923,84

Fuente: Elaboración propia

Anexo 60

Tabla 89. Gastos administrativos

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sueldos administrativos	S/.155 832	S/.155 832	S/.155 832	S/.155 832	S/.155 832
Materiales y útiles de oficina	S/.4 800	S/.4 800	S/.4 800	S/.4 800	S/.4 800
Consumo de luz eléctrica	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400
Teléfono	S/.600	S/.600	S/.600	S/.600	S/.600
Internet	S/.1 800	S/.1 800	S/.1 800	S/.1 800	S/.1 800
Agua	S/.7 200	S/.7 200	S/.7 200	S/.7 200	S/.7 200
Gasto Total	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632

Fuente: Elaboración propia

Anexo 61

Tabla 90. Gastos de comercialización

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Sueldo de colaboradores	S/.245 979	S/.245 979	S/.245 979	S/.245 979	S/.245 979
Gastos de marketing					
Promoción	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400
Investigación de Mercados	S/.7 200	S/.7 200	S/.7 200	S/.7 200	S/.7 200
Movilidades	S/.960	S/.960	S/.960	S/.960	S/.960
Total Gastos de marketing	S/.16 560	S/.16 560	S/.16 560	S/.16 560	S/.16 560
Gastos de ventas					
Papelería	S/.2 400	S/.2 400	S/.2 400	S/.2 400	S/.2 400
Movilidad	S/.960	S/.960	S/.960	S/.960	S/.960
Comisiones	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400	S/.8 400
Total Gastos de ventas	S/.11 760	S/.11 760	S/.11 760	S/.11 760	S/.11 760
Gastos de distribución					
Flete de adquisición de materiales	S/.3 600	S/.3 600	S/.3 600	S/.3 600	S/.3 600
Flete de distribución	S/.2 400	S/.2 400	S/.2 400	S/.2 400	S/.2 400
Movilidades	S/.960	S/.960	S/.960	S/.960	S/.960
Mantenimiento	S/.12 000	S/.12 000	S/.12 000	S/.12 000	S/.12 000
Total Gastos de distribución	S/.18 960	S/.18 960	S/.18 960	S/.18 960	S/.18 960
Gastos totales de comercialización	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259

Fuente: Elaboración propia

Anexo 62

Tabla 91. Gastos financieros

Ítems	Pre Operativo	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Préstamo a largo plazo	S/.1 751 928	S/.1 576 735	S/.1 401 542	S/.1 226 350	S/.1 051 157	S/.875 964
Intereses		S/.525 578	S/.473 021	S/.420 463	S/.367 905	S/.315 347
Amortizaciones		S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193	S/.175 193
Total de gastos financieros		S/.700 771	S/.648 213	S/.595 656	S/.543 098	S/.490 540

Fuente: Elaboración propia

Anexo 63

Tabla 92A. Depreciación de activos fungibles

Descripción	Activos Total	Depreciación				
		Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Construcciones	S/.103 497	S/.5 175	S/.5 175	S/.5 175	S/.5 175	S/.5 175
Infraestructura Industrial	S/.543 120	S/.36 208	S/.36 208	S/.36 208	S/.36 208	S/.36 208
Maquinaria	S/.568 260	S/.56 826	S/.56 826	S/.56 826	S/.56 826	S/.56 826
Equipo de Producción	S/.30 866	S/.6 173	S/.6 173	S/.6 173	S/.6 173	S/.6 173
Equipo de Oficina	S/.16 750	S/.2 792	S/.2 792	S/.2 792	S/.2 792	S/.2 792
Equipo de Laboratorio	S/.20 783	S/.4 157	S/.4 157	S/.4 157	S/.4 157	S/.4 157
Equipo de Mantenimiento	S/.6 934	S/.1 387	S/.1 387	S/.1 387	S/.1 387	S/.1 387
Sistema de Tratamiento de Agua	S/.5 400	S/.1 080	S/.1 080	S/.1 080	S/.1 080	S/.1 080
Transporte	S/.196 000	S/.28 000	S/.28 000	S/.28 000	S/.28 000	S/.28 000
Total	S/.1 491 610	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797

Fuente: Elaboración propia

Tabla 93B. Equipos de producción

Ítems	Cantidad (Ud.)	Precio (S/.)	Total
Stoka	2	S/.1 699,00	S/.3 398,00
Balanza Industrial	1	S/.1 200,00	S/.1 200,00
Pallets	62	S/.75,00	S/.4 650,00
Montacarga	2	S/.8 059,00	S/.16 118,00
Estantería	1	S/.5 500,00	S/.5 500,00
Total			S/.30 866,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 94C. Equipos de oficina

Ítems	Cantidad (Ud.)	Precio (S/.)	Total
Computadoras	10	1300	S/.13 000,00
Escritorio	10	S/.85,00	S/.850,00
Estantes	17	S/.75,00	S/.1 275,00
Sillas	25	S/.65,00	S/.1 625,00
Total			S/.16 750,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 95D. Equipos de laboratorio

Ítems	Cantidad (Ud.)	Precio (S/.)	Total
Máquina universal de ensayo	1	S/.7 029,00	S/.7 029,00
Mesa central de laboratorio	1	S/.720,00	S/.720,00
Lavatorio	1	S/.125,00	S/.125,00
Dinamómetro	1	S/.800,00	S/.800,00
Medidor de humedad	1	S/.650,00	S/.650,00
Densitómetro electrónico	1	S/.3 500,00	S/.3 500,00
Congeladora	1	S/.400,00	S/.400,00
Abrasímetro	1	S/.5 023,00	S/.5 023,00
Fotoespectrómetro	1	S/.2 536,00	S/.2 536,00
Total			S/.20 783,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 96E. Equipos de mantenimiento

Ítems	Cantidad (Ud.)	Precio (S/.)	Total
Comprensora	1	S/.500,00	S/.500,00
Gata hidráulica	1	S/.234,00	S/.234,00
Pluma hidráulica	1	S/.600,00	S/.600,00
Máquina de soldar	1	S/.1 300,00	S/.1 300,00
Escalera de tijera	1	S/.900,00	S/.900,00
Mesa de reparación de acero	1	S/.400,00	S/.400,00
Prensa	1	S/.3 000,00	S/.3 000,00
Total			S/.6 934,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 97F. Equipos de tratamiento de agua

Ítems	Cantidad (Ud.)	Precio (S/.)	Total
Agitador Tipo Ancla	1	S/.2 800,00	S/.2 800,00
Motor	1	S/.600,00	S/.600,00
Tanque de acero inoxidable	1	S/.1 200,00	S/.1 200,00
Tanque Plástico	1	S/.500,00	S/.500,00
Complementos	-	S/.300,00	S/.300,00
Total			S/.5 400,00

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98G. Vehículos de transporte

Ítems	Cantidad (Ud.)	Precio (S/.)	Total
Furgón	2	S/.80 000,00	S/.160 000,00
Camioneta	1	S/.36 000,00	S/.36 000,00
Total			S/.196 000,00

Fuente: Elaboración propia

Anexo 64

Tabla 99. Punto de equilibrio

Ítems	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos de producción					
Materiales Directos P1	S/.263 416	S/.299 582	S/.337 964	S/.378 516	S/.421 261
Materiales Directos P2	S/.278 745	S/.317 020	S/.357 621	S/.400 535	S/.445 775
Materiales Indirectos P1	S/.3 584	S/.4 076	S/.4 599	S/.5 151	S/.5 732
Materiales Indirectos P2	S/.6 072	S/.6 906	S/.7 790	S/.8 725	S/.9 710
Mano de Obra Directa Fabrc. Plásticos	S/.65 232	S/.65 232	S/.65 232	S/.65 232	S/.86 976
Mano de Obra Directa P1	S/.173 952	S/.195 696	S/.217 440	S/.239 184	S/.260 928
Mano de Obra Directa P2	S/.173 952	S/.195 696	S/.217 440	S/.260 928	S/.282 672
Gastos de fabricación	S/.427 150	S/.427 150	S/.427 150	S/.427 150	S/.427 150
Total de costos variables P1	S/.687 144	S/.745 545	S/.806 193	S/.869 041	S/.944 984
Total de costos variables P2	S/.704 960	S/.765 813	S/.829 043	S/.916 379	S/.995 220
Total Costo Variable	S/.1 392 103	S/.1 511 358	S/.1 635 236	S/.1 785 420	S/.1 940 204
Gastos operativos					
Gastos administrativos	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632	S/.178 632
Gastos de comercialización	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259	S/.293 259
Gastos financieros	S/.700 771	S/.648 213	S/.595 656	S/.543 098	S/.490 540
Total de costos fijos	S/.1 172 662	S/.1 120 104	S/.1 067 547	S/.1 014 989	S/.962 431
Total de costos	S/.1 859 806	S/.1 865 650	S/.1 873 740	S/.1 884 030	S/.1 907 415
Ingresos totales P1	S/.910 870	S/.1 043 270	S/.1 175 008	S/.1 311 523	S/.1 462 213
Ingresos totales P2	S/.1 543 028	S/.1 767 346	S/.1 990 436	S/.2 221 705	S/.2 477 015
Ingreso Total	S/.2 453 898	S/.2 810 616	S/.3 165 444	S/.3 533 227	S/.3 939 228
Punto de equilibrio en soles P1	S/.1 005 979	S/.899 414	S/.819 742	S/.761 629	S/.703 983
Punto de equilibrio en soles P2	S/.1 704 144	S/.1 523 648	S/.1 388 623	S/.1 290 191	S/.1 192 560
Punto de equilibrio en soles Total	S/.2 710 122	S/.2 423 062	S/.2 208 365	S/.2 051 819	S/.1 896 543
Punto de equilibrio en planchas P1	12 734	11 305	10 320	9 621	8 877
Punto de equilibrio en planchas P2	21 571	19 151	17 482	16 299	15 039
Punto de equilibrio en planchas Total	34 305	30 456	27 803	25 920	23 916

Fuente: Elaboración propia

Anexo 65

Tabla 100. Cálculo de la tasa mínima aceptada de rendimiento

Inversión TMAR = % Tasa inflacionaria + % de lo que se piensa ganar			
Inversión propia	3,50%	7%	10,50%
Inversión financiada		11%	11,00%
	% de Aporte	TMAR	PONDERADO
Inversión propia	0,20	0,105	0,021
Inversión financiada	0,80	0,110	0,088
		TMAR GLOBAL	0,109
			10,90%

Fuente: Elaboración propia

Anexo 66

Tabla 101. Análisis de sensibilidad del precio

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		S/.2 392 551	S/.2 801 698	S/.3 156 574	S/.3 524 033	S/.3 929 077
3%		S/.2 320 774	S/.2 717 647	S/.3 061 876	S/.3 418 312	S/.3 811 205
5%		S/.2 272 923	S/.2 661 613	S/.2 998 745	S/.3 347 831	S/.3 732 624
7%		S/.2 225 072	S/.2 605 579	S/.2 935 613	S/.3 277 351	S/.3 654 042
Egresos		S/.2 706 563	S/.2 773 259	S/.2 844 579	S/.2 942 205	S/.3 044 432
Saldo		-S/.314 012	S/.28 439	S/.311 994	S/.581 827	S/.884 646
Saldo 1		-S/.385 789	-S/.55 612	S/.217 297	S/.476 106	S/.766 774
Saldo 2		-S/.433 640	-S/.111 646	S/.154 166	S/.405 626	S/.688 192
Saldo 3		-S/.481 491	-S/.167 680	S/.91 034	S/.335 145	S/.609 610
Impuesto 1				S/.65 189	S/.142 832	S/.230 032
Impuesto 2				S/.46 250	S/.121 688	S/.206 458
Impuesto 3				S/.27 310	S/.100 544	S/.182 883
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Flujo neto efectivo	-S/.438 743	-S/.172 215	S/.161 704	S/.360 193	S/.549 076	S/.761 049
Flujo neto efectivo 1	-S/.438 743	-S/.243 991	S/.86 185	S/.293 905	S/.475 072	S/.678 539
Flujo neto efectivo 2	-S/.438 743	-S/.291 842	S/.30 151	S/.249 713	S/.425 735	S/.623 532
Flujo neto efectivo 3	-S/.438 743	-S/.339 693	-S/.25 883	S/.205 521	S/.376 399	S/.568 524
TMAR	10,90 %					
TIR	35,26 %					
TIR 1	24,4%					
TIR 2	17,1%					
TIR 3	9,8%					

Fuente: Elaboración propia

Anexo 67

Tabla 102. Análisis de sensibilidad de mano de obra

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		S/.2 392 551	S/.2 801 698	S/.3 156 574	S/.3 524 033	S/.3 929 077
8 %		S/.446 187	S/.493 154	S/.540 121	S/.610 572	S/.681 022
12 %		S/.462 712	S/.511 419	S/.560 125	S/.633 185	S/.706 245
16 %		S/.479 238	S/.529 684	S/.580 130	S/.655 799	S/.731 468
MOD		S/.413 136	S/.456 624	S/.500 112	S/.565 344	S/.630 576
Otros Gastos De Prod.		S/.978 967	S/.1 054 734	S/.1 135 124	S/.1 220 076	S/.1 309 628
Gastos De Operación		S/.1 172 662	S/.1 172 662	S/.1 172 662	S/.1 172 662	S/.1 172 662
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Egresos 1		S/.2 739 613	S/.2 862 347	S/.2 989 704	S/.3 145 107	S/.3 305 109
Egresos 2		S/.2 756 139	S/.2 880 612	S/.3 009 708	S/.3 167 720	S/.3 330 332
Egresos 3		S/.2 772 664	S/.2 898 877	S/.3 029 713	S/.3 190 334	S/.3 355 555
Egresos		S/.2 706 563	S/.2 773 259	S/.2 844 579	S/.2 942 205	S/.3 044 432
Saldo 1	-S/.438 743	-S/.347 063	-S/.60 649	S/.166 870	S/.378 926	S/.623 968
Saldo 2	-S/.438 743	-S/.363 588	-S/.78 914	S/.146 865	S/.356 313	S/.598 745
Saldo 3	-S/.438 743	-S/.380 114	-S/.97 179	S/.126 861	S/.333 699	S/.573 522
Saldo	-S/.438 743	-S/.314 012	S/.28 439	S/.311 994	S/.581 827	S/.884 646
Impuesto 1				S/.44 060	S/.106 894	S/.179 624
Impuesto 2				S/.38 058	S/.100 110	S/.172 057
Impuesto 3				S/.93 598	S/.174 548	S/.265 394
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Flujo neto efectivo	-S/.438 743	-S/.205 266	S/.81 148	S/.264 607	S/.413 830	S/.586 142
Flujo neto efectivo 1	-S/.438 743	-S/.221 791	S/.62 883	S/.250 604	S/.398 000	S/.568 486
Flujo neto efectivo 2	-S/.438 743	-S/.238 317	S/.44 618	S/.175 060	S/.300 948	S/.449 926
Flujo neto efectivo 3	-S/.438 743	-S/.172 215	S/.161 704	S/.360 193	S/.549 076	S/.761 049
TMAR		10,90 %				
TIR		35,26 %				
TIR 1		21,83%				
TIR2		19,24%				
TIR 3		9,91%				

Fuente: Elaboración propia

Anexo 68

Tabla 103. Análisis de sensibilidad de materia prima

Ítems	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		S/.2 392 551	S/.2 801 698	S/.3 156 574	S/.3 524 033	S/.3 929 077
20 %		S/.650 593	S/.650 593	S/.650 593	S/.650 593	S/.650 593
40 %		S/.759 026	S/.759 026	S/.759 026	S/.759 026	S/.759 026
60 %		S/.867 458	S/.867 458	S/.867 458	S/.867 458	S/.867 458
Material Directo		S/.542 161	S/.542 161	S/.542 161	S/.542 161	S/.542 161
Otros Gastos de Prod.		S/.849 942	S/.849 942	S/.849 942	S/.849 942	S/.849 942
Gastos De Operación		S/.1 172 662	S/.1 172 662	S/.1 172 662	S/.1 172 662	S/.1 172 662
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Egresos 1		S/.2 814 995	S/.2 814 995	S/.2 814 995	S/.2 814 995	S/.2 814 995
Egresos 2		S/.2 923 427	S/.2 923 427	S/.2 923 427	S/.2 923 427	S/.2 923 427
Egresos 3		S/.3 031 859	S/.3 031 859	S/.3 031 859	S/.3 031 859	S/.3 031 859
Egresos		S/.2 706 563	S/.2 773 259	S/.2 844 579	S/.2 942 205	S/.3 044 432
Saldo		-S/.314 012	S/.28 439	S/.311 994	S/.581 827	S/.884 646
Saldo 1		-S/.422 444	-S/.13 297	S/.341 579	S/.709 038	S/.1 114 083
Saldo 2		-S/.530 876	-S/.121 729	S/.233 147	S/.600 606	S/.1 005 650
Saldo 3		-S/.639 309	-S/.230 161	S/.124 714	S/.492 174	S/.897 218
Impuesto 1				S/.102 474	S/.212 711	S/.334 225
Impuesto 2				S/.69 944	S/.180 182	S/.301 695
Impuesto 3				S/.37 414	S/.147 652	S/.269 165
Depreciación		S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797	S/.141 797
Flujo neto efectivo	-S/.438 743	-S/.280 647	S/.128 500	S/.380 902	S/.638 124	S/.921 655
Flujo neto efectivo 1	-S/.438 743	-S/.389 079	S/.20 068	S/.305 000	S/.562 221	S/.845 752
Flujo neto efectivo 2	-S/.438 743	-S/.497 512	-S/.88 364	S/.229 097	S/.486 319	S/.769 850
Flujo neto efectivo 3	-S/.438 743	-S/.172 215	S/.161 704	S/.360 193	S/.549 076	S/.761 049
TMAR		10,90 %				
TIR		35,26 %				
TIR 1		33,59%				
TIR2		21,59%				
TIR 3		10,56%				

Fuente: Elaboración propia