

UNIVERSIDAD NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA Y EL MAR
ESCUELA DE CIENCIAS AMBIENTALES

Propuesta de una industria modelo para la elaboración de tablilla de bambú *Guadua angustifolia kunth*, en Pérez Zeledón, Costa Rica

Modalidad proyecto de graduación para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Ciencias Forestales

Presentado por: Jéssica Quirós Peña

Heredia, Costa Rica.

2023

MIEMBROS DEL TRIBUNAL EXAMINADOR

.....

M.Sc. María Álvarez Jiménez

Representante Decanato de la Facultad de Ciencias de la Tierra y el Mar

.....

M.Sc. Melissa Blandón Naranjo

Dirección de EDECA

.....

M.Sc. German Hugo Gutiérrez Céspedes

Tutor

.....

MGCI Nancy Zamora Cervantes

Lectora

.....

M.Sc. Marilyn Rojas Vargas

Lectora

.....

Jéssica Quirós Peña

Postulante

RESUMEN

En la actualidad, parte de los usos más importantes que se le da a los productos de fibras naturales como la madera y el bambú se encuentran dentro del sector de la construcción. Según el ritmo de crecimiento poblacional y urbanístico, resulta ser un nicho esencial, para el cual requieren nuevas alternativas en infraestructura y productos sostenibles. A pesar de eso, aún existe la necesidad de satisfacer vacíos de información en cuanto a alternativas productivas e industrializadas que hagan posible dar mayor valor a los productos de bambú. Por eso, se pretende con este trabajo brindar una propuesta para establecer una industria modelo para la elaboración de tablilla de bambú *Guadua angustifolia* Kunth, en Pérez Zeledón, Costa Rica.

Este trabajo integra una metodología cualitativa y cuantitativa que brinda la percepción de los actores representativos dentro de la cadena de valor de las tablillas de bambú, como las empresas de construcción, consumidores, profesionales en Arquitectura y distribuidores de productos de fibra natural/depositos. También brinda información recopilada y generada con base en experiencias en medianas empresas que producen, transforman o comercializan tablillas de bambú, tales como requerimientos para la puesta en marcha de su industria, procesos, costos, rendimientos, estrategias de comercialización, entre otros.

Los beneficios a nivel ecológico, su estética y su versatilidad son las apuestas primordiales de los actores principales para contar con tablillas de bambú en el mercado. En cuanto a las limitantes, se identificó que se debe asegurar una cantidad de producto para ofrecer al consumidor (*stock*), la competencia con productos sustitutos y el desconocimiento sobre las bondades y maneras de trabajar con el material. Por otra parte, al identificar los parámetros y condiciones requeridas para establecer una industria de tablillas de bambú por medio de experiencias internacionales y expertas (os), se determinó que bajo los procesos, maquinaria y cantidad de personal propuesto se logra procesar un total de 172,125 tablillas anualmente, con dimensiones de 1 pulgada x 2 pulgadas x 2 metros, para lo cual se requieren 45,5 hectáreas seguras al año en Pérez Zeledón para alcanzar un abastecimiento permanente en volumen y plazos. Bajo un escenario financiero sostenido, sin programas de crédito, y estableciendo un precio de venta de ₡1.275 por tablilla de bambú se obtuvo un VAN de ₡114.681.759, una TIR de un 43% y una relación B/C de 1,06.

1. Tabla de contenido

| | |
|--|-----------|
| Tabla de contenido | iv |
| 1. Introducción | 8 |
| 1.1 Justificación..... | 9 |
| 2. Objetivos | 10 |
| 2.1 Objetivo general..... | 10 |
| 2.2 Objetivos específicos..... | 10 |
| 3. Marco Teórico | 10 |
| 3.1 El bambú en el sector de la construcción | 10 |
| 3.1.1 Panorama internacional..... | 10 |
| 3.1.2 Panorama latinoamericano | 15 |
| 3.1.3 Panorama nacional | 16 |
| 3.2 Tendencias en productos de valor agregado | 18 |
| 3.3 Tablillas de <i>Guadua angustifolia</i> como elemento constructivo..... | 21 |
| 3.4 Propuesta de industria modelo | 22 |
| 3.4.1 Análisis financiero de un proyecto | 22 |
| 3.4.2 Métodos de evaluación económica de proyectos | 23 |
| 4. Metodología | 24 |
| 4.1 Delimitación espacial..... | 24 |
| 4.2 Caracterización de la investigación | 26 |
| 4.3 Estrategia según objetivo | 26 |
| 4.3.1 Caracterización de mercado | 26 |
| 4.3.2 Propuesta de industria modelo | 28 |
| 4.3.3 Análisis financiero | 29 |
| 5. Discusión y resultados..... | 31 |
| 5.1 Caracterización de los principales actores en el mercado de los productos de origen vegetal | 31 |
| 5.1.1 Empresas de la construcción | 31 |
| 5.1.2 Consumidores | 34 |
| 5.1.3 Profesionales en Arquitectura | 36 |
| 5.1.4 Distribuidoras de tablillas de fibra natural..... | 38 |
| 5.2 Establecimiento de la industria | 43 |
| 5.2.1 Mapeo de procesos productivos..... | 43 |

| | |
|---|-----------|
| 5.2.2 Propuesta de flujo de producción..... | 44 |
| 5.3 Rendimientos en la industria de tablillas de bambú | 53 |
| 5.4 Análisis Financiero | 57 |
| 5.4.1 Egresos | 57 |
| 5.4.2 Depreciación y amortización de los activos..... | 62 |
| 5.4.3 Ingresos | 63 |
| 5.4.4 Flujo neto efectivo | 65 |
| 11. Conclusiones..... | 68 |
| 12. Recomendaciones..... | 68 |
| 13. Bibliografía..... | 70 |
| 14. Anexos..... | 78 |
| 15. Apéndices..... | 83 |

Índice de figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1. Distribución de las tres plantaciones con mayor cantidad de hectáreas de Guadua angustifolia en la Región Brunca. | 25 |
| Figura 2. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo desarrollado, según empresas de construcción, Costa Rica, 2020..... | 31 |
| Figura 3. Razones por las cuales se considera valioso contar con tablillas de bambú en el mercado, según empresas de construcción, Costa Rica, 2020..... | 32 |
| Figura 4. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según empresas de construcción, Costa Rica, 2020..... | 34 |
| Figura 5. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según personas consumidoras, Costa Rica, 2020. | 34 |
| Figura 6. Uso de los productos de origen vegetal adquiridos para construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según personas consumidoras, Costa Rica, 2020. | 35 |
| Figura 7. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según personas consumidoras, Costa Rica, 2020. | 36 |
| Figura 8. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según profesionales en arquitectura, Costa Rica, 2020. | 37 |
| Figura 9. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según profesionales en arquitectura, Costa Rica, 2020. | 38 |

| | |
|---|----|
| Figura 10. Razones por las cuales se considera valioso contar con tablillas de bambú en el mercado, según profesionales en arquitectura, Costa Rica, 2020..... | 38 |
| Figura 11. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según sitios distribuidores, Costa Rica, 2020..... | 39 |
| Figura 12. Consideraciones por las cuales se considera valioso contar con tablillas de bambú en el mercado, según sitios distribuidores, Costa Rica, 2020..... | 41 |
| Figura 13. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según sitios distribuidores, Costa Rica, 2020. | 42 |
| Figura 14. Diagrama de flujo para la elaboración de tablillas de bambú, 2022..... | 45 |
| Figura 15. Esquema de bloques de tablillas de <i>Guadua angustifolia</i> dentro del área de secado..... | 51 |
| Figura 16. Disposición de la planta productora de tablillas de bambú 2023..... | 53 |

Índice de cuadros

| | |
|--|----|
| Cuadro 1. Partidas arancelarias del bambú y su descripción para el sector de la construcción..... | 11 |
| Cuadro 2. Principales países exportadores de tablillas y frisos para parques de bambú. Partida arancelaria 440921. | 12 |
| Cuadro 3. Principales países importadores de tablillas y frisos para parques de bambú. Partida arancelaria 440921. | 13 |
| Cuadro 4. Principales países exportadores de tableros y pisos de bambú. Partida arancelaria 441873. | 14 |
| Cuadro 5. Principales países importadores de tableros y pisos de bambú. Partida arancelaria 441873. | 14 |
| Cuadro 6. Valor de exportaciones de bambú para la construcción en América Latina. Partida arancelaria 440921. | 15 |
| Cuadro 7. Valor de las importaciones de bambú para pisos y tableros. Partida arancelaria 440921. | 16 |
| Cuadro 8. Muestreo de racimos realizado..... | 27 |
| Cuadro 9. Usos, especies y dimensiones más solicitadas en distribuidoras de madera entrevistadas, Costa Rica, 2020. | 40 |
| Cuadro 10. Percepción de los principales actores en el mercado de productos de origen vegetal. ... | 43 |
| Cuadro 11. Tiempos y personal requerido en los procesos dentro de la industria productora de tablillas de bambú, 2023..... | 54 |
| Cuadro 12. Rendimientos diarios, mensuales y anuales en la industria productora de tablillas de bambú, 2023..... | 55 |
| Cuadro 13. Hectáreas necesarias para el abastecimiento de una industria productora de tablillas de bambú, 2023..... | 56 |
| Cuadro 14. Costo de terreno e infraestructura de la planta productora de tablillas de bambú, 2023. | 57 |
| Cuadro 15. Costo de los bienes de capital en una industria para la producción de tablillas, 2023. | 58 |

| | |
|---|----|
| Cuadro 16. Costo de personal el año 0 en una industria de tablillas de bambú, 2021. | 60 |
| Cuadro 17. Costos de servicios públicos básicos para la industria de tablillas de bambú, 2021. | 61 |
| Cuadro 18. Costos del material administrativo, inmobiliario y electrodoméstico para una industria productora de tablillas de bambú, 2023..... | 61 |
| Cuadro 19. Costos del equipo de seguridad para una industria productora de tablillas de bambú, 2023. | 62 |
| Cuadro 20. Depreciación de los activos y su valor de rescate. | 63 |
| Cuadro 21. Criterios para definir el precio de las tablillas de bambú, precios 2021..... | 64 |
| Cuadro 22. Cálculo de precio base e ingresos anuales para la venta de tablillas..... | 65 |
| Cuadro 23 .Indicadores financieros para la industria productora de tablillas de bambú, 2023..... | 67 |

Índice de anexos

| | |
|---|----|
| Anexo 1. Procesos productivos para la elaboración de tablillas de bambú..... | 78 |
| Anexo 2. Precio aproximado con el que comercializan las tablillas según la competencia indirecta y directa..... | 81 |
| Anexo 3. Detalle de consumo eléctrico mensual y anual para la industria de tablillas de bambú, 2021..... | 82 |
| Anexo 4. Detalle de consumo de agua mensual y anual para la industria de tablillas de bambú, 2021..... | 82 |

Índice de apéndices

| | |
|---|----|
| Apéndice 1: Guía de preguntas para recopilación de información dirigida a arquitectos, 2020..... | 83 |
| Apéndice 2: Guía de preguntas para recopilación de información dirigida a distribuidores, 2020. ... | 84 |
| Apéndice 3: Guía de preguntas para recopilación de información sobre consumidores, 2020..... | 84 |
| Apéndice 4: Guía de preguntas para recopilación de información dirigida a empresas de construcción, 2020..... | 85 |
| Apéndice 5. Flujo neto efectivo de la industria productora de tablillas de bambú, 2021..... | 85 |

1. Introducción

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes en la economía de los países debido al acelerado crecimiento poblacional y urbanístico (Abarca Guerrero, & Leandro Hernández, 2017), a la vez produce cantidades significativas de residuos y una gran huella de carbono por la producción de materiales no biodegradables (Díaz Sánchez, 2015). Esta situación amenaza el alcance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible; ya que estos requieren nuevas alternativas en infraestructura y productos sostenibles, resilientes y de calidad, que involucren a los consumidores mediante la sensibilización y la educación sobre el consumo y los estilos de vida sostenibles, para contribuir en la labor de adaptación al cambio climático (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, PNUD, 2015).

Este contexto crea la necesidad de utilizar los recursos con mayor eficacia y una de las alternativas que ha tomado relevancia recientemente es la construcción con bambú; recurso conocido como el oro verde del siglo XXI, según la Red Internacional del Bambú y el Ratán (INBAR, 2015a). Es una planta de rápido crecimiento, que tiene cualidades que la hacen capaz de introducirse al mercado tanto por medio de su madera, como por otros de sus derivados no maderables como: brotes alimenticios, fibras que se utilizan en textilería o elaboración de papel, la hoja caulinar es usada en la confección de artesanías, entre otros. Su uso maderable con más frecuencia se da en la construcción para infraestructuras de vivienda, producción agropecuaria, turística, deportiva y recreativa. Esta versatilidad es gracias a su flexibilidad y gran dureza que lo convierten en un recurso estratégico para solucionar determinados problemas ambientales, sociales y económicos (Londoño, 2011).

Estudios relacionados a especies de bambú comercial en Costa Rica, indican que, por varios años, el sector académico ha desempeñado un papel importante en la investigación, generando conocimientos entorno a este producto. Tanto el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), como la Universidad Nacional (UNA), han formalizado proyectos de investigación que van de la mano con las poblaciones productoras, cooperativistas, instituciones públicas, entre otras. Estas investigaciones muestran avances enfocados principalmente en aspectos taxonómicos y biofísicos; por lo tanto, para diversas instituciones comprometidas con el surgimiento y desarrollo del bambú tales como: MAG, FONAFIFO, FUNDEBAMBÚ, cooperativas como BAMBUCOOP R. L y empresas privadas como Bambutico, surge la necesidad de satisfacer vacíos de información en cuanto a alternativas productivas e industrializadas para aumentar el valor a un producto elaborado

de bambú y poder darle continuidad a estrategias que ya se han desarrollado para procesos previos a la industrialización (Zúñiga, 2017). A su vez, se requiere que dichas alternativas contengan componentes financieros o con estudios de factibilidad económica y de mercado para potencializar su sostenibilidad y, de este modo, promover la inversión e interés en el desarrollo de estas propuestas (Gonzales, 2017).

1.1 Justificación

Las formas más usuales de encontrar el bambú en la construcción son las cañas cortadas en distintas longitudes para emplearse como columnas y postes en estructuras y entramados. Así mismo, mediante otros cortes al tallo se obtienen tiras, listones, soleras, tablillas o “latas” y tejamaniles. Con maquinaria para hacer cortes más precisos y uniformes se obtiene duelas y tabletas para parquetes, así como chapas para triplay y material para tableros aglomerados (Prado Fernández, 2012).

Ahora bien, en el caso de los modelos de negocio de las empresas de productos forestales, existe una poca innovación en los procesos y en las propuestas que se ofrecen al consumidor, acompañado del uso de equipo y maquinaria obsoletos. Este escenario expone la necesidad de impulsar la innovación organizativa (FONAFIFO-BID, 2020) y ampliar las posibilidades de desarrollar propuestas de inversión con productos forestales bajo un enfoque agresivo a nivel de mercado y financiero para solidificar la cadena productiva (Carreño Solís, 2017).

Dichas propuestas deben tener una visión más amplia y ser una verdadera alternativa de desarrollo para la dinamización empresarial. Basadas en el uso de recursos forestales y con mayor razón aún, si estas son planteadas bajo modelos de procesos que busquen maximizar los rendimientos y que tengan realmente una organización para el manejo y comercialización de los productos (Guardia, 2018). El PNUD (2018) destaca la necesidad de apostarle a actividades económicas que puedan ser implementadas como estrategias regionales aprovechando el interés de quienes emprenden en Costa Rica con bambúes, ya que se han identificado grandes oportunidades en el sector de la construcción (FUNDEBAMBU, 2017; citado por Rojas y Fallas, 2020).

El presente proyecto productivo es direccionado para el cantón de Pérez Zeledón, sitio en donde se encuentran las mayores áreas de la especie de bambú *Guadua angustifolia*. Y mediante una ruta clara y una visualización de cómo aprovechar las oportunidades que presenta el bambú en el sector de la construcción, se busca brindar una propuesta que atienda las necesidades anteriormente

mencionadas, que pretende facilitar la industrialización y dar un mayor valor agregado a un producto proveniente de un culmo rollizo de bambú.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

- Proponer una industria modelo para la producción de tablilla de bambú en el cantón de Pérez Zeledón provincia de San José, Costa Rica, con el fin de generar un producto con valor agregado para el sector de la construcción.

2.2 Objetivos específicos

- Caracterizar el mercado de las tablillas de fibra natural que se producen y/o comercializan a nivel nacional mediante fuentes bibliográficas y entrevistas a sectores clave para visualizar su introducción al mercado.
- Establecer los parámetros y condiciones necesarias para la industria de tablillas de bambú por medio de experiencias internacionales y expertas (os) en el tema para lograr su abastecimiento permanente en volumen y plazos.
- Elaborar el análisis financiero para la instalación y funcionamiento de la industria modelo de tablilla de bambú en el cantón de Pérez Zeledón provincia de San José, Costa Rica por medio de indicadores, con el fin de conocer su factibilidad económica.

2. Marco Teórico

3.1 El bambú en el sector de la construcción

3.1.1 Panorama internacional

Según la FAO (2020), en su informe de la Evaluación de los recursos forestales mundiales (FRA, por sus siglas en inglés), la superficie mundial ocupada por el bambú es difícil de medir porque es una especie que suele presentarse en pequeñas zonas dentro de bosques o como parcelas aisladas fuera de ellos. A pesar de eso, con base en informes detallados emitidos por 342 países, los resultados indican que el área total es de unos 35 millones de hectáreas a nivel mundial.

A la *Guadua angustifolia* Kunt, se le reconoce como una de las especies de mayor valor e importancia. Se caracteriza por el rol ecológico de gran valor que desempeña debido a la cantidad y

calidad de servicios ecosistémicos que aporta a nivel del suelo, aire, agua, microclima, biodiversidad, paisaje y por ser una especie gruesa y contar con un periodo vegetativo menor en comparación con otras especies forestales, alcanzando hasta 30 metros de altura y 25 centímetros de diámetro en solo 6 meses (Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones [CORPEI], 2003), esto lo hace uno de los recursos con las mejores posibilidades de retorno de inversiones en menores plazos.

En el Simposio Internacional del Bambú en Costa Rica (2018), se le atribuyó a la *Guadua*, un alto potencial para fines estructurales y para la fabricación de productos destinados para construcciones, por ejemplo, tableros, laminados, esterillas y pisos. Además, gracias a su capacidad para absorber energía y adaptarse a una mayor flexión, la convierte en un material ideal para construcciones sismorresistentes (CORPEI, 2005).

A nivel mundial, el bambú es la base para generar productos de transformación secundaria que forman parte del sector de la construcción, incluso se estimó para el 2015, que más de 1 millón de personas viven en casas elaboradas por completo con este material o lo utilizan como principal elemento estructural, el revestimiento exterior, interior o la techumbre (INBAR, 2015a). Los productos se pueden encontrar bajo las siguientes partidas (cuadro 1) según el portal de Trademap. Dentro de los mismos, los relacionados de manera directa con las tablillas de bambú y el uso que se le puede dar a las mismas son las partidas 440921 y 441873.

Cuadro 1. Partidas arancelarias del bambú y su descripción para el sector de la construcción.

| Partida | Descripción |
|----------------|---|
| 441210 | Paneles, contrachapados y estratificados de bambú |
| 440921 | Tablillas y frisos para parkés de bambú |
| 441873 | Tableros y pisos de bambú |
| 441891 | Obras y piezas de carpintería para construcciones, tableros celulares |
| 441090 | Tableros aglomerados de bambú |

Fuente: PROCOMER (2020).

Durante los últimos 5 años, China se reconoce como el país líder en el mercado del bambú, al ser el principal productor y exportador mundial. En el sector de la construcción, es más notorio este liderazgo al comparar el valor exportado de China con el valor de Indonesia, de quien se destaca su surgimiento, sin embargo, ocupa el segundo lugar en exportaciones (cuadro 2). Esto se debe a diversos factores, uno de ellos es que China posee grandes extensiones cultivadas de bambú, además cuenta con alta tecnología y recursos financieros para la investigación del producto y finalmente los costos de la mano de obra son bajos y poseen un alto conocimiento en la utilización del recurso con un mayor valor agregado (Prado Fernández, 2012).

Cuadro 2. Principales países exportadores de tablillas y frisos para parques de bambú. Partida arancelaria 440921.

| Exportadores | Valor exportado en miles de USD | | | | |
|--------------|---------------------------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| China | 263.663 | 255.625 | 212.701 | 151.270 | 100.245 |
| Indonesia | 0 | 1 | 27 | 0 | 3.166 |
| Países bajos | 1.951 | 2.696 | 1.623 | 1.860 | 1.902 |
| Bélgica | 425 | 259 | 49 | 88 | 1.274 |
| Serbia | 600 | 656 | 997 | 1.181 | 1.142 |

Fuente: Trademap (2020).

Se reporta que el valor en exportaciones del bambú para construcción en el 2019 era alrededor de \$115.255.000 y que la tendencia en los últimos años no es creciente. Sin embargo, según Sikora Fernández (2017), si continua el interés en las ciudades inteligentes, en implementación de materiales con menor huella de carbono, la protección del medio ambiente y en el buen uso de los recursos, a pesar de esa tendencia de disminución en exportaciones, puede ser uno de los sectores con mayor opción de crecimiento a nivel mundial.

En las importaciones de tablillas y frisos para parques de bambú, Malasia ocupa el primer lugar, siendo el 2018 el año con mayor cantidad de adquisiciones. La razón de esto, es que es un país líder en la región del sudeste asiático y ha desarrollado desde el 2002 muchos avances en el uso de tecnologías para trabajar el bambú y han explorado el material principalmente enfocados en que esas tecnologías puedan beneficiar a los pequeños productores y pequeñas empresas (Salamanca, 2002).

Cabe destacar que Alemania ha tenido un crecimiento paulatino en sus importaciones desde el 2015. En el último periodo (2018 a 2019) sus importaciones aumentaron \$812.000 (cuadro 3), esto puede

deberse a que, en este país europeo, las tendencias de mercado en cuanto a materiales constructivos y decorativos han aumentado, generando una influencia directa en las importaciones (Gonzales, 2019).

Cuadro 3. Principales países importadores de tablillas y frisos para parques de bambú. Partida arancelaria 440921.

| Valor importado en miles de USD | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Importadores | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Malasia | 10.829 | 7.629 | 8.727 | 12.439 | 8.751 |
| Francia | 6.706 | 6.315 | 5.749 | 7.660 | 5.091 |
| Alemania | 2.669 | 2.883 | 3.095 | 3.188 | 4.000 |
| Australia | 12.228 | 12.630 | 9.357 | 7.327 | 3.791 |
| Reino Unido | 6.874 | 5.664 | 4.950 | 3.305 | 3.363 |

Fuente: Trademap (2020).

Los tableros y pisos de bambú (cuadro 4) no cuentan con información sobre el comportamiento del mercado en años previos al 2017. A pesar de eso, se reconoce el liderazgo de China como exportador de estos subproductos, representando en el año 2019 el 51,3% del total (\$52.786. 000) de las exportaciones. Aunque no existe un reporte actualizado que permita dimensionar la participación que desempeñan estos productos en el mercado de China, para el 2002 se reportaban aproximadamente 100 fábricas de pisos de bambú que producían cerca de 10 millones de metros cuadrados por año (Salamanca, 2002).

A pesar de existir experiencias como las indicadas anteriormente, una de las razones por las que muchos países no ven el mercado de los pisos de bambú como una oportunidad económicamente rentable, es debido a que existen empresas que han protegido su tecnología y autoridad intelectual, como asegura Salamanca (2002)

Han patentado acabados y tamaños de las láminas de los pisos de bambú, que, por ende, no pueden ser copiados. Además, algunas de las dimensiones de las láminas son imposibles de producir debido a los costos de producción por medios diferentes a los utilizados por sus productores originales (p.22).

Si bien no hay información que asegure que esa es la dinámica actual, es un buen antecedente para tomar en cuenta, ya que ocasiona recelo en un mercado con competencia comercial sumamente alta y más aún para países latinoamericanos.

Cuadro 4. Principales países exportadores de tableros y pisos de bambú. Partida arancelaria 441873.

| Exportadores | Valor Exportado en miles de USD | | |
|---------------------|--|-------------|-------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 |
| China | 59.689 | 30.010 | 27.058 |
| Países Bajos | 12.874 | 14.722 | 12.568 |
| Italia | 5.765 | 4.959 | 5.027 |
| Indonesia | 13 | 0 | 2.013 |
| Estados Unidos | 413 | 815 | 1.319 |

Fuente: Trademap (2020).

Las importaciones (cuadro 5) se estiman en un monto de \$94.530. 000, siendo el Reino Unido el principal destino de tableros y pisos, presentando un aumento para el periodo del año 2018 al 2019 al igual que Dinamarca (Trademap 2020). Por otra parte, Estados Unidos redujo para el año 2017 al 2018 más del 50% en importaciones y es predecible tomando en cuenta su surgimiento como uno de los principales países exportadores del mismo producto según se pudo observar en el cuadro 4, lo cual muestra que probablemente se deba al surgimiento de empresas que ingresaron al sector por su interés en el bambú en ese país.

Cuadro 5. Principales países importadores de tableros y pisos de bambú. Partida arancelaria 441873.

| Importadores | Valor importado en miles de USD | | |
|---------------------|--|-------------|-------------|
| | 2017 | 2018 | 2019 |
| Reino Unido | 29.610 | 23.541 | 25.413 |
| Estados Unidos | 45.002 | 29.883 | 19.291 |
| Dinamarca | 18.545 | 10.392 | 12.945 |
| Nueva Zelanda | 4.029 | 4.810 | 4.706 |
| Australia | 8.392 | 8.537 | 4.584 |

Fuente: Trademap (2020).

3.1.2 Panorama latinoamericano

Para la región se estiman un total de 11 millones de hectáreas de bambú, dentro de los países que cuentan con mayor área plantada, se encuentran: Brasil, Chile, Colombia, Ecuador y México. En términos de la diversidad y número de especies de bambú leñoso, se cuentan con 20 géneros y 429 especies que están distribuidas desde México hasta Chile (INBAR, 2015a).

La mayor diversidad de especies de bambúes leñosos se encuentra en Brasil con 141; le sigue Colombia con 72 especies, en Venezuela 60, Ecuador con 42, Costa Rica con 39 y México con 37 (INBAR 2015b). A escala comercial se destacan las especies *Guadua angustifolia*, *G. amplexifolia*, y algunas asiáticas como *Bambusa vulgaris*, *B. tuldoides*, *Phyllostachys aurea* y *Dendrocalamus spp* (INBAR, 2015a).

La diversidad de especies de bambú ha generado que se conozca el potencial y el gran valor de esta planta durante años, potencializando una vasta tradición y conocimiento como elemento constructivo, especialmente en Perú, Ecuador y Colombia (Trademap, 2020). Por ejemplo, en la ciudad de Manizales, Colombia, se conocen diversos casos de arquitectura vernácula fabricada con *Guadua*, dando paso a que nuevos arquitectos hayan superado deficiencias presentadas en proyectos de construcciones mediante la investigación y pruebas físicas para conocer el comportamiento del bambú (Salamanca, 2002). También, en otros países se ha dado desarrollo de varios proyectos de vivienda, como lo es en el caso de Venezuela, Perú y Ecuador (INBAR, 2015a).

Entre los principales países exportadores de bambú para la construcción en Latinoamérica, se encuentra Colombia, generando ingresos por aproximadamente \$49.000 para el año 2019, es decir, el 94 % de lo exportado por toda la región (cuadro 6) (Trademap, 2020).

Cuadro 6. Valor de exportaciones de bambú para la construcción en América Latina. Partida arancelaria 440921.

| Valor exportado en miles de USD | | | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Año | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
| Valor | 66,000 | 50,000 | 58,000 | 59,000 | 52,000 |

Fuente: Trademap (2020).

Las exportaciones de pisos y tableros en Latinoamérica no registran información valiosa sobre el monto en dólares, pero se conoce que los países con mayor actividad son Ecuador, Perú, Costa Rica, Guatemala y Chile (Trademap, 2020).

El valor de las importaciones para el 2019 es de \$1.747.000, además, si bien se requiere mayor exactitud, se identifica el aumento en varios de los países (cuadro 7), como Ecuador y Costa Rica del año 2017 al 2019 (Trademap, 2020).

Cuadro 7. Valor de las importaciones de bambú para pisos y tableros. Partida arancelaria 440921.

| Valor importado en miles de USD | | | |
|--|-------------|-------------|-------------|
| Importadores | 2017 | 2018 | 2019 |
| Ecuador | | 14 | 538 |
| Perú | 309 | 634 | 456 |
| Costa Rica | 101 | 141 | 165 |
| Guatemala | 391 | 44 | 145 |
| Chile | 156 | 131 | 121 |

Fuente: Trademap (2020).

3.1.3 Panorama nacional

En Costa Rica hay un gran potencial para el desarrollo del bambú debido a las condiciones climatológicas (Morales, 2003). Esto da paso a que se dispongan de 15 géneros y 75 especies registradas oficialmente y de acuerdo con Gonzales (2017), se han identificado cinco especies de bambú de uso comercial; *Bambusa vulgaris*, *Bambusa tuldoides*, *Phyllostachys* sp, *Dendrocalamus giganteus* y si bien no se encuentran inventariadas en el país, se conoce que la más cultivada y comercializada es *Guadua angustifolia* Kunth.

Según FUNDEBAMBU existen aproximadamente 759,31 hectáreas de bambú (Promotora de Comercio Exterior [PROCOMER]. 2017), distribuidas en la Región Brunca, Huetar Caribe y Huetar Norte, con un 37%, 33% y 12%, respectivamente.

El uso del bambú para la construcción a nivel nacional se ha visto poco diversificado, no obstante, con el tiempo se ha dado a conocer al igual que en otros países como un material conveniente y económico para este fin (Molina, 2017). En el país, su historial dentro del sector construcción, se remonta a 1979 con el arquitecto Rafael García Picado, quien incursionó con un proyecto presentado en la Universidad de Costa Rica, logrando que para 1985 se inaugurara la primera casa construida totalmente de bambú en Buenos Aires de Puntarenas. Eventualmente, tras ese acontecimiento, surgió el interés de diversas instituciones por desarrollar e invertir en proyectos relacionados,

incluyendo más iniciativas vinculadas a lo ingenieril utilizando este material (González, 2017), permitiendo experiencias que generaron lecciones tanto positivas como aspectos por mejorar.

Gracias a dichas lecciones, se identifica una necesidad por desarrollar mayor investigación científica en aspectos relacionados a los procesos de transformación, así como referencias relacionadas a la comercialización a lo largo de la cadena de valor (Deras, 2003).

Con la intención de evaluar las posibilidades que tiene el bambú en el país, se debe conocer, por una parte, las características que conforman la cadena de valor, y por otra, el contexto nacional que podría determinar la posibilidad o no, de desarrollar alternativas productivas. Con respecto a la cadena, lo más importante, es que esta tiene una composición simple, que involucra a productores, intermediarios, transformadores de bajo valor agregado, consumidores y prestadores de servicio (González, 2017), por lo tanto, un elemento clave, resultaría ser ampliar y diversificar la demanda (Elizondo, Esquivel, Guevara, y Aguilar, 2018).

Dentro de los aspectos a valorar en el contexto nacional, se encuentra la necesidad de demostrar la sostenibilidad ambiental del sector agropecuario y el desarrollo de sistemas que permitan incrementar la fijación de carbono, la protección de fuentes de agua y la protección del suelo (Charpentier, 2017), pero es indispensable que esas inversiones fomenten la apertura de fuentes de empleo y, así, mejorar la calidad de vida de los productores de distintas zonas del país, quienes requieren ampliar sus opciones en proyectos productivos (Briceño Elizondo et al., 2018). Los factores comentados son algunos de los que el bambú tiene el potencial de cumplir en comunidades rurales y, en general, con los actores involucrados, tal y como se ha demostrado en experiencias de otros países (Valdez Cancinos, 2013).

Si bien existen dificultades al introducir el bambú en el sector construcción de Costa Rica, debido a factores como la competencia internacional, si se busca el nicho de mercado apropiado, se desarrollan productos de calidad según demanda y se crean productos naturales y relacionados a la sostenibilidad (González, 2017), es realizable. Estas características, por ejemplo, pueden ir de la mano con la construcción de espacios para el sector turístico; el cual, de acuerdo con Synne Kvamsøy (2023), se posiciona como ecologista.

Es importante destacar la correlación de cierta información del bambú con la que se posee de la madera de especies forestales. Ambos son materiales naturales, renovables, son biodegradables, materiales energéticamente eficientes que a su vez proporcionan empleo, alimentos, madera y

muchos otros bienes y servicios (Molina, 2020; Londoño, 2011) por lo tanto, por medio de esas similitudes es posible identificar más oportunidades.

Según datos de PROCOMER (2017), los productos con mayor crecimiento en las importaciones mundiales son los que participan en sectores de gran valor, como es la construcción sostenible. El sector de la construcción posee el segundo lugar de los principales usos que se le da a la madera en Costa Rica, ya que consume un 23,6% de la madera en metros cúbicos que se produce a nivel nacional. Para otros sectores a los que también se destinan ciertos porcentajes de madera, se muestran ligeras disminuciones explicadas por importaciones, o bien, por el uso de productos sustitutos, sin embargo, el sector construcción es el uso más estable por la demandada del material (Barrantes Rodríguez, & Ugalde Alfaro, 2018).

3.2 Tendencias en productos de valor agregado

América Latina ha experimentado un proceso de urbanización tan rápido que ha sido calificado de explosión urbana. Como resultado, es la región en desarrollo más urbanizada del mundo. La población se halla cada vez más concentrada (CEPAL, 2017). Incluso se espera que la urbe alcance un 68 % del territorio en el 2050, muy por encima del 55 % en el 2018; esto significará 2 500 millones de personas adicionales viviendo en las zonas urbanas (UN Population Division, 2018).

Lo anterior muestra que existe un marcado y claro interés en implementar soluciones al déficit habitacional que se vive en algunas regiones de Latinoamérica y el mundo (Camargo, 2012). Esto permite aprovechar la relación existente entre la urbanización y el consumo de productos forestales, particularmente por el contexto que conlleva al incremento en la construcción de viviendas y estructuras comerciales, tanto por edificaciones nuevas como por remodelaciones (Gresham House, 2020).

Al hablar de renovación urbana y nuevos modelos constructivos, las tendencias no pretenden evitar que se lleven a cabo construcciones o más espacios públicos que engloban la ciudad, sino que se trata de tener conciencia de la importancia de estos, ya que la arquitectura ocupa un lugar vital en la cotidianidad del ser humano al embellecer la ciudad, brindar facilidades para la socialización respondiendo a las necesidades funcionales, sociales y estéticas (Tella & Potocko, 2009). Además, se busca con esos modelos que los espacios sean amigables, de forma que se camine, se habite y se permanezca en ellos bajo propuestas que involucren materiales nobles y “estrategias verdes”

incorporadas en la arquitectura actual y diseños estéticos, que les permitan a los y las ciudadanas apropiarse de los espacios (Rossy Córdón, 2019).

También, se encuentra con mucha influencia las tendencias de mindfulness. Consisten en la incorporación de toques de diseño planta abierta, decoración minimalista, iluminación suave, natural o de colores y materiales naturales. Aprovecha la preferencia de las y los consumidores a asociar el bosque, la biodiversidad, la tranquilidad a productos que exteriorizan un espacio; y justamente el tipo de imagen asociada ancestralmente con el bambú relacionada con paz, tranquilidad y equilibrio interior, es ideal. Además, han adquirido una alta demanda en el mercado los objetos auténticos, es decir, con rasgos lo más naturales posibles y el menor grado de transformación industrial (PROCOMER, 2017).

Se debe tomar en cuenta que los grupos generacionales marcan patrones importantes que explican el consumo, es decir, las tendencias son impulsadas fuertemente por factores generacionales. Los *millennials* (nacidos entre 1980 y 2000), por su rango de edad están entre los principales grupos que se enfrentan a decisiones de compra de vivienda y si bien buscan practicidad, se orientan siempre a la estética y experiencia de uso, por lo tanto, es un contexto que se debe aprovechar a nivel estratégico de mercado brindando materiales, productos, texturas y apariencias que son valoradas por esta parte de la población. En un mercado que ofrece por productos genéricos, sustitutos o estandarizados, el consumidor actual se siente más atraído por propuestas que denotan personalidad y autenticidad, por ejemplo, con la madera, en el pasado se daba gran valor al tratar de teñir o estandarizar productos, pero ahora se busca la esencia natural del árbol, radicada en las líneas de expresión del material y en la inalterabilidad de sus curvas así como que los cortes aplicado sean básicos, y esta tendencia es perfectamente aplicada para el bambú (PROCOMER, 2017). Incluso esta manera de diferenciación por parte de los productos se ha convertido en la manera en la cual se puede incursionar en los nuevos mercados, bajo esta premisa los productos forestales deben resaltar sus bondades, ventajas, beneficios y características que suman a la propuesta de valor (Rodríguez Rojas, 2020).

La implementación de estas tendencias en la construcción y el interiorismo difiere ampliamente entre regiones y países ya sea: por la dinámica de crecimiento de la actividad, los motivos y obstáculos para incentivarla y los niveles de beneficios percibidos por dichas tendencias. Al menos, en Sudamérica y el Caribe un alto porcentaje de empresas esperan desarrollar proyectos sostenibles en nuevas edificaciones comerciales y mejoras a edificios existentes bajo las preferencias

comentadas; en Brasil, se espera un crecimiento de 6 veces en el porcentaje de empresas que buscan certificar la mayoría de sus proyectos verdes; crecimiento de 5 veces en China y de 4 veces en Arabia Saudita (Dodge Data & Analytics, 2016).

En la actualidad, a nivel internacional se cuenta con diversos ejemplos específicos de cómo incorporar el bambú bajo estas tendencias y han tenido un excelente resultado. Dentro de ellos se pueden comentar los descritos por Moso (2020): el Aeropuerto Internacional Adolfo Suárez Madrid-Barajas que se convirtió en el segundo aeropuerto más grande de Europa y el mayor proyecto de referencia a nivel mundial realizado con bambú hasta la fecha. Este proyecto consistió en un techo curvo con revestimiento del mismo material, el cual debía cumplir con la norma europea de seguridad contra incendios más alta (M1). Tras el diseño de olas curvas, el material se encontraba bajo exigencias técnicas al momento de elegirlo intérprete del diseño, y ante esas exigencias, el bambú se logró adaptar de la mejor manera.

En Ámsterdam para el 2018, se desarrolló el Hotel Jakarta by WestCordun, un nuevo punto de acceso sostenible para los viajeros del mundo. Gran parte de su construcción es a base de cálidos materiales de bambú los cuales definen la atmósfera natural que es la nota clave de todo el edificio por poseer unos detalles sutiles y otros llamativos, involucrando suelos de este material vegetal, revestimientos de paredes, techos, marcos de ventanas, puertas, vigas y detalles de muebles (Moso, 2020).

En el Centro comercial Bisonspoor en Países Bajos, la *Guadua angustifolia* también es parte del interior y exterior del mismo, utilizado para suelos en zonas muy frecuentadas y también como revestimiento de paredes (Moso, 2020).

Alrededor del mundo, se han dado a conocer más experiencias inspiradoras en donde el bambú fue llevado a otro nivel y se han desarrollado soluciones sumamente innovadoras que cumplen con las tendencias comentadas inicialmente. En esos casos donde es utilizado este material como elemento principal, dan una idea de su potencial en la construcción en cualquiera de sus distintos grados de transformación. Desde los revestimientos hasta las vigas son capaces de tener aplicaciones en techos, escaleras, paredes, fachadas, etc. y en cualquier sector, ya sea cocina, espacios públicos, hoteles, restaurantes, complejos habitacionales, relacionados al sector salud y deporte, entre otros (Moso, 2020).

Costa Rica por su parte, cuenta con experiencias por arquitectos contemporáneos que han estudiado técnicas tradicionales de construcción que colaboraron para dar a conocer proyectos merecedores de diversos premios a nivel nacional e internacional al ser una representación de tendencias mundiales, como el caso de “Bosque para una Admiradora de la Luna” en Guanacaste. Esta casa está compuesta por dos módulos en forma de “cono” hecho de piezas de bambú que se abre al cielo debajo de un techo sombrilla que provee una gran sombra, con cielo raso y paredes de bambú, brindando una constante ventilación (Plataforma Arquitectura, 2010).

También con El Mirador en el Parque Nacional de Barra Honda, la torre de observación de aves en Luna Nueva en la Región Huetar Norte y la Escuela de Carate en la Península de Osa, todos ellos son proyectos ejemplares de los múltiples usos de los bambúes en la construcción que se encuentran bajo las preferencias de las y los consumidores (Rojas y Fallas, 2020).

3.3 Tablillas de *Guadua angustifolia* como elemento constructivo

Como parte de la historia, China comenzó a producir paneles de bambú a principios del siglo XIX, pero esas posibilidades se han multiplicado con los recientes avances científicos en cuestión de materiales y tecnología de procesamiento (Salamanca, 2002).

Dentro de la amplia diversidad de productos provenientes de la transformación secundaria del bambú por dichos avances, cada uno de ellos requiere en mayor o menor medida una cantidad de recursos para llevarlos a cabo y obtener un producto o subproducto. En este caso, la tablilla, según Rojas, (comunicación personal, 2 de marzo, 2019) es un subproducto del bambú rollizo, con un grado de industrialización menor, lo cual le permite actuar como producto en bruto para lograr otros productos de mayor valor agregado para uso industrial en la producción de materiales de construcción tales como paneles y conglomerados. Las tablillas se obtienen, básicamente, por una simple división de la totalidad del bambú rollizo en pequeñas tiras que luego son presionadas y de manera opcional, pueden ser sometidas pocos procesos posteriores para variar el objetivo final, de esta manera, si se continúa con un proceso como el laminado, por la adaptabilidad y flexibilidad del bambú se llegan a obtener pisos, tableros, laminados, etc. (Salamanca, 2002). Esta permisibilidad de las tablillas es un aspecto sumamente positivo, ya que permite valorar y considerar los recursos disponibles, tanto materiales como financieros. Además, Prado Fernández (2016), menciona que para la manipulación de las tablillas y su empleo en la construcción no se requieren herramientas

costosas, equipos pesados ni maquinarias especiales y las técnicas de construcción no implican operaciones complejas ni un dominio de conocimientos altamente especializados.

En Latinoamérica se cuenta con experiencias en la elaboración de tablillas; en Ecuador existen diversas empresas dedicadas a la producción y comercialización de diferentes productos del bambú, especialmente de *Guadua*, realizando tableros rústicos y procesados para la construcción de viviendas, brindan asesorías en el tema de construcción con bambú y demás (INBAR, 2015b)

En Costa Rica, se cuenta con BambuTico, quienes garantizan el material y ofrecen el servicio de construcción de viviendas, gazebos o kioscos, estructuras especiales, y específicamente la instalación de techos y cielorrasos que se llevan a cabo con entablillados de *Guadua angustifolia* u otras especies para su cobertura (BambuTico, 2020).

Además, Bambuplus, empresa nacional que trabaja del mismo modo con tablilla para cielorrasos, paredes y otros; a diferencia de la empresa comentada anteriormente, no realizan el proceso de instalación (Bambuplus, 2020).

3.4 Propuesta de industria modelo

3.4.1 Análisis financiero de un proyecto

Al tratarse de una propuesta que busca generar ingresos, es necesario referirse al análisis financiero, ya que la rentabilidad de la actividad es el primer factor, y el más importante, que determina la sostenibilidad, debido a que ningún proyecto ‘comercial’ sobrevive si no genera suficientes ingresos, para cubrir los gastos operativos y pagar los costos financieros. Es importante comprender que las cifras generadas por medio del análisis financiero no son muy útiles en sí mismas, estas necesitan ser interpretadas para asegurar a nivel económico las propuestas planteadas (FAO 2005).

Un análisis financiero, constituye la herramienta más efectiva para evaluar el desempeño económico y financiero de una empresa o de un proyecto a lo largo de un ejercicio específico con el fin de facilitar el proceso de toma de decisiones en cuanto a inversiones, financiamientos, planes de acción. Permite identificar los puntos fuertes y débiles de la organización, así como realizar comparaciones con otros negocios, ya que aporta la información necesaria para conocer el comportamiento operativo del proyecto y su situación económica-financiera. Sus fundamentos y objetivos se centran en la obtención de relaciones cuantitativas propias del proceso de toma de decisiones, mediante la aplicación de técnicas sobre datos aportados por la contabilidad que, a su vez, son transformados para ser el análisis e interpretaciones correspondientes (Nava Rosillón, 2019).

Dentro de un análisis financiero, un objetivo puede ser conocer el grado en que se puede lograr un proyecto o las posibilidades que tiene el mismo de lograrse, a esto se le conoce como factibilidad. Este término, en otras palabras, indica si el negocio que se propone será rentable o no, y en cuales condiciones se debe desarrollar para que sea exitoso (Luna, & Chaves, 2001; Vigo et al., 2018).

Así mismo, los autores afirman que, al aplicar un análisis financiero para conocer su factibilidad, se basa en que los recursos siempre son limitados, por lo tanto, es necesario tomar buenas decisiones basadas en evidencias y cálculos correctos, de manera que se tenga mucha seguridad de que el negocio se desempeñará correctamente y que producirá ganancias. Además, uno de los aspectos más valiosos, es que, si los proyectos se fundamentan de la manera correcta, incluyendo un respaldo de resultados financieros, se podrá despertar el interés por desarrollar los proyectos y se tendrán más probabilidades de atraer la atención de los posibles ejecutores (Vigo et al., 2018).

3.4.3 Métodos de evaluación económica de proyectos

Desde el punto de vista práctico o aplicado, se utilizan diversas técnicas para la evaluación de proyectos de inversión, desde aquellas que no toman en consideración el valor del dinero en el tiempo (técnicas estáticas), tales como los indicadores referentes a la Tasa de Rendimiento Promedio (TRP) y el Período de Recuperación de la Inversión (PRI), hasta aquellas que si toman en cuenta de forma explícita el valor del dinero en el tiempo (denominadas como técnicas dinámicas) tales como el Valor Actual Neto (VAN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR). (Uzcátegui Sánchez et al., 2018).

El método de cálculo de los indicadores financieros es el procedimiento de evaluación financiera más conocido y amplio; puesto que consiste en combinar o relacionar entre sí dos elementos que representan datos registrados en los estados financieros, con el fin de obtener un resultado que permite inferir acerca de aspectos que caracterizan dicha relación (Nava Rosillón, 2019).

- VAN (Valor actual neto): Definido como el valor actual de los flujos de caja netos menos la inversión inicial (Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos [CEPEP], 2017). En otras palabras, es el remanente neto que recibe el inversionista hoy después de descontar los ingresos y restarle la inversión inicial. La normal para la decisión se basa en el siguiente parámetro:

$VAN > 0$ se acepta la inversión

$VAN < 0$ se rechaza la inversión

VAN = 0 es indiferente realizar o no la inversión

- TIR (Tasa interna de retorno): Tasa de interés que hace que el VPN sea igual a cero o, en otras palabras, la tasa que iguala la suma de los flujos descontando la inversión inicial (CEPEP, 2017). En algunas ocasiones brinda resultados semejantes entre las diferentes inversiones evaluadas, pero, a pesar de esto es fácil de comprender y comunicar.
- B/C (Relación beneficio costo): Es la relación entre los beneficios y los costos o egresos de un proyecto. En este caso la regla de decisión del proyecto parte de que si es mayor que uno (1) se acepta, de lo contrario se rechaza igualmente si es igual a la unidad es indiferente la elección (CEPEP, 2017).

3. Metodología

4.1 Delimitación espacial

La propuesta presentada en este documento fue desarrollada en el cantón Pérez Zeledón, San José, Costa Rica. Es el tercer cantón con más área plantada con bambú a nivel nacional, reportándose aproximadamente 100 hectáreas de bambúes (FUNDEBAMBU (2017), citado por PROCOMER, 2019). Esto es conveniente, ya que en una sola finca puede ser una fuente importante de materia prima por la cantidad de hectáreas que se encuentran en un mismo sitio, en este caso, como se muestra en la figura 1, la finca con mayor cantidad de hectáreas se encuentra en San Isidro del General con aproximadamente 20 hectáreas.

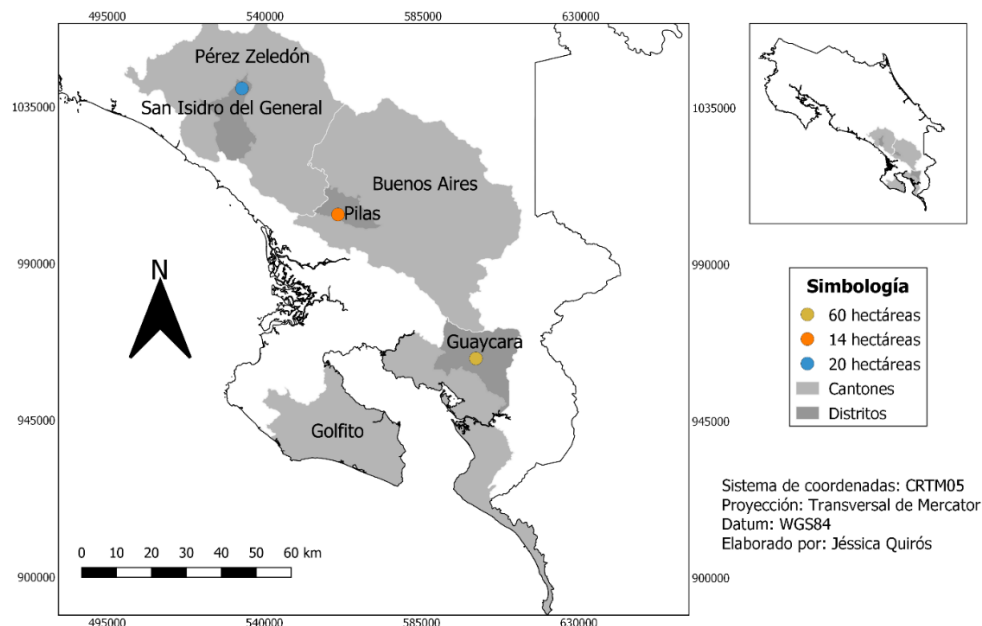


Figura 1. Distribución de las tres plantaciones con mayor cantidad de hectáreas de *Guadua angustifolia* en la Región Brunca.

El cantón de Pérez Zeledón posee una extensión de 1905.51 km², representa el 38.42% de la provincia San José y un 3.33% del territorio nacional INDER (Instituto de Desarrollo Rural, 2016).

Referente a los aspectos ambientales de la zona que se deben tomar en cuenta para la propuesta para valorar oportunidades o nichos de mercado, se encuentra que todo el territorio de Pérez Zeledón, un 22.5% (429 km²) corresponde a zonas protegidas, dentro de las que se puede mencionar el Parque Nacional Chirripó, Reserva Forestal Los Santos, Parque Nacional Tapantí–Macizo del Cerro de la Muerte, Reserva Forestal Río Macho, la Reserva Biológica Cerro Vueltas y algunas reservas privadas (INDER, 2016).

También para el desarrollo de la propuesta se debe conocer información en el aspecto social, ya que esto influye en mano de obra y según el INEC (2011), el cantón cuenta con una población de 134.534 habitantes, 47.154 personas (35.0%) componen la fuerza de trabajo, la tasa de ocupación es de 46.4% y el desempleo abierto un 3.4%. Según la categoría ocupacional, el 60.8% de los trabajadores son asalariados, 30.3% laboran por cuenta propia, 6.5% son empleadores y 2.4% son trabajadores no remunerados. Y los sectores laborales en los que se concentra la mayor cantidad de la población son: la agricultura, ganadería y pesca (26.4%), comercio (18.7%), enseñanza (8.5%), industria (7.2%) y en menor medida, pero igual de valiosos para la generación de empleo, se encuentra la construcción (5.9%) y la prestación de servicio a hogares (5.6%).

Pérez Zeledón cuenta con una extensión de 1905.51 km², (Censo Agropecuario 2014), el 46.7% se dedican a la actividad agrícola, especialmente a la producción de café, caña de azúcar y granos básicos y el 46.9% a la actividad pecuaria. Así también, en un 6.2% del área se desarrollan actividades como el turismo rural y la protección de bosques.

En sectores como el turismo se destaca la diversidad ecológica del Parque Chirripó, en el servicio y comercio sobresale el establecimiento de cooperativas financieras, bancos, empresas nativas del cantón, medios de comunicación, transportistas y diversas empresas de la Región Central que han establecido sus operaciones en la zona, estos son parte de las fortalezas de la región para el desarrollo de nuevos negocios e inversiones en actividades dentro de la misma.

4.2 Caracterización de la investigación

Este proyecto, por su naturalidad se estableció con un planteamiento mixto, en el cual se utilizó un enfoque cuantitativo y cualitativo. De acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014), el cuantitativo es aquél que usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías. También describe el enfoque cualitativo como aquel que utiliza la recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas en el proceso de investigación, caracterizado por tener un proceso de indagación es más flexible y se mueve entre las respuestas y el desarrollo de la teoría, siendo su propósito “reconstruir” la realidad, tal como la observan los actores de un sistema social definido previamente. De acuerdo con las definiciones anteriores y la información que se requirió recopilar para el estudio, es cuantitativo, ya que se recopilaron datos numéricos para el diseño de la propuesta y cualitativos para determinar el mercado de las tablillas de bambú.

4.3 Estrategia según objetivo

4.3.1 Caracterización de mercado

La primera etapa de la investigación se realizó para determinar por medio de fuentes primarias, las principales características con las que debería de cumplir una tablilla de *Guadua angustifolia* para entrar a competir en el mercado. Esto se logró mediante una muestra probabilística por racimos se identificaron los sitios y/o actores influyentes y representativos que lideran el comercio o trabajan en el sector de la construcción. Este muestreo según Hernández Sampieri et al. (2014), consiste en conocer la unidad de análisis y la unidad de muestra. Esto indicó a quienes se les iba a aplicar el instrumento de medición, que, para este caso, fueron entrevistas. La unidad de muestra se refiere al medio por el que se logra el acceso a los racimos, estos elementos identificados se pueden visualizar de la siguiente manera (cuadro 8).

Cuadro 8. Muestreo de racimos realizado.

| Unidad de muestreo/análisis | Racimos (actores) |
|--|--|
| Profesionales del sector de la construcción | Empresas la construcción |
| Población que mediante sus preferencias determina tendencias en el mercado | Consumidores |
| Profesionales del sector de la construcción y el diseño | Arquitectos y arquitectas |
| Sitios que ofrecen el material en el mercado | Distribuidoras de tablillas de fibra natural/ Depósitos de madera |

Una vez identificados los racimos que cumplían con las características requeridas se aplicaron entrevistas semiestructuradas (apéndice 1,2,3 y 4). Debido a la amplitud de cada sector, de manera aleatoria se eligieron 9 sitios por racimo, aplicando un total de 36 entrevistas. Estas se llevaron a cabo mediante el contacto directo vía telefónica, visitas a los establecimientos o entrevistas mediante formularios de Google y se utilizaron para recopilar variables que ayudaron a visualizar la introducción de las tablillas de bambú al mercado. La información por recopilar cambió en ciertos aspectos según el racimo dirigido y el área de experiencia, sin embargo, de manera general, la información recolectada fue la siguiente:

- Las especies y las dimensiones de tablillas más comercializadas o utilizadas, así como sus respectivos precios.
- Percepción de los sectores sobre las oportunidades de comercialización para la tablilla de bambú en el mercado nacional.
- Percepción de los sectores sobre las posibles limitantes que conlleva la comercialización de tablillas de bambú en el mercado nacional.

Se utilizó el programa Excel para generar la base de datos. Con los datos se realizaron gráficos y cuadros para identificar porcentajes, datos atípicos y patrones para posteriormente, interpretar, fundamentar o respaldar los resultados con el apoyo bibliográfico en páginas de internet, libros, tesis y documentos sobre el tema.

4.3.2 Propuesta de industria modelo

La segunda etapa consistió en proponer la industria modelo y también se desarrolló en dos fases:

Fase I: Fuentes primarias

Mediante el contacto por correo electrónico o llamadas telefónicas con micro, pequeñas y medianas empresas que producen, transforman o comercializan a nivel nacional e internacional tablillas de bambú, se buscó conocer los requerimientos necesarios para el funcionamiento de sus industrias, intentando recolectar los datos de lo más general, a lo más específico según lo permitieron los sitios ya sea por su disposición o política interna.

Posteriormente con los requerimientos recopilados, se realizó un mapeo para identificar y analizar de manera comparativa los procesos a llevar a cabo en el flujo productivo de una industria.

Los procesos o insumos necesarios recopilados se presentaron de manera particular según el tipo de empresa entrevistada o fuente de información; no obstante, los datos base reunidos se encuentran bajo las siguientes categorías:

| Industrial | Producto final | Económico | Comercial |
|--|--|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Materia prima• Espacio físico• Línea de producción• Maquinaria y rendimiento• Personal | <ul style="list-style-type: none">• Dimensiones más comercializadas• Estándares | <ul style="list-style-type: none">• Costo de producción• Estimación de ganancias• Precio de venta de tablillas | <ul style="list-style-type: none">• Distribuidores• Principales destinos de comercio• Capacidad• Estrategias de mercado |

Para desarrollar la propuesta de la industria y los procesos dentro del flujo de producción se tomó en cuenta el detalle o especificidad de la información proporcionada por las empresas o fuentes de información, así como las recomendaciones o conocimientos de expertos manifestados al momento de recaudar los datos. También con base en esos resultados y sus especificaciones, se realizó una propuesta espacial de una planta productora de tablillas de bambú contemplando las dimensiones requeridas para el flujo de producción y sus rendimientos.

Adicional a esto, se contactó a productores de bambú para obtener información o un dato aproximado referente al material disponible en el cantón.

4.3.3 Análisis financiero

Con la información recolectada anteriormente, se determinaron los costos productivos necesarios para el funcionamiento permanente de la industria y se cotizó en el mercado por medio de la consulta en tiendas online, llamadas telefónicas a puntos de venta o se consultó con los expertos como fuentes primarias de información.

El costo de las obras civiles para la planta está determinado en función a las dimensiones de los espacios necesarios en la planta, incluyendo los que no se encuentran directamente relacionados con la línea de producción como oficina, baños entre otros, así como el costo de los permisos de construcción establecido por el Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica (CFIA), costos de otros requisitos para llevar a cabo el proceso como el 10% al ingeniero/a por el diseño, revisión del proyecto e inspecciones de campo y el costo por la póliza a los trabajadores durante la construcción según la tasación del CFIA y el estudio del uso del suelo.

También en cuanto al terreno, se utilizó un valor de rescate del 70%, como un supuesto reservado tomando en cuenta que, al momento de una eventual venta, va a contar con una infraestructura establecida y con condiciones específicas por el diseño de la planta, sin embargo, aun así, se podría adaptar para otras actividades.

Y la depreciación y reposición de equipo se calculó según la vida útil y equipo/materiales para los que sea necesario.

Como costos administrativos, para determinar el costo del personal se consideró una jornada de trabajo ordinaria diurna, de lunes a viernes en un período comprendido entre las ocho de la mañana y las cinco de la tarde, horario compuesto por ocho horas al día y cuarenta y ocho horas por semana. Con un pago basado en el salario mínimo que determina la Caja Costarricense del Seguro Social y también se tomó en cuenta el seguro según el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social a excepción del personal encargado del mercadeo, ya que como se comentó anteriormente, sería contratada bajo servicios profesionales.

Otro aspecto que se consideró tomando en cuenta el personal y los meses trabajados, fue el costo mensual por los servicios básicos aproximados de electricidad (watts) y agua (m³). En cuanto a la electricidad, se estimó el pago mensual bajo la tarifa de la Compañía Nacional de Fuerza y Luz (2022) (anexo 3) y el consumo de m³ de agua según la tarifa del servicio de alcantarillado sanitario y

agua potable que establece el Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados (AyA) (2022) (anexo 4). Y al contemplar el personal y un espacio físico dentro de la propuesta de la industria era necesario calcular los costos de elementos básicos para las necesidades del equipo de trabajo durante las horas laborales, como el inmobiliario para el espacio del comedor y el material administrativo. Para esto se determinó su costo cotizando en tiendas online y llamadas telefónicas a puntos de venta.

En cuanto a los ingresos por las ventas, al ser el precio al que vendían las tablillas un tema discutido en las entrevistas, se estimaron los ingresos anuales, tomando en cuenta dos factores para evaluar el precio que podrían tener las tablillas de bambú en el mercado con base en el tipo competencia, indirecta o directa.

Según lo aplicado por Sánchez Montesinos (2018), para definir el precio según la competencia indirecta se utiliza un criterio conocido como el “precio promedio-cuantitativo (PpC)”, este criterio nos ayuda a conocer el precio promedio y precio máximo ofertado en el mercado. Y para conocer cuánto está dispuesto a pagar el consumidor se utiliza el “Precio máximo percibido- cuantitativo (PmP)”, definido por la competencia directa.

Precio promedio-cuantitativo (PpC): $\bar{X} = \frac{\text{suma de todos los precios consultados}}{\text{cantidad de precios consultados}}$

Precio máximo percibido- cuantitativo (PmP): Precio máximo fijado por la competencia directa

Una vez calculado todo aquello que representara costos e ingresos, se procedió a crear un flujo neto efectivo proyectado para conocer la factibilidad del proyecto en donde se contemplaron imprevistos bajo un 10% en la inversión inicial y otro 20% de imprevistos y mantenimiento sobre los costos de operación. Y como seguridad y con apego a una realidad nacional, se consideró un incremento anual de los costos de producción, ventas y administrativos del 2% anual.

Finalmente, con dicho flujo, se realizó la interpretación mediante de los siguientes indicadores financieros:

- VAN (Valor actual neto)
- TIR (Tasa interna de retorno)
- B/C (Relación beneficio costo)

4. Discusión y resultados

5.1 Caracterización de los principales actores en el mercado de los productos de origen vegetal

5.1.1 Empresas de la construcción

Una de las agrupaciones de mayor relevancia son las empresas constructoras y de diseño, dedicadas a las actividades de arquitectura e ingeniería civil, ya que son actores principalmente demandantes de materiales de origen vegetal ya sean productos primarios y/o secundarios de la cadena productiva. Se puede considerar que manufacturan (producen y comercializan) un bien como lo es una casa o un servicio como es su diseño (Santamaría , 2015).

Las personas entrevistadas poseen más de 10 años de trabajar en el sector de la construcción y el 67% de ellas comentaron que de manera ocasional se les presenta la oportunidad o encuentran la necesidad de incluir materiales a base de fibras naturales en construcciones o en proyectos de cualquier tipo que desarrollaron anteriormente (figura 2). La ausencia de reportes de uso nulo o bajo se debe más que todo a que consideran que a nivel histórico ha sido un material muy importante en el sistema constructivo y de acabados, convirtiéndose en un elemento fundamental en la mayoría de los trabajos que han desarrollado, además, dos personas comentan que han percibido cada vez más consciencia por parte de la población acerca de los materiales que cotizan a nivel constructivo o para acabados. También que se ve beneficiado el uso del material cuando al momento de hacer la cotización o brindar opciones/recomendaciones para determinado proyecto se le brindan al cliente los productos a base de fibra natural como una opción.

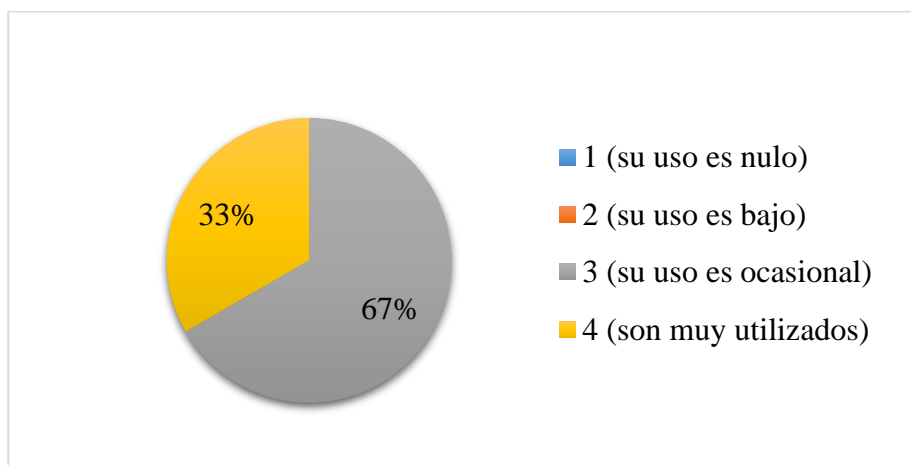


Figura 2. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo desarrollado, según empresas de construcción, Costa Rica, 2020.

Según las tendencias mindfulness, minimalistas y de preferencias al uso de materiales naturales en la arquitectura, el 100% de las personas entrevistadas consideran valioso contar con tablillas de bambú en el mercado nacional. Una de las razones por las cuales fundamentan su respuesta se encuentra el tema ecológico (figura 3), están conscientes de que, junto con la madera, es un material más amigable que otras opciones que se ofrecen para el sector de la construcción.

El 33% de las personas entrevistadas tienen conocimientos generales del bambú y aprecian las bondades técnicas del material para la construcción, reconocen que los tratamientos pueden aumentar la resistencia a la intemperie y que los procesos de industrialización pueden diversificar el uso, por lo tanto, mayores opciones de empleo en distintos proyectos. Otro 33% se respalda en el estilo que este material representa, ya que han observado que con las tablillas de bambú pueden abarcar un porcentaje importante de los consumidores que realmente aprecian las características naturales y un ambiente de relajación como el que aporta el bambú a los espacios. Ese porcentaje sumamente valioso al que se refieren, generalmente, es a la parte de la población que requiere o tienen cierta inclinación por el desarrollo de proyectos rurales, cabañas en montañas, cabinas, villas en playas, entre otros.

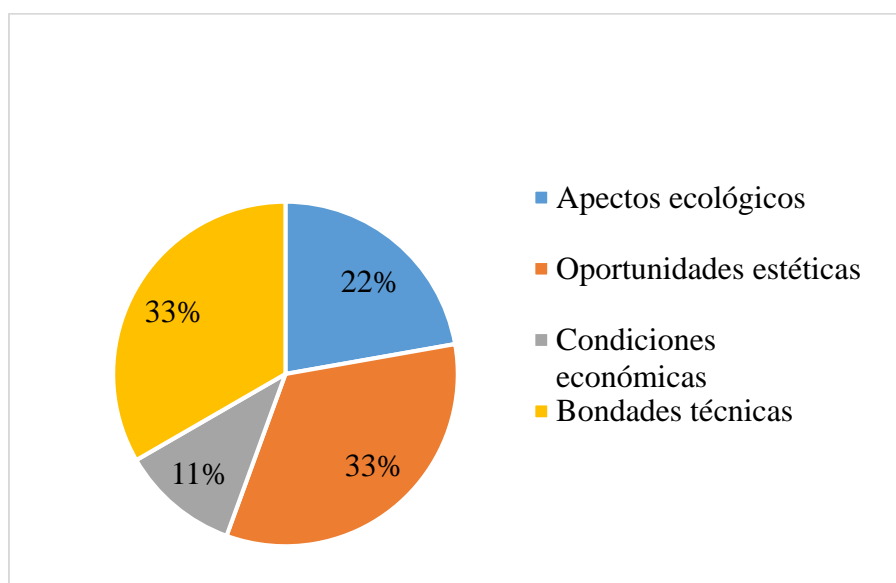


Figura 3. Razones por las cuales se considera valioso contar con tablillas de bambú en el mercado, según empresas de construcción, Costa Rica, 2020.

Por otra parte, dentro de las limitaciones para introducir las tablillas de bambú al mercado a nivel nacional (figura 4), se encuentra el desconocimiento de las bondades y oportunidades que representa

el bambú en el sector de la construcción. No precisamente por los conocimientos personales en cuanto al material, por lo contrario, es por lo que se percibe del mercado según lo que solicitan los clientes, debido a que podrían tener inseguridad por la resistencia o calidad de los productos a base de ese material, también porque varias personas lo perciben como un producto que solamente se puede utilizar en zonas alejadas de la ciudad o en proyectos para fines turísticos de playa o montaña, lo cual sería un impedimento porque la mayor parte de los proyectos se desarrollan en la GAM (Gran área metropolitana). Información respaldada por Santamaría et al. (2015) al asegurar que de 92 constructoras del país un 71% aseguran trabajar la mayoría de sus proyectos en la GAM.

También opinaron sobre la competencia en el mercado, ya que comentan que un producto como la tablilla de bambú podría ser sustituida por tablilla PVC dependiendo del tipo de consumidor y sus gustos, por su parte, suele ser una opción más económica.

Así mismo, se consideró que sería importante el nivel de industrialización para asegurar el material sin que el volumen sea una barrera, debido a que si se introduce al mercado con mayor agresividad y una buena estrategia realmente se podría considerar como una opción para el desarrollo de diversos proyectos y si en la etapa de producción no se brinda una cantidad considerable de producto es probable que el material no se tome en cuenta como una buena alternativa. Esto puede deberse a que las empresas constructoras y de diseño realizan más que todo obras que corresponden al desarrollo de viviendas residencial, seguida de edificios, obra pública, locales comerciales y finalmente otro tipo de construcciones (Santamaría et al., 2015), indicando que un gran porcentaje de proyectos requieren material ya sea constructivo o decorativo en cantidades considerables para llevarse a cabo.

En el mismo criterio, también se considera la estandarización y los acabados que se logre brindar con el material, lo cual se traduce a que se requeriría un proceso industrial tecnificado que ofrezca seguridad de un producto estandarizado para su libre utilización, que no interfiera con el desarrollo de los proyectos ni se complique su instalación.

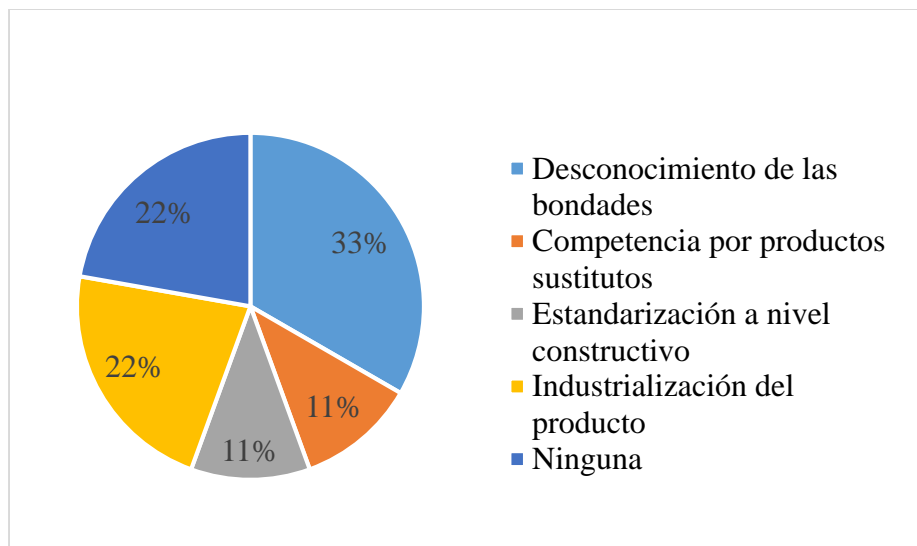


Figura 4. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según empresas de construcción, Costa Rica, 2020.

5.1.2 Consumidores

Los consumidores finales de determinado producto son los que toman la decisión directa sobre los materiales a utilizar en la construcción o remodelación de sus casas, por lo que juegan un papel importante en la demanda de productos de fibras de origen vegetal. En este caso, de las personas entrevistadas (figura 5), un 90% comenta que el uso de ese tipo de materiales en construcciones o proyectos de cualquier tipo que realizan en sus hogares es de un uso que se encuentra categorizado de bajo a ocasional.

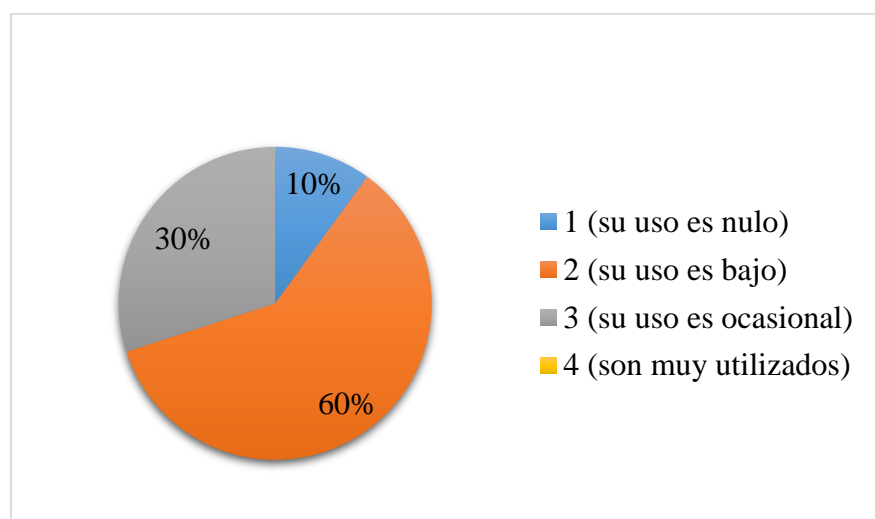


Figura 5. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según personas consumidoras, Costa Rica, 2020.

Los usos que se le dan a los productos de fibra de origen vegetal en el sector de la construcción, en un 67% son detalles pequeños meramente decorativos, en segundo lugar, fachadas (paredes para exteriores) y pisos (figura 6). Estos resultados se complementan con información reportada por Barrantes Rodríguez y Ugalde Alfaro (2018) sobre 805 encuestas aplicadas a personas económicamente activas sobre el uso y consumo de madera nacional en la que se indica que un 36,6% ha invertido en cielo rasos, 29,9% en paredes y un 17,1% en pisos.

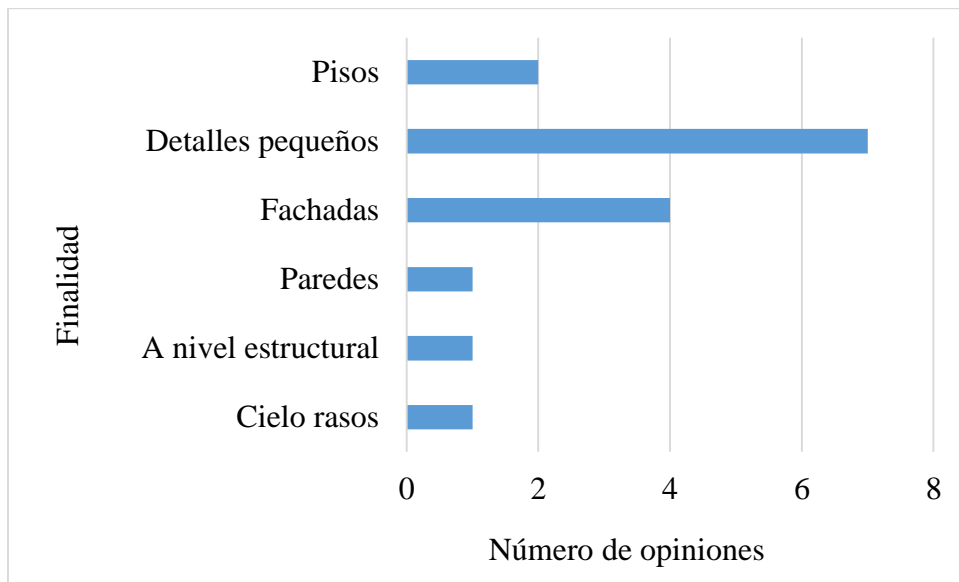


Figura 6. Uso de los productos de origen vegetal adquiridos para construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según personas consumidoras, Costa Rica, 2020.

Dentro de las limitantes para introducir al mercado las tablillas de bambú a nivel nacional o bien, una razón por la cual las personas encuestadas dudarían de su permanencia en el mercado (figura 7), se encuentra el poco conocimiento sobre los beneficios que puede aportar el material, así como conocimientos técnicos tanto para la instalación como también para asegurar la calidad, durabilidad del producto a través tiempo y la reacción ante la exposición a condiciones de lluvia y/o sol. Esta conducta, según Chavarría Navarro y Molina-Murillo (2018) queda evidenciada al existir un alto grado de desconocimiento sobre los materiales a base de fibras vegetales, tanto a nivel de beneficios, como tipo de especies, precio, calidad, usos, técnicas y procedimientos, lo que genera preferencias hacia otros productos como materiales livianos, el hierro, el cemento, el plástico y la cerámica.

Así mismo, prestar atención a factores como el precio y la calidad del producto es vital para poder competir con otros presentes en el mercado que son ofertados a gran escala, ya que así no se limita dicha competitividad, permitiendo aprovechar la afinidad del mercado por el consumo de productos

a base de fibras naturales (Chaves Picado, 2012) y esto se ve respaldado por las opiniones al considerar necesario asegurar que las tablillas entren al mercado con un precio competitivo que no supere el costo de productos sustitutos, ya que eso influiría en gran medida la decisión de una compra.

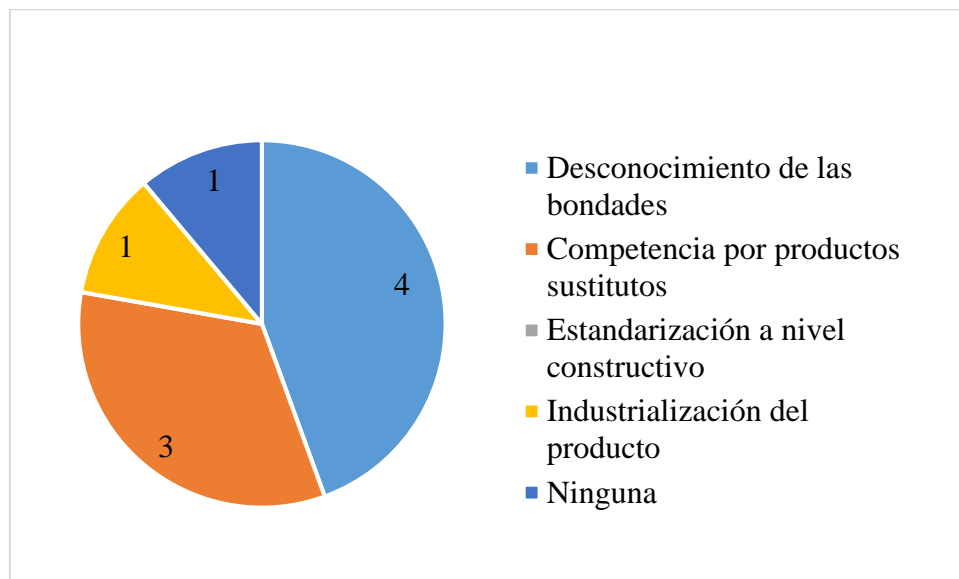


Figura 7. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según personas consumidoras, Costa Rica, 2020.

5.1.3 Profesionales en Arquitectura

Esta agrupación, dentro del sector de la construcción se encuentran al tanto de las tendencias de los materiales más utilizados para la construcción, así como de los costos entre materiales y sistemas constructivos, ya sean naturales o sus eventuales sustitutos (Santamaría, 2015), es así como este segmento, es en sí mismo un cliente final, ya que en algunas ocasiones tienen cierto poder de decisión de los materiales que utilizan en las construcciones que dirigen y a la vez de forma indirecta conoce los patrones de consumo del dueño o dueña de la vivienda porque a través de ellos se ejecutan los requerimientos del cliente.

Un 56% de las personas entrevistadas indican que el uso de materiales a base de fibras de origen vegetal es ocasional en los proyectos que realizan (figura 8) y las razones por las cuales consideran valioso el uso de productos o subproductos de ese material para el desarrollo de proyectos de arquitectura, se encuentra en que es un recurso poco contaminante y trasmite confort en los espacios donde se utiliza. Esto es parte de las corrientes de pensamiento y diseño del siglo XXI, también

denominada arquitectura sustentable, en la cual se concibe un diseño arquitectónico que optimice los recursos naturales con el fin de minimizar el impacto de las estructuras en el medio ambiente (Luna Bugallo, 2014). El 22% de las personas entrevistadas comentaron que el uso de dichos productos o subproductos para el desarrollo de proyectos de arquitectura es nulo, por lo que no lo consideran valioso, indicaron que se debe a que es un material del cual no conocen a nivel técnico, por lo tanto, no es parte de la paleta de materiales que usan para sus proyectos.

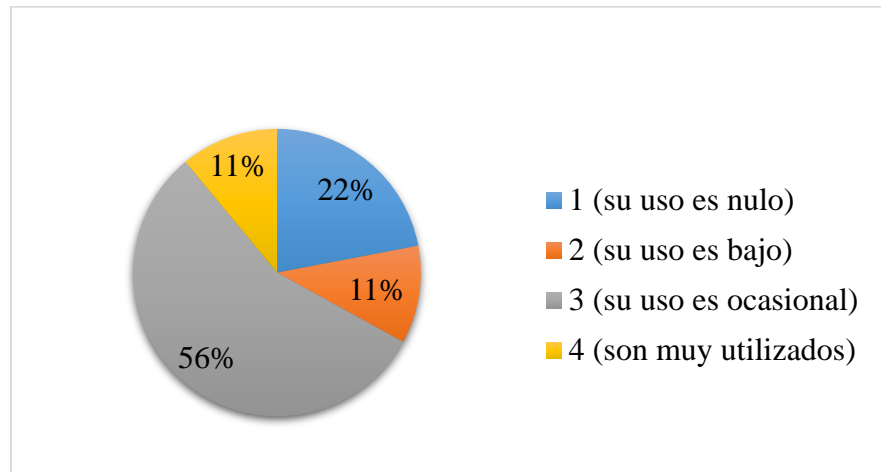


Figura 8. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según profesionales en arquitectura Costa Rica, 2020.

Por lo tanto, como se comenta anteriormente, es el desconocimiento técnico con respecto al manejo del material, la falta capacitación y mano de obra calificada para trabajar con el bambú, así como la incertidumbre de los procesos productivos que garanticen calidad y bajos costos representan factores comentados como posibles limitantes o barreras al introducir las tablillas de bambú al mercado (figura 9).

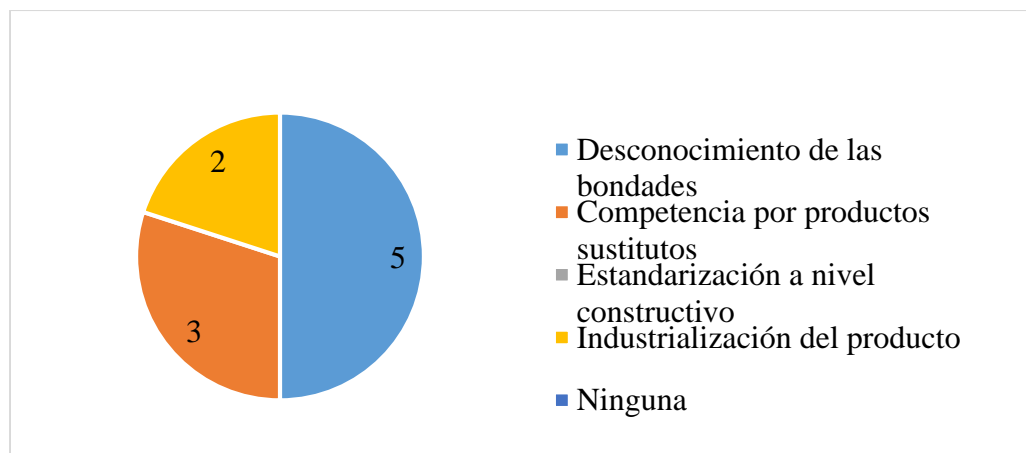


Figura 9. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según profesionales en arquitectura, Costa Rica, 2020.

Sin embargo, los factores comentados no impiden que un 100% estén de acuerdo en que el bambú tiene más potencial del que se le da actualmente en el sector de la construcción, ya que opinan que aporta mucha textura y estilo a los espacios y se le puede dar diferentes usos, lo cual es una característica sumamente valiosa y apreciada en los materiales (figura 10). También justifican sus opiniones en que perciben que debe ser un material más económico que muchos en el mercado y lo consumirían aún más si su costo es competitivo con los precios de la tablilla de maderas suaves como laurel (*Cordia alliodora*).

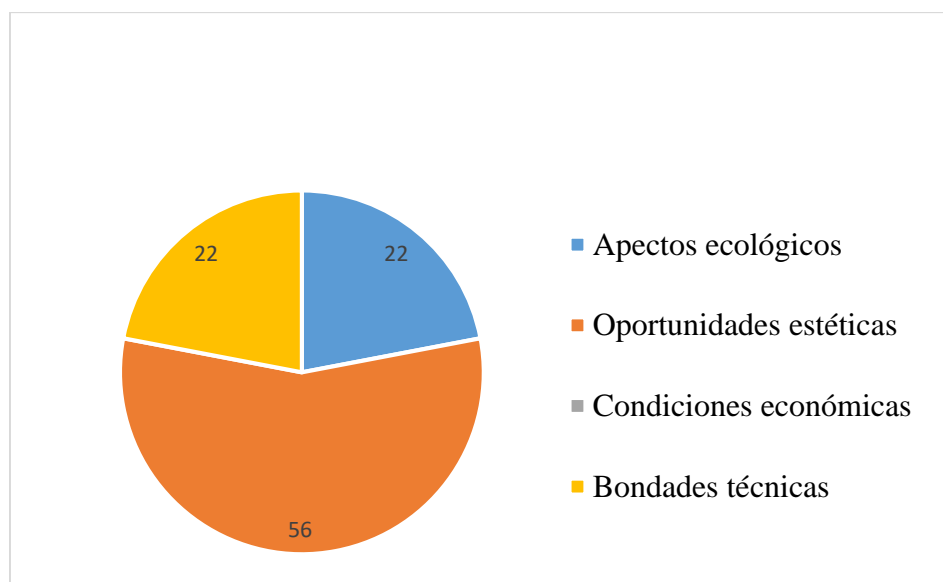


Figura 10. Razones por las cuales se considera valioso contar con tablillas de bambú en el mercado, según profesionales en arquitectura, Costa Rica, 2020.

5.1.4 Distribuidoras de tablillas de fibra natural

Los distribuidores formales como los comercios de venta al por mayor y por menor de materiales de construcción, artículos de ferretería y equipo, son actores que comercializan productos primarios y secundarios de madera de producción local o importados; con la característica de que en la mayoría de estos sitios no se manufactura; estos demandan productos primarios y secundarios de materiales de origen vegetal a los otros actores de la cadena de valor, pero su actividad económica es la venta o comercialización de estos productos (Santamaría, 2015).

Según las entrevistas aplicadas a depósitos de madera con más de 10 años de experiencia, un mayor porcentaje (67%) indicó que los materiales de fibra de origen vegetal son muy utilizados (figura 11)

y que, a nivel de ventas, la dinámica ha permanecido estable en los últimos 5 años aproximadamente.

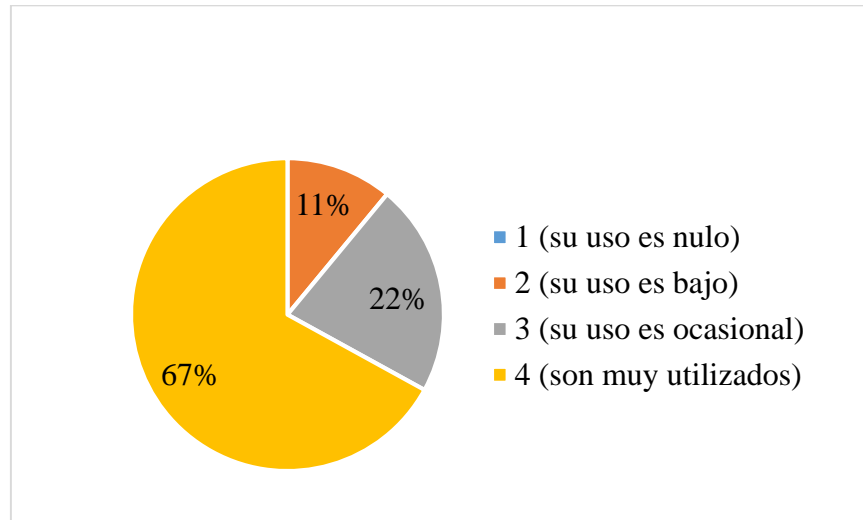


Figura 11. Uso de materiales a base de origen vegetal en construcciones o proyectos de cualquier tipo en el hogar, según sitios distribuidores, Costa Rica, 2020.

Como parte de la información recopilada en cuanto a las dimensiones más solicitadas en las distribuidoras entrevistadas (cuadro 9) se encuentran las destinadas a pisos, cielo rasos y formaleta. Cabe tomar en cuenta que las especies que se adjuntan se encuentran disponibles en todas las distribuidoras entrevistadas y que dichos precios varían según la especie e incluso de distribuidora, sin embargo, en cuanto a la competencia indirecta, de manera general los precios más elevados corresponden a las especies finas, decorativas y duras y especies más suaves poseen precios menores.

Con esta información, también se quería conocer específicamente el precio promedio en el que se ofrecen los productos más similares en dimensiones a la tablilla planteada en este proyecto que corresponden a los precios de la competencia directa, los cuales serían las tablillas de laurel, tema desarrollado con detalle más adelante.

Así mismo, como lo reporta Barrantes Rodríguez y Ugalde Alfaro (2020) entre los precios más altos se reportan aquellas especies empleadas en la fabricación de pisos y muebles de finos acabados, como cenízaro (*Samanea saman*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), pochote (*Bombacopsis quinata*) proveniente de bosque y cedro amargo, cuyos precios oscilan entre 700 y 858 colones

CR/pmt para la madera aserrada y la de especies suaves o utilizadas para formaleta, registra un precio promedio de 329 colones CR/pmt.

Cuadro 9. Usos, especies y dimensiones más solicitadas en distribuidoras de madera entrevistadas, Costa Rica, 2020.

| Tipo de competencia | Especies más utilizadas | Dimensiones | Finalidad |
|------------------------------|--|--------------------|--------------------------------------|
| Competencia indirecta | cedro (<i>Cedrela odorata</i>) | 1/2x3 | Cielo raso-Paredes |
| | teca (<i>Tectona grandis</i>) | 1/2x5 | Cielo raso-Paredes |
| | ciprés (<i>Cupressus lusitanica</i>) | | |
| | pochote (<i>Bombacopsis quinata</i>) | 1x3 | Pisos |
| | melina (<i>Gmelina arborea</i>) | 1x5 | Pisos |
| | pino (<i>Pinus</i> sp) | 1x12 | Formaleta columnas |
| Competencia directa | laurel (<i>Cordia alliodora</i>) | 1x2 | Cielo raso-Paredes |
| | bambú (<i>Guadua angustifolia</i>) | 1x2 | Cielo raso-Paredes-cubierta de pisos |

Así mismo, un 100% de las personas entrevistadas como sitios distribuidores de materiales de origen vegetal (figura 12) coincidían en que, según las inclinaciones y gustos de los clientes que reciben, es valioso poder ser fuentes de distribución de tablillas de bambú. Esto es importante ya que los sitios distribuidores son un punto de referencia que nos indica la percepción e inclinaciones de consumo de los clientes. En el caso de los clientes arquitectos, maestros de obras entre otros actores relacionados, los sitios indican que han percibido esa inclinación por los beneficios a nivel ecológico que posee realizar proyectos de arquitectura o construcción con materiales, además de la versatilidad y adaptabilidad que poseen para su uso en distintos fines, desde su utilidad en la construcción hasta su uso como detalle decorativo.

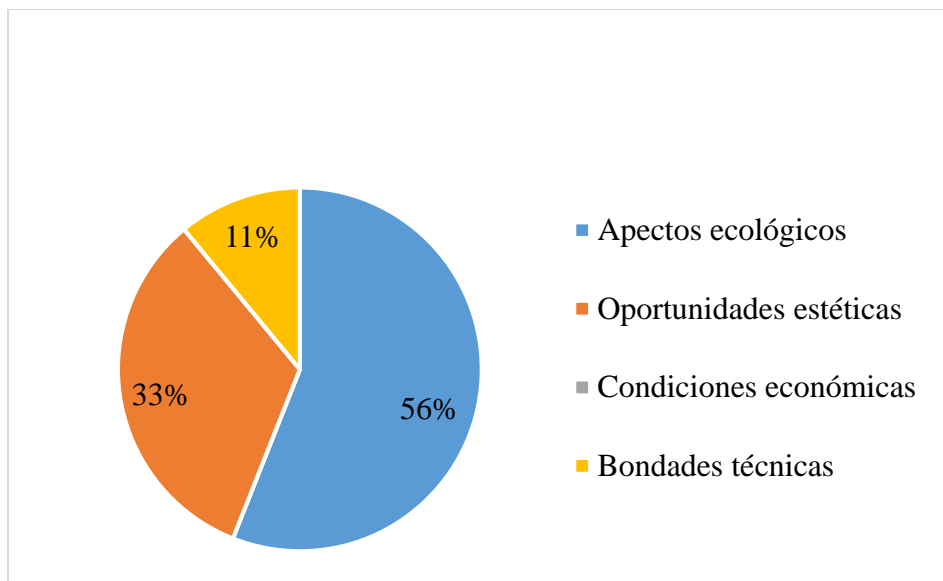


Figura 12. Razones por las cuales se considera valioso contar con tablillas de bambú en el mercado, según sitios distribuidores, Costa Rica, 2020.

Como parte de las limitantes para introducir las tablillas de bambú al mercado nacional (figura 13), al igual que las empresas de construcción, las opiniones se concentran en que se debe asegurar una cantidad de producto para ofrecer al consumidor. Esto porque la mayoría de estas distribuidoras trabajan con pocas cantidades en stock dentro del establecimiento y en caso de que determinado proyecto demande una cantidad de material que sobrepase el stock con el que cuentan, hacen un pedido al distribuidor principal. Por esto, se debe asegurar que la industria de tablillas de bambú tenga la capacidad de poder abastecer los puntos de venta con los que cuenta, en caso de que se realice un pedido demandante de material, en alguna o incluso varios puntos de distribución en un corto tiempo. Comentan que se trabaja de esta manera para evitar contar con mucha cantidad de un producto cuya venta es incierta. También, opinan que es importante asegurarle al consumidor que se adquiere un producto que puede brindar acabados de calidad y que a la vez sea estéticamente llamativo. Por otra parte, comentaron que esto resulta una oportunidad para capacitar a las personas empleadas de las distribuidoras sobre el bambú y de este modo, brindar un servicio que no muchos sitios en el país ofrecen.

Misma cantidad de opiniones (5) reportan la limitación por competencia con productos sustitutos, específicamente con las tablillas de plástico (PVC), que a nivel estético aparentan una imagen que fácilmente puede reemplazar a productos como la madera o bambú en cuanto a la estética y apariencia, llegando a ser comercializada incluso a un menor precio, no obstante comentan que no compiten en cuanto a calidad, por lo contrario, las distribuidoras les hacen saber a sus clientes que

cuando han invertido en dichos productos sustitutos, su baja calidad implica una inversión futura en un periodo de tiempo más corto, generando que no vuelvan a consumir ese producto sustituto.

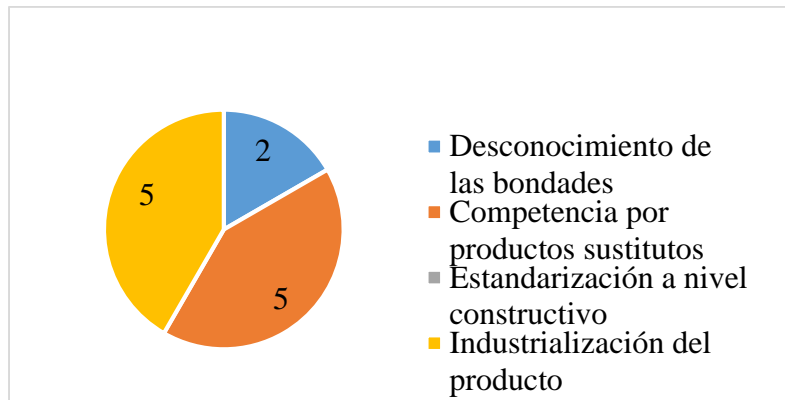


Figura 13. Limitantes para introducir tablillas de bambú al mercado nacional, según sitios distribuidores, Costa Rica, 2020.

Adicional a la información recopilada, según Santamaría et al. (2015), se confirmó en entrevistas dirigidas a 87 distribuidores formales (comercios), que el principal destino de la madera ofertada es adquirida en un 65% por personas físicas, un 18% por empresas constructoras, un 11% por fabricantes de muebles, puertas y otras partes, un 3% por el sector público y el 3% restante corresponde a otros destinos; a su vez las entrevistas aplicadas permitieron identificar que el 95% de distribuidores formales (comercios) se abastecen de intermediarios o terceros y solamente el 5% se autoabastece de madera. Este estudio consultado respalda que estos sitios distribuidores del material de origen vegetal requieren de un medio terciario sólido que les distribuya el producto, y abarcando ese aspecto, se logra llegar al porcentaje de la población que adquiere el producto por medio de distribuidoras.

Se presenta a continuación, un resumen en donde se muestra la percepción de los actores con respecto a los criterios consultados y en color se presenta el indicador que destacó en más de un actor, permitiendo visualizar que las personas arquitectas y constructoras concuerdan en que usan de manera ocasional materiales a base de fibras naturales y que ningún indicador cataloga su uso como nulo. Que, a excepción de los depósitos, la consideración principal para contar con tablillas de bambú en el mercado es su estética. Y que el desconocimiento es una de las limitantes más recurrentes al intentar introducir las tablillas al mercado (Cuadro 10).

Cuadro 10. Percepción de los principales actores en el mercado de productos de origen vegetal.

| Criterio | Indicador | Actores | | | |
|--|--------------------------|-----------|--------------|-------------|---------------|
| | | Depósitos | Consumidores | Arquitectos | Constructoras |
| Uso de materiales a base de fibras naturales | Nulo | | | | |
| | Bajo | | X | | |
| | Ocasional | | | X | X |
| | Muy utilizados | X | | | |
| Consideraciones para contar con tablillas de bambú en el mercado | Aspectos ecológicos | X | | | |
| | Estética | | X | X | X |
| | Economía | | | | |
| | Bondades técnicas | | | | X |
| Limitantes al introducir las tablillas de bambú en el mercado | Desconocimiento | | X | | X |
| | Competencia | X | | | |
| | Falta de estandarización | | | | |
| | Ninguna | | | X | |

5.2 Establecimiento de la industria

5.2.1 Mapeo de procesos productivos

La recopilación de experiencias permite plantear un sistema de producción que cumpla con todos los requerimientos para elaborar las tablillas bajo una secuencia lógica y ordenada que, a su vez, evite o reduzca los cuellos de botella. A pesar de que las fases para obtener las tablillas de bambú son relativamente reducidas en comparación con otros productos de valor agregado que podrían elaborarse, cada país e industria ha desarrollado sus propias metodologías y parámetros diferentes según su experiencia o capacidades (Botero Cortés, 2004).

Por dicho motivo, para este trabajo se buscó información sobre procesos productivos aplicados para elaborar tablillas en Perú (COMPYMEFOR), Ecuador (Universidad de Guayaquil), Costa Rica (Universidad Nacional de Costa Rica y Bambutico) (Anexo 1). Una vez conocidos los procesos, se propuso un flujo de producción tomando en cuenta las técnicas más efectivas según la opinión de los expertos y las características del contexto nacional, así como la calidad y la cantidad de datos.

Se descubrió que los procesos de COMPYMEFOR y la Universidad de Guayaquil son aplicados más que todo para obtener tableros, por lo que en cierto punto del flujo las metodologías son distintas. Con respecto a la calidad y cantidad de datos, el Proyecto Desarrollo Productivo del

Bambú en Costa Rica liderado por la Universidad Nacional fue la fuente de información principal, ya que contaban con datos base sobre la elaboración de tablillas y esos datos permitieron calcular tiempos, cantidad de personal, materiales requeridos, entre otros criterios de importancia para la propuesta.

5.2.2 Propuesta de flujo de producción

Las operaciones productivas son un conjunto de actividades que transforman una entrada en una salida o insumos en productos agregando valor a la entrada para conseguir una utilidad vendible a la salida, y buscar en todo eso, la correcta toma de decisiones de la gerencia operativa (Carreño Solís, 2017). En ese sentido, a continuación, se presenta el flujo de producción (figura 14), explicación de las fases y los requerimientos en cada una de ellas para transformar las cañas de bambú en tablillas.

Previamente, es importante tomar en cuenta uno de los temas determinantes para definir el flujo de producción. Este es el tiempo que pueden permanecer las cañas sin algún método de preservado y que esto no afecte el resto la calidad de las cañas como elemento constructivo/decorativo. Y es por esa razón, que el Proyecto Desarrollo Productivo del Bambú en Costa Rica recomienda realizarle un curado Boucherie a las cañas antes de que pasen 24 horas para promover un desplazamiento de savia exitoso.

Específicamente, este método de preservado consiste en sustituir la savia de la planta por sulfato de cobre mediante inyectores directos (boquillas) que son conectadas a presión para suministrar el químico y que este viaje por los poros (Montoya Arango, 2005), se realiza con el fin de cambiar la composición bioquímica de los tallos porque su estructura normal favorece el desarrollo progresivo de los agentes biológicos. Y naturalmente, después de corta de las cañas van perdiendo la savia, secando sus fibras y el inmunizante no penetra en una caña totalmente seca por lo que sólo funciona si hay suficiente humedad (Minke, 2016).

Debido a lo anterior, se propone comprar las cañas de bambú ya cortadas, dimensionadas cada 2 metros y curadas, con el fin de garantizar que la materia prima haya pasado por un proceso de preservado en el tiempo requerido.

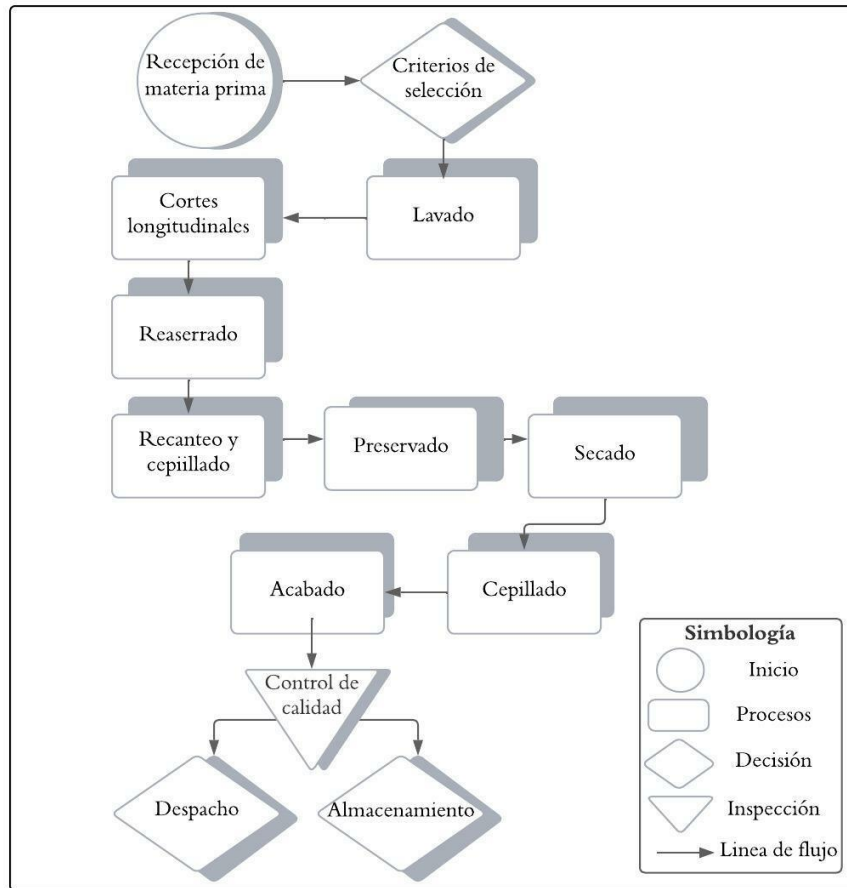


Figura 14. Diagrama de flujo para la elaboración de tablillas de bambú, 2023.

1. Recepción de materia prima

Aún al proponerse comprar las cañas ya dimensionadas y curadas, es necesario integrar la fase agrícola con la industrial para que exista un conocimiento de la calidad de materia prima por recibir y por seleccionar al momento de la descarga en la industria. Para esto se puede trabajar con un listado de condiciones para el ingreso de la materia prima que incluya piezas que cumplan con los siguientes criterios:

- Rectas
- Maduras
- 2 metros de largo
- Desramadas y deshojadas
- Diámetro entre 12 y 15 centímetros en parte basal
- Ausencia de perforaciones longitudinales
- Ausencia de rajaduras superficiales

- Ausencia de manchas y decoloraciones particulares

Las tablillas se elaboran con guaduas maduras, las cuales se reconocen porque las fibras están debidamente lignificadas, permitiendo que los procesos industriales se den de la manera adecuada. Estas se caracterizan por presentar manchas blancas en forma de plaquetas que corresponden a hongos, se inicia la formación de líquenes en los nudos se atenúan las bandas de los nudos, no hay hojas caulinares en ninguna parte del tallo y la guadua adquiere su mayor grado de resistencia (Botero Cortés, 2004).

Y en cuanto a la altura, la caña, por su estructura y cualidades anatómicas se divide teórica y popularmente en segmentos a determinada altura. El conocimiento sobre la naturaleza y lo que caracteriza a cada uno de esos segmentos es necesario para establecer y efectuar su buen uso, garantizando calidad y durabilidad en una obra (Botero Cortés, 2004, Witte, 2018).

Primeramente, se encuentra la sección conocida como cepa, esta abarca aproximadamente 3 metros de la caña y es la de mayor diámetro, por lo tanto, es la más resistente, ideal para columnas, pasadores y espaciadores. Seguido se encuentra la conocida como basa o basal de aproximadamente 8 metros, descrita por Minke (2016), como la más útil y comercial al tener aplicación también como elemento estructural. Si se habla de bambú en rollo en vigas y columnas y para otro grado de transformación útil para tablillas o esterilla.

Es por eso, que se trabaja con piezas de 2 metros que forman parte de la cepa y la basa de la caña.

Por otra parte, trabajar con ese rango de medidas en diámetro es necesario tomando en cuenta que las tablillas deben tener como medidas 2 metros de largo, 1 pulgada de ancho y 1 pulgada de espesor. Y según información de Bambutico (2020), para cumplir con esas dimensiones, las cañas por utilizar deben tener un diámetro de 12 a 15 cm aproximadamente. Si este es menor poseen mayor curvatura en las paredes y no es favorable al momento de obtener las tablillas (comunicación personal, 8 de octubre, 2020).

2. Lavado

Una vez seleccionadas las piezas por recibir, primeramente, deben limpiarse del musgo, líquenes y otros residuos del aprovechamiento. Para esto, según Stamm, la mejor opción es utilizar una hidrolavadora eléctrica de mínimo 2000psi (*pound per square inch*), con ruedas y enrollador de

manguera, ya que es una opción fácil de utilizar y económicamente más aceptable en relación a las futuras ganancias (Comunicación personal, 26 de abril, 2021), sin embargo, en este caso se utilizará una de 3000psi con el fin de eliminar la suciedad de forma más eficiente y rápida al no tener que pasar la herramienta varias veces en un mismo punto.

3. Cortes longitudinales (tablillado o latillado)

Para generar las tablillas se propone utilizar una sierra de mesa con doble cuchilla, de esta manera se busca desplazar a lo largo y de manera rotativa cada pieza de 2 metros a lo largo y en medio de ambas cuchillas para formar las tablillas con un ancho específico según el grado de rotación que se haga en la caña, por lo que se puede trabajar con una marca al borde de la mesa en donde se posicione y tenga visibilidad la persona trabajadora, para que logre manipular la caña manteniendo el control del grado de rotación. En este caso, los diámetros de las cañas que se van a utilizar permitirían obtener de 5 a 6 tablillas de 2 cm de ancho cada 2 metros, es decir que de una caña de 8 metros se podrían llegar a obtener 20 tablillas, sin embargo, por un porcentaje de pérdida identificado en la realidad se trabajará con 15 tablillas.

4. Reaserrado

Para este proceso, se utilizará una sierra de mesa en donde se irá a deslizar la parte interna de cada tablilla de manera paralela la cuchilla, con el fin de que elimine los nudos.

5. Recanteo y cepillado

Debido a la curvatura que genera el diámetro de las cañas, en el reaserrado no se logra eliminar por completo los nudos, por lo que es necesario incluir un proceso que se encargue de crear tablillas planas y con dimensiones más uniformes.

6. Preservado

La guadua, a pesar de las propiedades que posee, es un material vulnerable al ataque de factores bióticos y abióticos por ser de origen vegetal. Dentro de las amenazas se encuentran insectos xilófagos como *Dinoderus Minutus*, *Eucalandra Setulosus*, *Gnathocerus Cornutus*, *Tribolium Castaneum* y *Catolethrus Fallax* y hongos, por esto la preservación juega un rol crucial para el material constructivo (Montoya Arango, 2005).

Esa es la razón por la que se propone someter las tablillas a dos procesos de preservación para lograr modificar la constitución química de las cañas, haciéndolas no apetecibles para los agentes biológicos (insectos taladradores) y evitando su desarrollo.

En esta etapa, se propone el método de inmersión, el cual consiste en sumergir las cañas recién cortadas en una solución de pentaborato o también conocida como sales de borax, compuesta por ácido bórico (H_3BO_3), óxido de bórax o bórax ($Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$) y agua (Landauro et al., 2016).

La mezcla debe ser a una concentración del 5%, es decir, 50 kg por m^3 del tanque (25kg de ácido bórico y 25kg de bórax) y debe diluirse hasta alcanzar un volumen aproximado a la mitad de la capacidad del tanque para evitar el derrame del preservante al momento de sumergir las cañas, las cuales deben permanecer en la solución de 4 a 5 días.

Según la experiencia de Jörg Stamm, la solución de sales de bórax requiere ser remplazada al año porque debido a la absorción de las cañas se pierde gradualmente la efectividad del producto inicial; además, es el tiempo prudente para evitar que el producto libere olores desagradables (Comunicación personal, 26 de abril, 2021).

Al respecto, si bien es importante conocer los métodos que se han utilizado anteriormente, también es valioso explorar alternativas que ya han sido aplicadas, para este caso, según experiencia del equipo de bambú de la UNA (Costa Rica), se propone utilizar Bamblue.

Este es un producto que brinda una función fungicida e insecticida, y dentro de sus beneficios se encuentra su efectividad gracias a la rapidez con la que es absorbido por el bambú, ayudando a la reducción en tiempos, ya que las tablillas permanecerían en inmersión por solamente 24 horas, también es un producto libre de toxicidad y sin efecto herbicida; por lo tanto, además de no contaminar las fuentes de agua, tampoco genera quema en la vegetación ni impide su crecimiento. Esto es de gran importancia incluso tomando en cuenta el factor económico, pues evidentemente sería más costosa una propuesta para el manejo de un producto con más implicaciones a nivel ambiental que el Bamblue. Por otra parte, el producto posee un indicador de color, facilitando la interpretación en términos de absorción en las tablillas.

Según las dimensiones de las tablillas (2 pulgadas de ancho x 1 pulgadas de espesor x 2m largo) se recomienda utilizar una pileta de $2,5 m^3$ (1m ancho x 1m altura x 2.5m largo) con la capacidad de la

cantidad de tablillas por curar de manera diaria, el agua requerida, la solución y espacio para poder manipular las tablillas al momento de su ingreso y salida de la pileta.

Con las dimensiones establecidas y tomando en cuenta el espacio que ocuparían las tablillas, en la pileta se requieren aproximadamente 565 litros y la concentración del Bamblue al 10% de la solución, lo que quiere decir que se requerirían 56 litros de ese producto para lograr la solución efectiva.

Otro tema importante, es el aforo, el cual indica cada cuanto se debe reponer la solución para que siga teniendo la efectividad requerida, ya que cada vez que finalice un turno de preservado las tablillas absorben la solución. Según las dimensiones y cantidad de tablillas producidas diariamente, se consumen aproximadamente 100 litros de solución, es decir 10 litros de Bamblue.

Sin embargo, para determinar de manera más concreta cuándo se debe incorporar de nuevo la solución es recomendable utilizar un pHímetro o un conductímetro para identificar si el preservante se disolvió mucho. Eso sucede porque la solución tendría un pH alcalino alrededor de 8,4 y cuando el pH empiece a bajar por las savias neutras del bambú que andan aproximadamente en 6 o 6,5, quiere decir que ya habría que aforar. Otro de los motivos, podría ser la suciedad que dejan las tablillas, situación que se intenta prevenir con el proceso de lavado, sin embargo, se debe contemplar que podría suceder y determinar que se requiere un cambio.

7. Secado

Una tendencia observada en la literatura es, que las propiedades mecánicas del bambú verde son consistentemente menores o iguales a los de las muestras de bambú secadas al aire, ya que se encoge radialmente con el tiempo cuando se seca. Por eso, previo a utilizarlo se debe bajar la humedad relativa de las tablillas rápidamente para estabilizar sus dimensiones y mejorar la trabajabilidad (Kaminski et al. 2016 y Sánchez, 2019).

Las variables que se deben controlar en el secado son: energía, temperatura, humedad y circulación de aire. Normalmente las tablillas se someten a un proceso de secado en cámaras que permiten bajar su contenido de humedad en aproximadamente 5 días a temperaturas promedio de entre 80 y 100 °C (Botero Cortés, 2004), un método eficaz, pero, suele ser costoso (Verma & Chariar, 2012).

Sin embargo, el bambú puede secarse al aire o tratarse térmicamente por secado solar, ante esto, se propone que, el secado se realice en un área similar a un invernadero en donde se garantice el flujo de aire, pero cubierta la lluvia por medio de un plástico contra rayos UV que bloquean del sol directo para disminuir las rajaduras y torceduras (INBAR, 2015) pero a su vez proporciona el calor suficiente para mantener un grado óptimo de humedad, buscando entre 15%-17%. Tomando en cuenta que independientemente de la correlación entre los valores de las propiedades mecánicas y el contenido de humedad del bambú, idealmente se debe secar a un contenido de humedad inferior al 20% para evitar la infestación con hongos y xilófagos (Liese & Tang, 2015; Schmidt et al. 2013). Del mismo modo, para mantenerlas en un porcentaje ideal es recomendable el monitoreo periódico utilizando un humidómetro.

Las tablillas permanecerán en el área de secado durante 30 días, apiladas en bloques de 2 metros de ancho x 3,50 metros de altura, para asegurar que en cada bloque exista ventilación y se sequen de manera correcta se propone utilizar reglas de madera de 1 pulgada de ancho x 1 pulgada de espesor x 200 cm de largo entre fila de las tablillas y reglas de 3 pulgadas de ancho x 3 pulgadas de espesor x 200 cm de largo también para separarlas del suelo (figura 15).

En el bloque, la idea es posicionar en un primer nivel de manera horizontal las tablillas, el siguiente nivel de manera vertical más tablillas, pero en medio de estas, las reglas de madera y de ese modo hacerlo consecutivamente hasta apilar 2,268 tablillas en cada uno de los bloques hasta formar un total de 7, ya que en esta área debe haber espacio para la producción de los 22 días (días laborales productivos), es decir 16,500 tablillas.



Figura 15. Esquema de bloques de tablillas de *Guadua angustifolia* dentro del área de secado.

8. Cepillado

A pesar de que los procesos anteriores brindan un ancho uniforme, las tablillas pueden ser cepilladas para dar uniformidad a su espesor, eliminando restos de los entrenudos, tabiques y/o protuberancias propias del bambú o restos de los procesos anteriores. Para este fin se propone una cepilladora dos caras (anexo 3), por ser las más prácticas, ya que con una sola pasada cepilla la tablilla por ambas caras, dándole a las piezas sus dimensiones definitivas (escuadrarlas). Incluso esto permite elegir el espesor que requiera un cliente según el objetivo y resistencia que se necesite.

9. Acabado

El acabado es uno de los procesos finales y hay varios productos que se pueden utilizar para conseguir resultados similares. Pero para este caso, los acabados Protectolack aplicados en el bambú, ofrecen protección contra hongos, reduce el daño causado por los rayos ultravioleta y el ambiente, contribuyendo de este modo a la durabilidad del material. El acabado crea una barrera protectora que impermeabiliza las tablillas, pero sin sellar el poro del bambú por lo que permite la respiración de la pieza e impide la acumulación excesiva de humedad en su interior. Esta opción puede ser aplicada con brocha sobre las tablillas, también por rendimiento puede realizarse con una pistola de aire, como en este caso. El producto brinda un acabado transparente para conservar los detalles naturales, pero permite dar a elegir al cliente el acabado deseado, ofreciendo opciones como: brillante (Hi-0500) o mate (Hi-0600), ambos evitan que las tablillas se resequen y cambien de color con el tiempo.

10. Empacado o Almacenado

La persona encargada en cada una de las fases que componen el proceso productivo debe realizar el seguimiento del producto, verificando que las piezas cumplan con los requisitos establecidos al llegar a la fase siguiente, sin embargo, previo al empaque de un pedido o bien, antes de almacenar el producto, se requiere un procedimiento de control de calidad en el que se comprueben finalmente los procesos y se identifiquen posibles errores.

5.2.3 Propuesta espacial de una planta productora de tablillas de bambú

Díaz Garay y Noriega Teresa (2017) indican que el objetivo del diseño se basa en la integración de todos los factores que afecten a la distribución, tomando en cuenta el movimiento de la materia prima, la circulación del personal por la planta, el mínimo esfuerzo para las personas trabajadoras y, por último, la flexibilidad. Una vez descritos los procesos en el punto anterior (5.2.2), se realizó una propuesta sobre la disposición espacial en una la planta productora de tablillas de bambú (figura 16). La misma también incluye los sectores ocupados por el personal dentro de los quehaceres administrativos (oficina), los espacios comunes (comedor, baños, parqueo) y los espacios de la planta destinados a la producción de las tablillas. La maquinaria necesaria dentro de la planta se dispone agrupada según su función y cada proceso estará ubicado próximo al que le precede según la línea de producción, generando un flujo en forma de “U” en donde el mismo sitio por el que se ingresa la materia prima es el mismo por el que se despacha el producto terminado. Dentro del proceso productivo se encuentra el lavado, proceso que requiere un espacio al aire libre por lo que se propone una planta semiabierta para mantener la marcha en “U”, ahorrar en obras civiles y también, asegurar una buena circulación de aire dentro de la planta. La opción de una planta semiabierta puede funcionar como una alternativa para lo que Cordero Cachay et al. (2019) mencionan, como la importancia de reducir el riesgo de enfermedades ocupacionales, considerando al personal por el polvo o pequeñas partículas que se puedan generar en algunos de los procesos, en este caso, provocado por la perforación de los nudos, las sierras por el dimensionado y el cepillado.

El estacionamiento se diseñó al frente del predio, con el fin de que los clientes y el personal tuviesen a un costado la entrada principal y el camión la tuviese al frente el área de descarga de materia prima y posteriormente, la carga de tablillas para crear de manera fluida el ingreso y despacho del material por el mismo sitio.

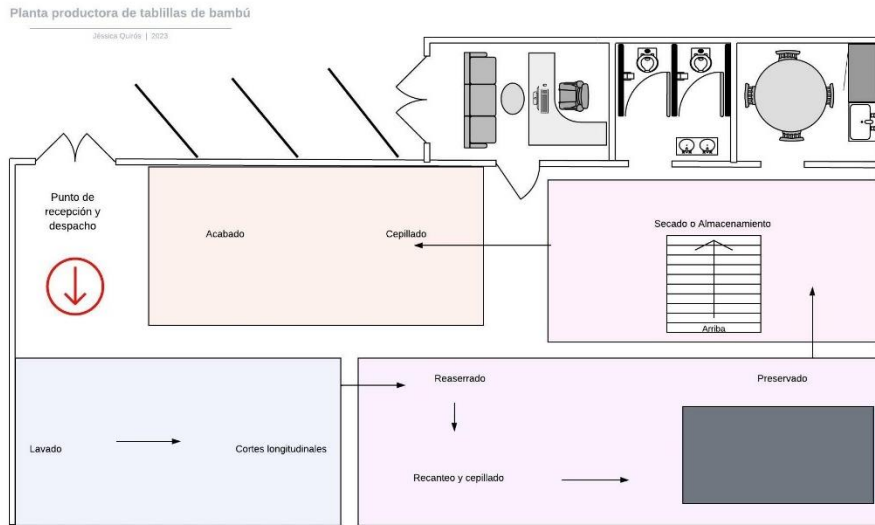


Figura 16. Disposición de la planta productora de tablillas de bambú 2023.

5.3 Rendimientos en la industria de tablillas de bambú

En todo proceso productivo se busca cumplir con lo demandado de forma eficiente y eficaz. Alcanzando un alto nivel de satisfacción con el menor uso de recursos posibles, cumpliendo con los pedidos a un bajo costo (Bastidas, 2017). Para avanzar hacia este objetivo se determinó el rendimiento óptimo que posee una industria productora de tablillas de bambú bajo la línea productiva establecida.

Según lo desarrollado en el Proyecto Desarrollo Productivo del Bambú en Costa Rica, bajo los mismos procesos se logran transformar 50 cañas diarias, obtenidas según los tiempos que se muestran en el cuadro 11.

Así mismo, con base en esa información se estableció la cantidad de personal necesario para cada actividad y se determinó que la manera en la que se lograría mayor eficacia en el proceso productivo es que trabajen en grupos según las actividades y de manera simultánea. Es decir que, al inicio del día, ingresará la primera caña de bambú a las primeras dos personas encargadas de la descarga, selección y acomodo de las cañas. La primera caña mencionada, pasará por cada una de las actividades que contempla el grupo A, cada persona trabajará en el proceso designado y en cuanto acaben pasarán la caña a los siguientes procesos que forman parte del grupo B, en donde ya se trabajará con la maquinaria de dimensionado para obtener las tablillas y se hará de esta manera con cada una de las cañas consecutivamente. Por otra parte, desde el inicio del día, se encontrará el

personal del grupo D sacando un paquete de tablillas que se encontraba en el área de secado, es decir trabajarán con un paquete semiterminado del mes anterior.

En cuanto al grupo C, del mismo modo, son dos personas cuyas actividades asignadas se estima que finalizarían en 2 horas. A pesar de esto, no son contemplados como personal temporal para mantenerlos como un respaldo en caso de que sea personal requerido de apoyo para alguna otra actividad. Esa decisión permitiría de una forma más económica, continuar con una operación eficiente y segura si se presentara alguna falla o paros imprevistos.

Cuadro 11. Tiempos y personal requerido en los procesos dentro de la industria productora de tablillas de bambú, 2023.

| N° de proceso | Proceso | Cantidad procesada | Tiempo (horas) | Personal | Grupo |
|----------------------|--------------------------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|--------------|
| 1 | Recepción de materia prima | 50 cañas | 1.2 | 2 personas | A |
| 2 | Lavado | 50 cañas | 3.3 | | A |
| 3 | Ingreso a línea de producción | 50 cañas | 2.5 | | A |
| 4 | Aserrado (sierra doble) | 50 cañas | 1.7 | | B |
| 5 | Reaserrado/canteadora | 750 tablillas | 1.7 | 2 personas | B |
| 6 | Recanteo y cepillado | 750 tablillas | 3.1 | | B |
| 7 | Preservado (inmersión) | 750 tablillas | 1 | 2 personas | C |
| 8 | Acarreo a secador | 750 tablillas | 1 | | C |
| 9 | Secado (sacar paquete y meter nuevo) | 750 tablillas | 1 | | D |
| 10 | Cepillado | 750 tablillas | 1.94 | 2 personas | D |
| 11 | Acabado | 750 tablillas | 1.94 | | D |
| 12 | Empacado/almacenado | 750 tablillas | 1.17 | | D |

El conjunto de actividades programadas, los tiempos establecidos y con los equipos de personal en funcionamiento, se logra determinar el rendimiento que tendría la industria (Cuadro 12).

Para esto, cabe tomar en cuenta que, por cada 2 metros de pieza comercial de bambú, se obtienen aproximadamente 5 tablillas. Es decir que por pieza comercial de 8 metros se pueden obtener 20 tablillas, sin embargo, con el fin de contemplar un porcentaje de pérdida en alguno de los procesos de dimensionado, para estimar los rendimientos anuales se trabajó con el supuesto que tras el proceso productivo sería posible obtener 15 tablillas por pieza comercial de 8 metros.

Cuadro 12. Rendimientos diarios, mensuales y anuales en la industria productora de tablillas de bambú, 2023.

| Datos de rendimiento | |
|--|--------|
| Piezas comerciales/día | 50 |
| Tablillas/día | 750 |
| Piezas comerciales por procesar/en 255 días laborales al año | 12750 |
| Tablillas por procesar/en 255 días laborales al año | 191250 |

Las dimensiones requeridas para obtener las tablillas se pueden obtener de plantaciones de bambú con las que ya cuenta el país comentadas anteriormente, específicamente en el cantón de Pérez Zeledón, sin embargo, se requiere tomar en cuenta que en el aprovechamiento se debe asegurar la sostenibilidad en el tiempo de la plantación para poder obtener la materia prima para años siguientes bajo las condiciones requeridas. Contemplando lo anterior, al momento del aprovechamiento y según resultados de un inventario realizado en Guápiles, Costa Rica para plantaciones de 30 años, sin manejo silvicultural es posible cosechar aproximadamente un total de 280 cañas maduras por hectárea al año con las dimensiones requeridas (Córdoba, 2022).

Por otra parte, al procesar un total de 191,250 tablillas al año (según días laborales promedio), se permite interpretar que, para lograr cubrir la demanda de las cañas maduras para una industria de este tipo, son necesarias 45,54 hectáreas anuales de una plantación bambú (cuadro 13).

Por lo tanto, según las hectáreas de plantación con las que cuenta el cantón de Pérez Zeledón puede que se logre abastecer, sin embargo, se debe contemplar que sería prudente conocer con certeza y de manera actualizada cuantas hectáreas se encuentran en el cantón que sean disponibles para la industria. Además, cabe mencionar que lo ideal sería abastecer la industria con la menor cantidad de plantaciones posibles, es decir conseguir la materia prima en una sola plantación o bien, contemplar

varias, sin embargo, que se encuentren cerca entre sí, de manera que no implique un valor mayor en la compra de las cañas por el envío o aumente los costos en algún sentido. Además, porque las plantaciones actuales que se ubican cercanas al sitio de establecimiento de la industria se encuentran bajo un grado distinto de manejo.

Si eso se toma en cuenta, la plantación con mayor cantidad de hectáreas en San Isidro el General, podría brindar (de manera hipotética) solamente 20 hectáreas de bambú. Según información del propietario, esta se encuentra con bajo nivel de manejo, por lo que no se garantiza que pueda brindar la totalidad de esas hectáreas asegurando que pueda cumplir con los estándares requeridos para este proyecto y, sobre todo, para abastecer a industria a un nivel anual. Por lo que, bajo un escenario hipotético, en donde solamente se pueda utilizar el 50% de esa plantación debido a su bajo manejo que proporciona cañas desiguales y sin dimensiones y características requeridas, se haría necesario fomentar el establecimiento de plantaciones de bambú con productores de la zona para que se planten 35,54 hectáreas para lograr su abastecimiento permanente en volumen y plazos. Y bajo un escenario en el que no se pueda utilizar ni el 50% de la plantación mencionada y que otras fuentes de materia prima en la zona no estén disponibles o no cuenten con los estándares necesarios comentados anteriormente, significaría que es necesario plantar las 45.5 hectáreas de bambú requeridas en la industria, lo cual significaría oportunidades de encadenamientos productivos con productores de la zona que estén interesados en la diversificación de oportunidades en el cantón que brinden ingresos mediante las fuentes de empleo que se generarían. Y al ser plantadas bajo ese fin, se puede prever un trabajo en conjunto para establecer de manera clara los requerimientos a nivel técnico y de manejo que sí garanticen abastecer la industria bajo los requerimientos y de una manera anual.

Cuadro 13. Hectáreas necesarias para el abastecimiento de una industria productora de tablillas de bambú, 2023.

| Ha requeridas para rendimiento de industria | |
|--|------|
| Cañas que se pueden cosechar/ha/año una plantación de bambú con esas dimensiones | 280 |
| Ha requeridas al año para procesar la cantidad de tablillas requeridas en la industria | 45.5 |

5.4 Análisis Financiero

5.4.1 Egresos

5.4.1.1 Terreno e infraestructura

Según la localización de la planta industrial se estableció un promedio del costo por hectárea de terreno en Pérez Zeledón (cuadro 14), ya que varía según las condiciones como, disponibilidad de los servicios necesarios en el sitio, rutas de acceso, cercanía a los comercios principales de la zona, entre otras.

Cuadro 14. Costo de terreno e infraestructura de la planta productora de tablillas de bambú, 2023.

| Concepto | Descripción | M ² | Unidad | Costo unidad | Costo total |
|-------------------------|--|-----------------------|--------|-----------------|------------------------|
| Terreno | Lote baldío en Buenos Aires | 1000 m ² | 1 | ₡ 27.000.000 | ₡ 27.000.000 |
| Infraestructura planta | | 676.25 m ² | 1 | ₡ 23.000.000 | ₡ 23.000.000 |
| Estructura área secado | | 95 m ² | 1 | ₡ 3.800.000 | ₡ 3.800.000 |
| Permiso de construcción | 1% del costo de la construcción | | | ₡ 268.000 | ₡ 268.000 |
| Ingeniero/a | 10% del costo de la construcción | | | ₡ 2.680.000 | ₡ 2.680.000 |
| INS y uso del suelo | 1,6% del costo de la construcción y estudios | | | ₡ 70.438 | ₡ 70.438 |
| Subtotal | | | | | ₡ 56.818.438 |

5.4.1.2 Bienes de capital

Se refiere al costo de los insumos necesarios para llevar a cabo todos los procesos productivos descritos en el apartado de flujo de producción (figura 14), tanto la materia prima como la maquinaria necesaria para transformarla.

Se muestra en el cuadro 15, la cantidad de maquinaria requerida para cumplir con la producción mensual y anual estimada.

Cuadro 15. Costo de los bienes de capital en una industria para la producción de tablillas, 2023.

| Año 0 | | | | | |
|--------------------|----------------------------------|--|-----------------|---------------------|---------------------|
| Rubro | Maquinaria/Materiales | Descripción | Cantidad | Costo unidad | Costo Total |
| Materia prima | Cañas de bambú | Para 2 meses de producción | 2125 | ₡ 7.000 | ₡ 14.875.000 |
| Lavado | Hidrolavadora | 3000 psi | 1 | ₡ 359.000 | ₡ 359.000 |
| Corte longitudinal | Sierra doble | | 1 | ₡ 1.400.000 | ₡ 1.400.000 |
| Reaserrado | Sierra | Metabo tkhs 315 m sierra circular de mesa 315x30mm 220v/1f/60hz 3.1kw 0103153100 | 1 | ₡ 485.000 | ₡ 485.000 |
| Recanteo | Canteadora | Powermatic 1791317 canteadora 115/230v/60hz/1f 6000rpm | 1 | ₡ 1.100.000 | ₡ 1.100.000 |
| Preservado | Pileta de acero inoxidable opaco | 2.5 m3 (2.5mx1mx1m) con extractor de líquidos, 1/8 espesor | 1 | ₡ 4.000.000 | ₡ 4.000.000 |
| | Bamblue | Pichinga (20 litros) para producción de 2 meses | 22 | ₡ 60.000 | ₡ 1.320.000 |
| | Plataforma para escurrir | Aluminio o acero inoxidable | 1 | ₡ 400.000 | ₡ 400.000 |
| Secado | Reglas de madera | 1"x1"x200 cm (sin cepillar) | 416 | ₡ 1.100 | ₡ 457.600 |
| | Reglas de madera | 3"x3"x200 cm (sin cepillar) | 24 | ₡ 4.600 | ₡ 110.400 |
| | Fungicida (para infraestructura) | Funbacter 3 litros | 2 | ₡ 8.500 | ₡ 17.000 |
| Cepillado | Cepilladora dos caras | Jet jwp-15b cepilladora 15" 3hp 5200rpm 230v/60hz/1f con 3 cuchillas rectas 722150 | 1 | ₡ 872.917 | ₡ 872.917 |
| Acabado | Protectolack | Venta en galones para producción de 2 meses | 43 | ₡ 5.000 | ₡ 216.667 |
| | Pistola para pintar | Einhell, 1 litro de capacidad, 700 w | 2 | ₡ 52.500 | ₡ 105.000 |
| Subtotal | | | | | ₡ 25.718.584 |

Dentro de los costos expuestos anteriormente, llama la atención el monto por las cañas tomando en cuenta que son de 8 metros, sin embargo, se debe tomar en cuenta que las mismas ya entran a la industria dimensionadas cada 2 metros y además cuentan con un proceso de curado.

Por otra parte, el proceso de preservado resulta ser uno de los conceptos que representan gran parte de la inversión; ya que, a nivel nacional, la marca Bamblue se puede conseguir mediante un solo distribuidor, haciéndolos los únicos proveedores de este producto, ofreciendo dos litros en ¢ 60.000.

5.4.1.3 Personal y servicios

Según D'Alessio Ipinza (2008), el recurso humano permite transformar los recursos intangibles en tangibles. Es considerado el mayor activo de valor para la organización, ya que permite que el ciclo operativo se active, genere los bienes esperados para transformarlos en bienes efectivos; por eso, los pilares fundamentales para una industria no están conformados solamente por el área de operaciones, sino que también las áreas de dirección general y mercadeo que se encargan de agregar un valor a la empresa (D'Alessio Ipinza, 2017).

Con base en eso y al manejo de industrias similares en la realidad del país, se estableció el personal necesario para la producción estimada (Cuadro 16) la cual se desarrolla en el siguiente punto. Indicando que se requiere un total de 10 colaboradores especializados en las siguientes áreas de dirección general y finanzas, mercadeo y por supuesto, la productiva.

En el puesto de la dirección general, se buscaría una persona encargada de la organización, en la que se delegue la respuesta por el curso de la industria, incluyendo encargarse de los distribuidores de materias primas y personal tratando aspectos de contratación, despido, salarios y horarios.

Deberá tener conocimiento sobre la producción anual de tablillas, capacidad de ventas y la logística entre ambos aspectos, por lo que tendrá a su cargo la generación de contratos comerciales y el control de estos. Y será la persona encargada de fiscalizar y controlar las operaciones económicas de la empresa, documentando el estado financiero de la empresa de manera anual según lo reglamentado con el Ministerio de Hacienda.

Por otra parte, el estudio de mercado realizado en el presente estudio indicaba la necesidad de un nexo directo con los clientes para establecer una relación comercial. Por lo que se contempló una persona en el área de mercado como encargada de promover las ventas, de generar un vínculo con el público meta transmitiendo la idea de las tablillas y lo que estas ofrecen. Deberá buscar nuevos clientes mediante redes sociales y otras plataformas de rápido alcance. Esta persona será contratada

bajo servicios profesionales 6 meses al año para atraer a los clientes, crear contenido en redes sociales y diseñar un plan de marketing con una idea de negocio que genere ventas agresivas.

En el área de producción, como se muestra a continuación, en la planta de la industria se requiere un total de 8 personas trabajando directamente en la producción de las tablillas.

Solamente se indica para 2 meses como año 0, ya que es necesario contar con materia prima lista para el inicio de la producción al año siguiente, por lo que al año 1 se mostrarán calculados de manera normal por los 12 meses de un año completo. Y a pesar de que lo que se requiere es la materia prima, la idea de incluir a la persona de dirección general también dos meses antes, es que al conocer el ritmo de producción necesario para concluir con determinada cantidad de tablillas pueda intervenir y capacitar al resto del personal en las distintas etapas de producción implican el manejo de maquinaria especializada.

El personal de planta se establece como no calificado, ya que la mayoría de las funciones directamente relacionadas con acciones dentro del flujo de producción, no implican tener algún conocimiento, técnica o habilidad específica, son tareas como lavado de las cañas, el uso de maquinaria como cepilladora, pistola para aplicar el acabado, acomodo de las tablillas en área de secado y otras, que con el tiempo y la práctica se lograría la rapidez y efectividad necesaria.

Cuadro 16. Costo de personal el año 0 en una industria de tablillas de bambú, 2021.

| Rubro | Descripción | Año 0 | | | |
|--|-------------------------|----------------------|-------|--------------|--------------------|
| | | Cantidad de personal | Meses | Paga mensual | Paga anual |
| Personal de planta | Personal no calificado | 8 | 2 | ₡ 326.256.00 | ₡ 5.220.096 |
| Personal de mercadeo | Bachiller Universitario | 1 | 2 | ₡ 580.708.00 | ₡ 1.161.416 |
| Personal en dirección general/Finanzas | Bachiller Universitario | 1 | 2 | ₡ 580.708.00 | ₡ 1.161.416 |
| Cargas sociales | Seguro (14.33%) | | 2 | ₡ 457.235.33 | ₡ 914.470 |
| Subtotal | | | | | ₡ 8.457.398 |

Otro aspecto calculado, fue el costo por los servicios básicos (cuadro 17), resultados que se ven influenciados por las dimensiones de la industria, cantidad de personal y los meses trabajados.

Cuadro 17. Costos de servicios públicos básicos para la industria de tablillas de bambú, 2021.

| | | Año 0 | | |
|-----------------|----------------------|----------|------------------|--------------------|
| Rubro | Concepto | Cantidad | Costo unidad | Costo Total |
| Servicios | Electricidad | 12 | ₡ 214.383,22 | ₡ 2.572.598,66 |
| | Agua | 12 | ₡ 184.260,00 | ₡ 2.211.120,00 |
| | Internet y telefonía | 12 | ₡ 17.900,00 | ₡ 214.800,00 |
| Subtotal | | | ₡ 416.543 | ₡ 4.998.519 |

Los sistemas de información y comunicación representan un apoyo a la toma de decisiones gerenciales y a la organización (D'Alessio Ipinza, 2018), por lo que es importante para el empleador de la industria brindar las herramientas básicas tecnológicas que requiere el personal encargado para el control de las ventas y comunicación con clientes en el espacio de la oficina, incluyendo inmobiliaria que funcione como área de trabajo de la persona Gerente General pero también como espacio para pequeñas reuniones con el equipo de trabajo o clientes (cuadro 18).

También tal y como lo indica Ahuma, (2021), al empleador vigilar los factores del ambiente de trabajo, cuidar las instalaciones, proporcionar espacios comunes y comodidades, está aportando a la salud de los trabajadores mejorando su rendimiento. Y esto incluye proporcionar elementos como Coffeemaker, microondas, entre otros.

Cuadro 18. Costos del material administrativo, inmobiliario y electrodoméstico para una industria productora de tablillas de bambú, 2023.

| Año 1 | | | | | |
|-------------------------|-----------------------|-------------------------------------|----------|--------------|---------------------|
| Rubro | Maquinaria/Materiales | Descripción | Cantidad | Costo unidad | Costo Total |
| Equipo electrodoméstico | Coffeemaker | Cafetera windmare 8 tazas | 1 | ₡ 16.800,00 | ₡ 16.800,00 |
| | Microondas eléctrico | Acero inoxidable, 30 L | 1 | ₡ 49.995,00 | ₡ 49.995,00 |
| | Refrigeradora | Acero inoxidable, 3.1 pies cúbicos, | 1 | ₡ 82.995,00 | ₡ 82.995,00 |
| | Comedor | Set de mesa y 4 sillas | 1 | ₡ 34.970,00 | ₡ 34.970,00 |
| Subtotal | | | | | ₡ 184.760,00 |

| Rubro | Maquinaria/Materiales | Descripción | Cantidad | Costo unidad | Costo Total |
|-------------------------|-----------------------|------------------------------|----------|--------------|------------------|
| Material administrativo | Computadora | Computador de escritorio HP | 1 | ₡ 279.153 | ₡ 279.153 |
| | Teléfono | Teléfono At&T | 1 | ₡ 20.995 | ₡ 20.995 |
| | Sofá de oficina | Sofá de cuerina | 1 | ₡ 60.500 | ₡ 60.500 |
| | Utilería | Lapiceros y hojas Escritorio | 1 | ₡ 6.690 | ₡ 6.690 |
| | Escritorio | con gaveteros | 1 | ₡ 50.950 | ₡ 50.950 |
| | Silla | Silla de oficina | 1 | ₡ 49.990 | ₡ 49.990 |
| Subtotal | | | | | ₡ 468.278 |

Así mismo, es indispensable tomar en cuenta el equipo de seguridad que requiere el personal para ciertas actividades productivas. Al tener que iniciar el trabajo productivo 2 meses antes, se contempla desde el año 0 (cuadro 19).

Cuadro 19. Costos del equipo de seguridad para una industria productora de tabillas de bambú, 2023.

| Año 0 | | | | | |
|---------------------|-------------------------------|-----------------|----------|--------------|-----------------|
| Rubro | Concepto | Descripción | Cantidad | Costo unidad | Costo Total |
| Equipo de seguridad | Guantes de seguridad | Par | 4 | ₡ 12.500 | ₡ 50.000 |
| | Delantal PVC vulcanizado | Unidad | 2 | ₡ 3.600 | ₡ 7.200 |
| | Botiquín de primeros auxilios | Botiquín básico | 1 | ₡ 9.525 | ₡ 9.525 |
| Subtotal | | | | | ₡ 66.725 |

5.4.2 Depreciación y amortización de los activos

Las amortizaciones corresponden a la pérdida de valor de los activos fijos y según García, J. 2014, se utiliza como una herramienta contable para repartir el valor de la inversión a lo largo de la vida útil de los activos y no perjudicar únicamente al ejercicio en el cual se realizaron las inversiones.

Esta información es utilizada para el flujo de caja por lo tanto se presenta a continuación (cuadro 20), la depreciación de activos bajo una proyección de 10 años.

Cuadro 20. Depreciación de los activos y su valor de rescate.

| Depreciación de activos | | | | |
|--------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------------|--------------------|
| Rubro | Concepto | Vida útil | Cantidad de compras | Costo Total |
| Infraestructura | Planta | 15 | 1 | ₡ 1.533.333 |
| | Área de secado | 15 | 1 | ₡ 253.333 |
| Subtotal | | | | ₡ 1.786.666 |
| Maquinaria/equipo | Lavado | 3 | 4 | ₡ 478.667 |
| | Corte longitudinal | 5 | 2 | ₡ 560.000 |
| | Reaserrado | 5 | 2 | ₡ 194.000 |
| | Preservado | 10 | 1 | ₡ 400.000 |
| | Secado (tablillas) | 5 | 2 | ₡ 183.040 |
| | Secado (tablillas) | 5 | 2 | ₡ 44.160 |
| | Cepillado | 5 | 2 | ₡ 349.167 |
| | Acabado | 3 | 4 | ₡ 140.000 |
| Subtotal | | | | ₡ 2.349.034 |
| Material administrativo | Computadora | 5 | 2 | ₡ 111.661 |
| | Teléfono | 5 | 2 | ₡ 8.398 |
| | Sofá de oficina | 5 | 2 | ₡ 24.200 |
| | Escritorio | 5 | 2 | ₡ 20.380 |
| | Silla | 5 | 2 | ₡ 19.996 |
| Subtotal | | | | ₡ 184.635 |
| Equipo de seguridad | Guantes de seguridad | 2 | 5 | ₡ 125.000 |
| | Delantal | 2 | 5 | ₡ 18.000 |
| | Botiquín de primeros auxilios | 1 | 5 | ₡ 47.625 |
| Subtotal | | | | ₡ 190.625 |
| Equipo electrodoméstico | Coffeemaker | 5 | 2 | ₡ 6.720 |
| | Microondas | 5 | 2 | ₡ 19.998 |
| | Refrigeradora | 5 | 2 | ₡ 33.198 |
| | Comedor | 5 | 2 | ₡ 13.988 |
| Subtotal | | | | ₡ 73.904 |
| Total | | | | ₡ 4.584.864 |

5.4.3 Ingresos

La caracterización del mercado brindó información para conocer la competencia y el precio aproximado con el que comercializan las tablillas (Anexo 2).

En este caso, al hablar de la competencia indirecta (Precio promedio-cuantitativo), se trata de tablillas de la madera de especies forestales (especialmente Laurel) que se ofrecen en el mercado

bajo las mismas dimensiones o similares a las de las tablillas de bambú (1 pulgada de espesor x 2 pulgada de ancho x 2 metros de largo). Y la competencia directa (Precio máximo percibido-cuantitativo) son otras empresas que ofrecen tablillas de bambú y bajo muy similares o mismas dimensiones.

Ambos conceptos brindan un contexto comercial y un rango para saber precio con el que se podría llegar a comercializar la tablilla de bambú, por lo que se muestran a continuación los resultados (cuadro 21).

Cuadro 21. Criterios para definir el precio de las tablillas de bambú, precios 2021.

| Criterio | Resultado |
|--------------------------------------|---|
| Precio promedio-cuantitativo | ¢1718 con servicio de cepillado y acabado (sumando 10%) |
| Precio máximo percibido-cuantitativo | ¢2298 con servicio de cepillado y acabado |

Según Cáceres y Ríos (2021), no debemos considerar solo gastos y utilidades para tomar decisiones y establecer estrategias para la industria, sino también atributos que diferencien el producto que se desea introducir al mercado, como, por ejemplo, ofrecer en este caso, las tablillas a un precio inferior que el de las marcas competidoras, satisfaciendo de esta manera las necesidades del grupo meta, para generar mayor fidelidad de estos. Dicho esto, por táctica, al momento de lanzar el producto al mercado se puede tomar la decisión de iniciar la venta de las unidades con un precio que se encuentre entre ambos resultados mostrados anteriormente. Con el objetivo de enganchar al público meta, alcanzar un nivel de ventas alto y recuperar en el primer año gran parte de la inversión, considerando que la demanda de un producto en el mercado es determinada en gran parte por el precio con el que se comercialice, siendo el responsable de que las ventas sean rentables. Además, según el estudio de mercado realizado, esta parecería la opción más atractiva para aquellos distribuidores o compradores que están dispuestos a utilizar tablillas de bambú pero que una de las limitantes es el precio, ya que podrían encontrar productos sustitutos a uno menor. Por eso en este caso, se trabajó un precio de ¢1275 como base para la venta de las tablillas (Cuadro 22).

Por otra parte, se puede considerar que el precio establecido se encuentra incluso más bajo del precio establecido por la competencia indirecta. Indicando que luego se puede tener la oportunidad de aumentar el precio de manera paulatina basándolo en el tope que define el precio máximo percibido ya que eso en otras palabras, nos indica el precio que las personas están dispuestas a

pagar, basándonos en las alternativas que ya ofrece el mercado (Díaz. I, Rodán. F y Díez de Castro, E. 2021).

Cuadro 22. Cálculo de precio base e ingresos anuales para la venta de tablillas.

| Concepto | Cantidad |
|---|----------------------|
| Tablillas producidas/día | 750 |
| Tablillas producidas/año | 191.250 |
| Tablillas producidas/año (menos 10% perdida) | 172.125 |
| Precio de venta de tablilla | ₡ 1.275 |
| Ingresos anuales | ₡ 219.459.375 |

5.4.4 Flujo neto efectivo

Los costos indicados en los apartados anteriores para el año 0, nos muestran que la inversión necesaria para el inicio del proyecto es de ₡97.790.628.

Para haber considerado un programa de crédito, hay que tomar en cuenta que a nivel nacional la mejor opción para optar por créditos para este tipo de proyectos es el Fondo de Financiamiento Forestal (FONAFIFO) bajo el subprograma de “Fomentando el Desarrollo” porque ofrece financiamiento para actividades que incluyan infraestructura, equipo y capital de trabajo para pequeños emprendimientos ligados al bosque, pero no necesariamente relacionadas con la madera, financiando un monto de hasta ₡60.000.000 (FONAFIFO, 2021) y especialmente porque ofrece una tasa al 5%.

Este caso, se tomó en cuenta la información anterior, pero se trabajó un flujo sin crédito, ya que los resultados mostraban que es posible trabajar este proyecto sin perder dinero por el pago de algún interés generado por solicitar un crédito. En su lugar, se plantea su establecimiento bajo el aporte personal de las personas interesadas, en donde cada uno brinde un porcentaje de la inversión para el año 0 e ir recuperando dicha inversión con las ventas y, en caso de ser necesario, se podría contemplar un apalancamiento basado en la información que se brinda en el siguiente cuadro expuesto donde puede observar el flujo completo para esta industria para un periodo de 10 años (ver apéndice 5).

Dentro del flujo generado, como costos que representan el mayor porcentaje de inversión, se encuentra la materia prima, el preservado aplicado a las tablillas, el monto anual por los servicios básicos de luz y agua y el personal de planta.

En cuanto a la materia prima, esto se debe a que cañas como las requeridas se podrían adquirir entre ₡4.000 a ₡5.000 colones, sin embargo, al estar trabajando con una propuesta que involucra la compra de las cañas de bambú dimensionadas cada 2 metros, con un proceso de curado y el transporte, cada caña se conseguiría en el mercado aproximadamente en ₡7000 colones, lo aumenta los costos en gran manera al ser la materia prima y requerir de su abastecimiento permanente para asegurar la producción.

El preservado propuesto, forma parte de ese porcentaje ya que tiene un costo de ₡60.000 por 20 litros, y diariamente según el rendimiento de la industria se consumirían aproximadamente 10 litros de Bamblue, es decir ₡30.000 por día.

El personal que estaría en planta directamente relacionados a la producción de las tablillas representa un costo alto, pero se debe de tomar en cuenta que implica el salario anual de 8 personas. Esto influye directamente en el costo del agua y luz por el consumo diario, además que se trata de una industria cuya maquinaria y procesos que demandan también de esos servicios para llevar a cabo los procesos.

Por otra parte, el estudio de mercado indicó que sería una buena estrategia establecer conexión directa con posibles puntos de venta de las tablillas. Es por eso que, dentro de los costos de ventas se propuso contratar un servicio de envío, para distribuir las tablillas a varios depósitos u otros puntos de interés bajo un costo de ₡ 150.000 mensuales por dicho servicio.

5.4.5 Indicadores

Como resultado de la información anterior, se calcularon los indicadores financieros y estos como se puede observar dan resultados positivos (cuadro 24). Estos resultados son predecibles si tomamos en cuenta que cada caña de 8 metros se compra a un precio de ₡7000 y eso se puede transformar en 15 tablillas, las cuales se pueden comercializar a ₡1275 cada una, es decir que con la venta de solamente 6 tablillas (5,8) se logra recuperar lo invertido en la compra de la caña como materia prima. Por lo que casi el 40% de las ganancias de cada una de las cañas es utilizado para cubrir el resto de los gastos y generar ganancias.

Cuadro 23. Indicadores financieros para la industria productora de tablillas de bambú, 2023.

| Flujo Financiero Actualizado | |
|-------------------------------------|--------------|
| Indicadores | |
| VAN | €114.681.759 |
| TIR | 43% |
| R-B/C | 1.06 |

El valor económico que genera el proyecto para las personas inversoras se representa con un VAN de €114.681.759, indicando que el proyecto es rentable al ser un resultado mayor a cero y mostrando que esa será la ganancia acumulada neta que generará el proyecto en 10 años (Marchioni y Magni, 2018). Cabe destacar, que se obtuvo ese resultado aun tomando en cuenta que se utilizó un precio de venta por tablilla relativamente bajo según se ofrece en el mercado, lo que indica que este proyecto resultaría altamente rentable ya que posee un margen que permite aumentar esa variable que determina los ingresos de forma directa, lo que impactaría de manera directa en un aumento en el resultado del VAN.

La TIR, como el porcentaje de beneficio del proyecto nos indica que se obtendría un 43%, esto quiere decir que, durante la vida útil del proyecto, además de recuperar la inversión, se obtendrá esa rentabilidad promedio. Al ser un porcentaje mayor que la tasa de descuento utilizada del 16% indica que se puede aceptar el proyecto y este resultado es relevante para la toma de decisiones ya que según Rebollar et al. (2020), este indicador toma mayor protagonismo en este tipo de proyectos en donde la idea no es compararlo con otra alternativa de inversión, sino que se busca saber la rentabilidad de un proyecto en particular, como lo es en este caso.

En cuanto a la relación B/C, esta compara el valor actual de los beneficios proyectados con el valor actual de los costos, o también se puede interpretar como que, por cada colón invertido (valor actual de los costos) en este proyecto, se estarían recuperando 1,06 (beneficios proyectados).

11. Conclusiones

- Según las entrevistas aplicadas a distribuidoras o depósitos de madera, se visualizan grandes oportunidades para ser utilizados como puntos de venta con el fin de abarcar una mayor cantidad de clientes.
- El factor de desconocimiento sobre las propiedades constructivas del bambú resulta una limitante esencial para posicionar las tablillas como una primera opción en algún proyecto constructivo o decorativo.
- La tablilla y apariencia de bambú se encuentran dentro de una tendencia estética muy cotizada y aceptada por la población, por lo que es primordial la brevedad con la que se generen estrategias acordes con las necesidades que está enfrentando el mercado.
- Desde el punto de vista productivo, una industria con la cantidad de maquinaria y personal establecido logra procesar un total de 191,250 tablillas anualmente, lo que se traduce en la venta de 172,125 tablillas (contemplando un 10% de pérdida).
- Según los resultados sobre el valor de las tablillas en el mercado, mostró que se permitiría elevar el precio aplicado a las tablillas de bambú producidas en esta industria en un 55% si se quisiera comercializar con el mismo precio con el que las ofrece la competencia directa.
- A nivel de rentabilidad, el proyecto resulta ser factible comprobado con indicadores que tienen resultados en VAN de ¢114.681.759, TIR de un 43% y una relación B/C de 1,06.
- Para lograr el abastecimiento permanente en volumen y plazos de la industria productora de tablillas de bambú propuesta, se requieren 45,54 hectáreas, por lo que resulta una buena opción para brindar alternativas productivas en las plantaciones de bambú en el cantón de Pérez Zeledón.

12. Recomendaciones

- Sería valioso explorar la posibilidad de elaborar subproductos con las secciones del bambú que no son utilizadas para la fabricación de las tablillas.
- Contemplar la venta de servicios de dimensionado, preservado y acabado de cañas de bambú como una oportunidad para aumentar los ingresos para la industria además de los generados por la venta de las tablillas.

- Si bien, se obtuvieron mejores resultados planteando el proyecto fuera de programas de crédito, es necesario desarrollar supuestos con datos aterrizados sobre el aporte inversionistas, instituciones interesadas o valorando una fuente de apalancamiento para el año de establecimiento.
- Según la información recopilada sería importante actuar sobre las plantaciones actuales de bambú ante la necesidad de mejoría en sus prácticas silviculturales, visualizándolas como una opción para diversificar las oportunidades productivas y generar fuentes de empleo en la zona.
- Explorar estrategias para disminuir los potenciales riesgos como lo pueden ser, falta de involucramiento de actores principales, escasas personas interesadas en invertir en la industria, productores desinteresados en brindar la materia prima, incidentes en las plantaciones encargadas de abastecer el bambú a la industria.
- Dar un seguimiento a propuestas productivas que se plantean tomando en cuenta componentes financieros y comerciales, ya que resultan ser vacíos dentro de la academia a nivel nacional.

13. Bibliografía

- Abarca Guerrero, L., & Leandro Hernández, A. G. (2016, octubre-diciembre). Situación actual de la gestión de los materiales de construcción en Costa Rica. *Revista Tecnología en Marcha*, 29(4), 111–122. <https://doi.org/10.18845/tm.v29i4.3042>
- Ahumada Bautista, A. A. (2021). La vigilancia de la salud de los trabajadores como parte del deber de prevención del empleador. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/la-vigilancia-de-salud-los-trabajadores-como/docview/2723853293/se-2>
- Bambuplus. (2020). *Productos*. <http://bambuplus.com/productos/>
- Barrantes Rodríguez, A., & Ugalde Alfaro, S. (2019). *Usos y aportes de la madera en Costa Rica, Estadísticas 2018 & Precios 2019*. Oficina Nacional Forestal. <https://onfcr.org/wp-content/uploads/2019/11/USOS-Y-APORTES-DE-LA-MADERA-2018.pdf>
- Botero Cortés, F. (2004). *Manual de Industrialización del Bambú*. <https://cdn.website-editor.net/a6d5d07bd07b4ebbb41c70f03402e2a8/files/uploaded/manual%2520industrializacio n%2520del%2520bamb%25C3%25BA.pdf>
- Briceño Elizondo, E., Villalobos Barquero, M. V., & Vargas Fonseca, L. (2018). *Desarrollo de un modelo de producción de bambú guadua mediante la aplicación de técnicas silviculturales óptimas para la cuantificación del crecimiento y la capacidad de almacenamiento de carbono en plantaciones (Guadua angustifolia) en la Zona Sur de Costa Rica*. http://kimuk.conare.ac.cr/Record/RTEC_ed1fb790979294f99697ca25caa57287
- Briceño-Elizondo, E., Esquivel-Segura, E., Guevara-Bonilla, M., & Arias-Aguilar, D. (2018). *Innovación en desarrollo y manejo de plantaciones de bambú (Guadua angustifolia y otras) dentro del ámbito bioenergético y de servicios ambientales en cooperación la Red nacional de Electricidad [Informe final. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Escuela De Ingeniería Forestal]*. <https://hdl.handle.net/2238/11071>
- Caceres, O. A. S., & Ríos, A. S. (2021). Estudio de viabilidad de un proyecto multifamiliar en la av. lambramani – Arequipa. <https://www.proquest.com/dissertations-theses/estudio-de-viabilidad-un-proyecto-multifamiliar/docview/2723853746/se-2>
- Carreño Solís, A. J. (2017). *Cadena de suministro y logística*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial.

- Centro de Estudios para la Preparación y Evaluación Socioeconómica de Proyectos. (2017). *Indicadores de Rentabilidad* (Vol. 5).
https://www.cepep.gob.mx/work/models/CEPEP/metodologias/boletines/indicadores_rentabilidad.pdf
- Charpentier, G. (2017, abril-junio). Valores del bambú *Guadua angustifolia* (Kunth). *Ambientico*, 262, 16–21. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/valores-del-bambu-guadua-angustifolia-kunth/>
- Chavarría-Navarro, S., & Molina-Murillo, S. (28 de junio del 2018). ¿Por qué no incrementa el consumo de madera local? El caso de Costa Rica. *Revista forestal mesoamericana Kurú*, 15(37), 02–14. <https://hdl.handle.net/2238/9896>
- Chaves Picado, E. E. (2012). *Competitividad de los productos de la madera en el mercado de la construcción en el Gran Área Metropolitana de Costa Rica* [Tesis de pregrado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. <https://hdl.handle.net/2238/3112>
- Cordero Cachay, R., Hinojosa Misme, J., Maguiña Agurto, L., & López Sotomayor, P. (2019). *Propuesta de mejora para el incremento de las ventas de la empresa calessi*. [Tesis de Maestría, La Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://www.proquest.com/dissertations-theses/business-consulting-empresa-calessi/docview/2414397506/se-2?accountid=37045>
- Córdoba, M. (2022). *Inventario en plantaciones de Guadua spp. Estación Experimental Los Diamantes*. INTA.
- Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2003). *Perfil de producto bambú (caña Guadua angustifolia) “caña brava”*. Proyecto Corpei – Cbi “Expansión de la oferta exportable del Ecuador”. Quito.
- Corporación de Promoción de Exportaciones e Inversiones. (2005). *Perfil de producto bambú*. Proyecto Corpei – Cbi “Expansión de la oferta exportable del Ecuador”. Quito.
- D’Alessio Ipinza, F. A. (2008). *El proceso estratégico: Un enfoque de gerencia*. Pontificia Universidad Católica del Perú.

- D'Alessio Ipinza, F. A. (2017). *Pastillas para la Gerencia: Males endémicos, síntomas y causas*. Planeta. <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2019/02/Pastillas-Para-La-Gerencia-Fernando-DAlessio-Ipinza.pdf>
- Deras, J. (2003). *Análisis de la cadena productiva del bambú en Costa Rica* [Tesis de maestría. Centro Agronómico Tropical De Investigación y Enseñanza]. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/4145>
- Díaz Garay, B., & Noriega Teresa, M. (2017). *Manual para el diseño de instalaciones manufactureras y de servicios*. Universidad de Lima. Fondo Editorial. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/10709>
- Díaz, I, Rodán, F y Díez de Castro, E. (2021). Gestión de precios. <https://books.google.es/books?id=YckHEAAAQBAJ&lpg=PT9&ots=7W2ZbMNYho&dq=Precio%20basado%20en%20la%20competencia&lr&hl=es&pg=PT30#v=onepage&q&f=false>
- Díaz Sánchez, N. (2015). *Caracterización de los residuos generados en construcciones nuevas de edificios en el Área Metropolitana* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Costa Rica, San José. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/handle/123456789/2683>
- Dodge Data & Analytics. (2016). Los mercados en desarrollo se aceleran, Crecimiento verde global. *World Green Building Trends 2016*. <https://fidic.org/sites/default/files/World%20Green%20Building%20Trends%202016%20SmartMarket%20Report%20FINAL.pdf>
- Fundación para el Desarrollo del Bambú en Costa Rica. (2017). *Reflexiones sobre el cultivo y la transformación del bambú en Costa Rica*.
- Gómez Monotoa, O. (2017). *Evaluación financiera y análisis de riesgos de un proyecto de inversión para la elaboración de chocolate artesanal orgánico en el Ecuador*. [Tesis de Maestría, Universidad Andina Simón Bolívar]. <https://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/6092/1/T2559-MFGR-Gomez-Evaluacion.pdf>
- González, A. (2017, abril-junio). El desarrollo del bambú en Costa Rica. *Ambientico*, 262, 4–9. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/el-desarrollo-del-bambu-en-costa-rica/>
- González, B. (Setiembre, 2019). *Madera de lo global a lo local* [Trabajo presentado en Colegio Federado de Ingenieros y de Arquitectos]. San José, Costa Rica.

- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill Education.
- Instituto de Desarrollo Rural. (2016). *Plan De Desarrollo Rural Del Territorio Pérez Zeledón 2016 – 2021*. <https://www.inder.go.cr/perez-zeledon/PDRT-Perez-Zeledon.pdf>
- Instituto de Desarrollo Rural. (2017). *Guía para proyectos de desarrollo*. <https://www.inder.go.cr/proyectos/Guia-de-Formato-de-Proyectos.pdf>
- Kaminski, S., Lawrence, A., Trujillo, D., Feltham, I., & Felipe López, L. (2016, diciembre). *Uso estructural de bambú. Parte 3: Valores de diseño*. Institución Del Ingeniero Estructural. https://www.researchgate.net/publication/311282482_Structural_use_of_bamboo_Part_3_De_sign_values/citation/download
- Landauro Ponce, D. A., Araujo Flores, M., & Trujillo Cuellar, F. (2016). Características de preservación por el método de inmersión de culmo de *Guadua angustifolia* Kunth., proveniente del distrito de la Florida, Cajamarca. *Revista Forestal del Perú*, 31(2), 47–57. <https://doi.org/10.21704/rfp.v31i2.1026>
- Liese, W., & Tang, T. K. H. (2015). Preservation and Drying of Bamboo. En W. Liese & M. Köhl (Eds.), *Bamboo: The Plant and its Uses* (pp. 257–297). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-14133-6_9
- Londoño, X. (2011). El bambú en Colombia. *Bioteología Vegetal*, 11(3). <https://revista.ibp.co.cu/index.php/BV/article/view/485>
- Luna Bugallo, O. (2014). *Desarrollo de la comunidad de Hueytamalco Puebla México a través del bambú como materia industrial*. (Tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Nuevo León, México. <http://eprints.uanl.mx/4499/>
- Luna, R., & Chaves, D. (2001). *Guía para elaborar estudios de factibilidad de proyectos ecoturísticos*. http://www.ucipfg.com/Repositorio/MGTS/MGTS14/MGTSV-04/semana4/4Guia_Factibilidad_Proyectos_Ecoturisticos_CAPAS.pdf
- Marchioni, A. y Magni, C. (2018). Decisiones de inversión y análisis de sensibilidad: VAN-consistencia de las tasas de rendimiento. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2018.01.007>.
- Montoya Arango, J. (2008, junio). *Investigación Tecnológica en Métodos para la Preservación de la Guadua Angustifolia Kunth* [Seminario]. Taller Avances en la investigación sobre Guadua

Pereira).

<https://www.researchgate.net/publication/228467524> *Investigacion tecnologica en metodos para la preservacion de la Guadua*

Montoya Arango., J. A. (2005). Sap displacement method – método de desplazamiento de savia (metodo boucherie) para la preservación de la guadua angustifolia kunth. *Scientia et Technica*, 2(28), 211–217. <https://doi.org/10.22517/23447214.6867>

Morales, D. (2003). *El bambú como un producto forestal. Análisis del estado actual de las existencias comerciales en Costa Rica* [Ponencia]. Congreso Forestal Nacional, San José.

MOSO. (2020). *Inspiraciones en Bambú*. <https://www.moso-bamboo.com/es/>

Mun, J. (2010). *Modelización del riesgo, aplicación de la simulación de riesgos de Monte Carlo, opciones reales estratégicas, previsión esquemática y optimización de carteras*. IIPER Press.

Nava Rosillón, M. A. (2009). Análisis financiero: Una herramienta clave para una gestión financiera eficiente. *Revista Venezolana de Gerencia*, 14(48), 606–628. <https://doi.org/10.37960/revista.v14i48.10553>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2005). *Formulación y análisis detallado de proyectos*. Departamento de Agricultura y Desarrollo Rural. <http://www.fao.org/3/a0323s/a0323s00.htm#Contents>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Recurso Global del Bosque, Evaluación 2020. Informe principal*. <https://doi.org/10.4060/ca9825en>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). *Global Forest Resources Assessment (FRA)*. www.fao.org/forest-resources-assessment

Organización de las Naciones Unidas. (1958). *Manual de proyectos de desarrollo económico*. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/2586/S5828031.pdf?sequence=2>

Plataforma Arquitectura. (10, mayo, 2010). *Un Bosque para una Admiradora de la Luna / Benjamín García Saxe*. <https://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-44406/un-bosque-para-una-admiradora-de-la-luna-benjamin-garcia-saxe>

Prado Fernández, J. (2012). *Perspectivas para la industrialización del bambú en las regiones de la Sierra del Perú* [Estudio de factibilidad].

[https://www.academia.edu/19304208/Estudio de factibilidad perspectivas para la industrializacion del bambu](https://www.academia.edu/19304208/Estudio_de_factibilidad_perspectivas_para_la_industrializacion_del_bambu)

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (2015). *Presentando la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*.

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/librarypage/corporate/sustainable-development-goals-booklet.html>

Promotora de Comercio Exterior. (2017). *Mercado mundial de madera y tendencias para productos de valor agregado*. San José.

Red Internacional del Bambú y el Ratán. (2015). *Manual de Construcción con Bambú*.

[http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf)

Red Internacional del Bambú y el Ratán. (2015a). *Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Ecuador con énfasis en la especie Guadua angustifolia*.

Red Internacional del Bambú y el Ratán. (2015b). *Estudio de la cadena desde la producción al consumo del bambú en Perú con énfasis en la especie Guadua angustifolia*.

https://www.inbar.int/resources/inbar_publications/estudio-de-la-cadena-desde-la-produccion-al-consumo-del-bambu-guadua-angustifolia-en-peru/

Rebollar, S, Posadas, R, Rebollar, E, Hernández, J y González, F (2020). Aportes a indicadores de evaluación privada de proyectos de inversión. <https://ageconsearch.umn.edu/record/303885/>

Rodríguez Rojas, Y. L. (2020). La importancia de la ciencia, la tecnología y la innovación en la gestión empresarial. *SIGNOS - Investigación en sistemas de gestión*, 12(1), 9–20.

<https://doi.org/10.15332/24631140.5417>

Rossy Cordon, A. M. (2019). *La arquitectura y topografía en Puerto Rico: El futuro de un diseño sostenible que armonice con el paisaje* [Tesis de maestría. Universidad de Puerto Rico

Recinto de Rio Piedras]. <https://hdl.handle.net/11721/2644>

Salamanca, J. (2002). *Estudios del Mercado Mundial de Pisos del Bambú*.

<http://www.infobosques.com/descargas/biblioteca/127.pdf>

Sánchez Montesinos, E. E. (2018). *Estudio de Factibilidad para el proyecto inmobiliario “Torre Ébano” en el distrito de Cerro Colorado – Arequipa* [Tesis de maestría. Pontificia

Universidad Católica del Perú Perú.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/12349/SANCHEZ_MONTESINOS_ESTUDIO_DE_FACTIBILIDAD_PARA_PROYECTO_INMOBILIARIO_TORRE_EBANO.pdf

- Sánchez, L. (2019). *El bambú como material de ingeniería sostenible: propiedades mecánicas, factores de seguridad y pruebas experimentales*. [Tesis doctoral. Colegio de Ingeniería en la Universidad de Florida del Sur]. Florida. <http://search.proquest.com/una.remotexs.co/pqdtglobal/docview/2302368986/fulltextPDF/272F80D684AC4EC2PQ/1?accountid=37045>
- Santamaría, G. (2015). *Los acervos de carbono en productos de madera y derivados en Costa Rica. Oferta y demanda Barreras. Plan de aumento del uso, 2015*. https://onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/analisis_de_mercado_documento_principal-1.pdf
- Santamaría, G., Boeswald, K., & Solís Vindas, P. (2015). *Mercado de la madera y derivados en Costa Rica. Oferta y demanda. Barreras. Plan de aumento del uso*. <https://onfcr.org/wp-content/uploads/media/uploads/documents/mercado-de-la-madera-y-derivados-en-cr-final.pdf>
- Schmidt, O., Wei, D., Tang, T., & Liese, W. (2013, junio). Bambú y hongos. *Bambú y Ratan*, 12(1-4), 1–14. <https://www.jbronline.org/article.asp?id=256&title=Bamboo-and-fungi>
- Sikora Fernández, D. (2017, junio). Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes. *Revista Universitaria de Geografía*, 26(2), 135–152. https://www.researchgate.net/publication/318662037_Factores_de_desarrollo_de_las_ciudades_inteligentes
- Synne Kvamsøy, B. (2023). *El discurso ecológico en textos de información turística. Una aproximación al caso de Costa Rica* [Tesis de maestría, UiT Norges Arktiske Universite]. <https://munin.uit.no/handle/10037/30376>
- Tella, G. & Potocko, A. (2018). Los espacios verdes públicos: una delicada articulación entre demanda y posibilidades efectivas. *Mercado & Empresas*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/document/368203935/Espacios-verdes-publicos-pdf>
- Uzcátegui Sánchez, C., Pozo Sulbaran, B., Espinoza Sotomayor, M. F., & Beltrán Vega, A. (2018, 02, 23). Principales métodos de evaluación de proyectos de inversión para futuros emprendedores en el Ecuador. *Espacios*, 39(24). <https://www.revistaespacios.com/a18v39n24/a18v39n24p23.pdf>

- Valdez Cancinos, D. (2013). *Manual para el cultivo de bambú experiencias en Guatemala*. ICTA. <https://www.icta.gob.gt/publicaciones/Bambu/Manual%20para%20el%20cultivo%20de%20bambu,%202013.pdf>
- Verma, C. S., & Chariar, V. M. (2012). Development of layered laminate bamboo composite and their mechanical properties. *Composites Part B: Engineering*, 43(3), 1063–1069. <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2011.11.065>
- Villegas Chavarría, G., & Bello Palacios, G. (1999). *Estudio de factibilidad para el establecimiento de un vivero forestal en PROAGROSUR*. [Tesis de maestría. Universidad Nacional de Costa Rica]. Puntarenas.
- Vigo, V., Vigil, S., Sánchez, M., & Medianero, D. (2018). *Manual de Diseño de Proyectos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.losandes.org.pe/libros/LIBRO-DISENO-DE-PROYECTOS-ALAC.pdf>
- Witte, D. (2018). *Vivienda de bambú contemporánea en américa del sur: desafíos y oportunidades para la construcción en el sector informal*. [Tesis de maestría. Universidad de Washington] <http://search.proquest.com/una.remotexs.co/pqdtglobal/docview/2080434914/fulltextPDF/678C3BBC45E542E8PQ/2?accountid=37045>
- Zúñiga Samuels, V. (2017, abril-junio). El bambú Guadua en Costa Rica. *Ambientico*, 262, 10–15. <https://www.ambientico.una.ac.cr/revista-ambientico/el-bambu-guadua-en-costa-rica/>

14. Anexos

Anexo 1. Procesos productivos para la elaboración de tablillas de bambú.

| Actividad | Costa Rica (Bambutico) | Perú (COMPYMEFOR) | Ecuador (Universidad de Guayaquil) |
|-----------------------|--|---|---|
| Perforación de nudos | | | Se perforan todos los nudos de las cañas con el fin de que el producto para la inmunización posterior penetre y sea absorbido. |
| Preservación o curado | Se utiliza el método Boucherie. Consiste en inyectar en la caña sulfato de cobre para reemplazar la savia de la planta. Por medio de boquillas se inyecta a presión el químico para que viaje por los poros. | Se realiza el método de inmersión. Se introducen las cañas en un tanque/piscina con una solución a base de sales de boro (ácido bórico y bórax) a una temperatura promedio de 60 grados centígrados por 1 hora. | Se realiza el método de inmersión. En un tanque/piscina con una solución a base de sales de boro (ácido bórico y bórax diluido en agua) a una concentración del 5% por m ³ (volumen de agua) durante aproximadamente 5 días. |

| | | | |
|---|--|--|--|
| Secado | Cañas secadas bajo sombra en espacio donde circule el aire. | Secado en cámara con un motor de 3 HP (<i>horsepower</i>) que mantiene un aire caliente entre los 10 y los 35°C. | Cañas secadas bajo sombra en espacio donde circule el aire |
| Corte en secciones longitudinales (largo) | Proceso realizado con una sierra de mesa circular o sierra manual en la parte basal de las cañas, obteniendo piezas de 2 metros de largo con diámetros de 12,7 a 15,24 cm. | Proceso realizado con una sierra de mesa circular a la parte basal de las cañas para obtener piezas sin alguna restricción de largo, con más de 12 cm de diámetro. | Proceso realizado con sierra de mesa o sierra de mano para obtener piezas de 6 m de largo con un diámetro de 12 a 13 cm. |
| Remoción del nudo exterior | | Se remueve el nudo exterior por medio de un torno con el fin de eliminar irregularidades. | |

| | | | |
|---|---|---|---|
| <p>Corte en secciones longitudinales (tablillado o latillado)</p> | <p>Este proceso se realiza con maquinaria de fabricación doméstica (hechiza). Esta se conoce en la literatura como “latilladora” y se puede describir como una herramienta con una cuchilla estrellada con la que se obtienen varias tabletas de 2 pulgadas (5,08 cm) de ancho aproximadamente (Anexo 4).</p> | <p>Se realiza con sierras de doble disco, paralelas y reguladas al ancho que se quiere obtener la tablilla (generalmente 3 cm) (Anexo 3).</p> | <p>Se realiza con sierras de doble disco, paralelas y reguladas al ancho que se quiere obtener la tablilla.</p> |
| <p>Remoción del nudo interior</p> | <p>No se realiza, ya que las cuchillas estrelladas utilizadas en el paso anterior se encuentran adaptadas para eliminar el nudo al mismo tiempo.</p> | <p>Una vez obtenidas las tablillas se pasan por un primer cepillo, que actúa eliminando restos de los nudos, tabiques y curvaturas. Este cepillo normalmente viene con varios juegos de cuchillas que cortan simultáneamente.</p> | <p>Proceso realizado de manera manual mediante una espátula con punta filosa para remover los nudos de manera limpia.</p> |

| | | | |
|---|-----------------------------|---|--|
| Cepillado | | Se utiliza un cepillo de 4 caras que dimensiona el espesor de las piezas convirtiéndolas en tablillas. Según las características del cepillo pueden necesitar una lijadora o no. Lo importante es que las piezas queden uniformes en dimensiones y calidad. | Se utiliza máquina cepilladora con el fin de eliminar aproximadamente 3mm (zona blanda del bambú rica en almidones que atraen insectos). |
| Acabados finales (resinas, adhesivos, pintado etc.) | Acabado protector Sayerlack | | |

Anexo 2. Precio aproximado con el que comercializan las tablillas según la competencia indirecta y directa.

| Competencia Indirecta | |
|------------------------------|---------------------------------------|
| Fuente | Precio de venta de la tablilla |
| Construexpress | ₡ 1.270 |
| El Colono | ₡ 1.305 |
| Las Gravilias | ₡ 1.705 |
| EPA | ₡ 1.610 |
| Maderas el Tunel | ₡ 1.408 |
| Reventazón | ₡ 1.355 |
| Maderas Paniagua | ₡ 1.260 |
| El Pochote | ₡ 1.685 |
| Maderas Herradura | ₡ 1.405 |
| Maderas Santa Rosa | ₡ 1.315 |
| Promedio | ₡ 1.432 |

Precio promedio
cepillado y acabado ₡ **1.718**
(20%)

| Competencia Indirecta | | |
|----------------------------------|---------------------------------------|--------------|
| Fuente | Precio de venta de la tablilla | |
| Bambutico | ₡ | 1.915 |
| Precio cepillado y acabado (20%) | ₡ | 2.298 |

Anexo 3. Detalle de consumo eléctrico mensual y anual para la industria de tablillas de bambú, 2021.

| Consumo de energía | | | | | | |
|---------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------------|----------------------|---------------------|---------------|
| Equipo | Potencia (W) | Horas / semana | Cantidad de equipo | semanas / mes | Meses en uso | kW/año |
| Hidrolavadora | 1600 | 35 | 1 | 4 | 11 | 2464 |
| Sierra de mesa | 1200 | 35 | 1 | 4 | 11 | 1848 |
| Reaserradora | 1200 | 35 | 1 | 4 | 11 | 1848 |
| Recanteo | 1200 | 35 | 1 | 4 | 11 | 1848 |
| Pistola de aire | 700 | 35 | 1 | 4 | 12 | 1176 |
| Cepilladora | 1150 | 35 | 3 | 4 | 12 | 5796 |
| Computadora | 65 | 35 | 1 | 4 | 11 | 100.1 |
| Impresora | 12 | 10 | 1 | 4 | 11 | 5.28 |
| Teléfono | 3 | 35 | 1 | 4 | 11 | 4.62 |
| Coffeemaker | 500 | 7 | 1 | 4 | 11 | 154 |
| Microondas electrico | 640 | 20 | 1 | 4 | 11 | 563.2 |
| Refrigeradora | 300 | 49 | 1 | 4 | 11 | 646.8 |
| Bombillos baños | 25 | 3 | 2 | 4 | 12 | 7.2 |
| Bombillo oficina | 60 | 30 | 1 | 4 | 12 | 86.4 |
| Bombillos cocina | 50 | 10 | 1 | 4 | 12 | 24 |
| Bombillos planta | 120 | 35 | 5 | 4 | 12 | 1008 |
| Total kWh | | | | | | 17580 |
| Tarifa/kWh | | | | | | 146.34 |
| Pago anual | | | | | | ₡ 2.572.599 |
| Pago mensual | | | | | | ₡ 214.383 |

Anexo 4. Detalle de consumo de agua mensual y anual para la industria de tablillas de bambú, 2021

| Consumo de agua | | | | | | | |
|------------------------|----------------|---------------------|-----------------|--------------------|----------------------|---------------------|-----------|
| Equipo | Consumo | Horas/semana | Cantidad | Semanas/mes | Consumo L/mes | Meses en uso | m3 |
| Hidrolavadora | 500 L/hora | 16.5 | 1 | 4 | 33000 | 12 | 33 |

| | | | | | | | |
|-----------------------|----------------------|----------------|----|---|--------|----|----------|
| Consumo e higiene | 12 L/persona/hora | 35 | 10 | 4 | 16800 | 12 | 16. 8 |
| Consumo total/mes | | | | | 49800 | | 49. 8 |
| Consumo total/año | | | | | 597600 | | |
| Precio por m3 | ₡ | 3.700 | | | | | |
| Tarifa mensual | ₡ | 184.260 | | | | | |

15. Apéndices

Apéndice 1: Guía de preguntas para recopilación de información dirigida a arquitectos, 2020.

Nombre: _____

Trabajo que desempeña: _____

Lugar de trabajo: _____

Provincia en donde ha desarrollado su experiencia: _____

Años de experiencia laboral: _____

1. Por su experiencia, ¿En una escala del 1 al 5 (donde 1 es bajo y 5 es alto) ¿Cómo categoriza el uso/demanda de productos o subproductos a base de fibras naturales en construcciones o proyectos de cualquier tipo?
2. ¿Considera valioso el uso de productos o subproductos a base de fibra naturales (madera, bambú, etc.) para el desarrollo de proyectos? Por favor, indicar el porqué de su respuesta.
3. Dentro de las tablillas de madera que han utilizado en distintos proyectos ¿Cuáles son las dimensiones más utilizadas y cuál es su finalidad?
4. ¿Según las tendencias de mindfulness, minimalistas y preferencias al uso de materiales naturales en la arquitectura, considera valioso contar con tablillas de bambú?
5. ¿Considera que a nivel nacional se podría introducir al bambú dentro del sector de la construcción, aún con los productos alternativos que se ofrecen en el mercado a base plásticos, concreto y otros sustitutos? *Se adjunta una imagen para visualizar un resultado obtenido con tablillas de bambú en pisos y techos.
6. ¿Cuál o cuáles serían limitantes para introducir al mercado nacional las tablillas de bambú nivel?
- 7 ¿Como actor del sector cuál es el sitio distribuidor de tablillas que lidera el mercado?

Apéndice 2: Guía de preguntas para recopilación de información dirigida a distribuidores, 2020.

| |
|--|
| Nombre: _____ |
| Trabajo que desempeña: _____ |
| Lugar de trabajo: _____ |
| Provincia en donde ha desarrollado su experiencia: _____ |
| Años de experiencia laboral: _____ |
| 1. Dentro de las tablillas ofrecidas al consumidor cuáles son las dimensiones más solicitadas conoce la finalidad para las mismas |
| 2. ¿En un rango del?, el precio por unidad de ese producto se encuentra en desde 900 a 1300 dependiendo el pago |
| 3. ¿En una escala del 1 al 5, cómo categoriza el uso/demanda del material a base de fibras naturales en construcciones o proyectos de cualquier tipo? |
| 4. Tiene un aproximado de cuánto es el ingreso, ya sea mensual o anual, por la venta de esas tablillas |
| 5. ¿Según las tendencias de mindfulness, minimalistas y preferencias al uso de materiales naturales en la arquitectura, considera valioso contar con tablillas de bambú? |
| 6. ¿Considera que a nivel nacional se podría introducir al bambú dentro del sector de la construcción como un producto de valor agregado? *Se adjunta una imagen para visualizar un resultado obtenido con tablillas de bambú en pisos y techos. |
| 7. ¿Cuál sería una limitante para introducir al mercado nacional las tablillas de bambú? |

Apéndice 3: Guía de preguntas para recopilación de información sobre consumidores, 2020.

| |
|---|
| Nombre: _____ |
| Trabajo que desempeña: _____ |
| Lugar de trabajo: _____ |
| Provincia de residencia: _____ |
| 1. ¿En una escala del 1 al 5 (donde 1 es bajo y 5 es alto) ¿Cuál es el uso de materiales a base de fibras naturales en construcciones o proyectos de cualquier tipo en su hogar? |
| 2. ¿Según las tendencias de mindfulness, minimalistas y preferencias al uso de materiales naturales, consideraría valioso contar con tablillas de bambú en el mercado para mejorar espacios de su hogar o incluso espacios públicos? |
| 3. Hay factores a considerar antes de realizar una compra como calidad y precio del producto ¿Para usted y miembros de su núcleo familiar cuál es factor decisivo y? |
| 4. Tomando en cuenta los factores que usted comenta anteriormente ¿Compraría tablillas de bambú si estas cumplen con dichos factores, aun contando en el mercado con otros productos que no son a base de fibras naturales (como plásticos, vidrio, etc.)? *Se adjunta una imagen para visualizar un resultado obtenido con tablillas de bambú en pisos y techos. |
| 5. ¿Cuánto estaría dispuesta o dispuesto a pagar por m ² de tablilla de bambú? |
| 6. ¿Cuál consideraría sería una limitante para introducir al mercado nacional las tablillas de bambú o bien, una razón por la cual no las compraría? |

Apéndice 4: Guía de preguntas para recopilación de información dirigida a empresas de construcción, 2020.

Nombre: _____

Trabajo que desempeña: _____

Lugar de trabajo: _____

Provincia en donde ha desarrollado su experiencia: _____

Años de experiencia laboral: _____

1. Por su experiencia, ¿En una escala del 1 al 5 (donde 1 es bajo y 5 es alto) ¿Cómo categoriza el uso/demanda de productos o subproductos a base de fibras naturales en construcciones o proyectos de cualquier tipo?
2. ¿Considera valioso el uso de productos o subproductos a base de fibra naturales (madera, bambú etc) para el desarrollo de proyectos? Por favor, indicar el porqué de su respuesta.
3. Dentro de las tablillas de madera que han utilizado en distintos proyectos ¿Cuáles son las dimensiones más utilizadas y cuál es su finalidad?
4. ¿Según las tendencias de mindfulness, minimalistas y preferencias al uso de materiales naturales en la arquitectura considera valioso contar con tablillas de bambú?
5. ¿Considera que a nivel nacional se podría introducir al bambú dentro del sector de la construcción aún con los productos alternativos que se ofrecen en el mercado a base plásticos, concreto y otros sustitutos? *Se adjunta una imagen para visualizar un resultado obtenido con tablillas de bambú en pisos y techos.
6. De manera personal ¿Cuál o cuáles serían limitantes para introducir al mercado las tablillas de bambú a nivel nacional?
7. ¿Cómo actor del sector según su criterio cuál es el sitio distribuidor de tablillas que lidera el mercado?

Apéndice 5. Flujo neto efectivo de la industria productora de tablillas de bambú, 2021.

| RUBROS | Años | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 | |
| COSTOS INVERSIÓN | € 88.469.219 | | | | | | | | | | | |
| Terreno | € 27.000.000 | | | | | | | | | | | |
| Infraestructura | € 26.800.000 | | | | | | | | | | | |
| Permisos | € 3.018.438 | | | | | | | | | | | |
| Cañas (2 meses) | € 14.875.000 | | | | | | | | | | | |
| Preservado (2 meses) | € 1.320.000 | | | | | | | | | | | |
| Acabado (2 meses) | € 216.667 | | | | | | | | | | | |
| Maquinaria | € 9.306.917 | | | | | | | | | | | |
| Imprevistos (10%) | € 5.932.197 | | | | | | | | | | | |
| COSTOS PRODUCCIÓN | € 5.286.821 | € 129.790.576 | € 129.790.576 | € 129.857.301 | € 129.790.576 | € 129.857.301 | € 129.790.576 | € 129.857.301 | € 129.790.576 | € 129.857.301 | € 129.790.576 | € 129.790.576 |
| Cañas (resto del año) | | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 | € 89.250.000 |
| Preservado (resto del año) | | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 | € 7.920.000 |
| Acabado (resto del año) | | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 | € 1.300.000 |
| Personal de planta | € 5.220.096 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 | € 31.320.576 |
| Equipo de seguridad | € 66.725 | - | € 66.725 | - | € 66.725 | - | € 66.725 | - | € 66.725 | - | € 66.725 | - |
| COSTOS DE VENTAS | € 1.161.416 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 | € 7.084.248 |
| Personal de mercadeo | € 1.161.416 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 | € 3.484.248 |
| Ventas (contratación de servicio) | | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 | € 3.600.000 |
| Combustible | | € - | € - | € - | € - | € - | € - | € - | € - | € - | € - | € - |
| COSTOS ADMINISTRATIVOS | € 2.873.173 | € 18.106.877 | € 11.973.705 | € 11.973.705 | € 11.973.705 | € 11.973.705 | € 12.620.053 | € 11.973.705 | € 11.973.705 | € 11.973.705 | € 11.973.705 | € 11.973.705 |
| Materiales de oficina | | € 468.278 | € 6.690 | € 6.690 | € 6.690 | € 6.690 | € 468.278 | € 6.690 | € 6.690 | € 6.690 | € 6.690 | € 6.690 |
| Equipo para el comedor | | € 184.760 | | | | | € 184.760 | | | | | |
| Servicios (luz, agua, internet) | € 797.286 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 | € 4.998.519 |
| Personal de dirección general | € 1.161.416 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 | € 6.968.496 |
| Seguro del personal | € 914.471 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 | € 5.486.824 |
| Incremento anual de costos 2% | | € 3.099.634 | € 2.976.971 | € 2.978.305 | € 2.976.971 | € 2.978.305 | € 2.989.898 | € 2.978.305 | € 2.976.971 | € 2.978.305 | € 2.976.971 | € 2.976.971 |

Años

| RUBROS | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029 | 2030 | 2031 | 2032 | 2033 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| COSTOS DE OPERACIÓN | € 9.321.410 | € 158.081.335 | € 151.825.499 | € 151.893.559 | € 151.825.499 | € 151.893.559 | € 152.484.774 | € 151.893.559 | € 151.825.499 | € 151.893.559 | € 151.825.499 |
| Mantenimiento 10% | | | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 | € 3.610.692 |
| Imprevistos 10% | | € 15.808.133 | € 15.182.550 | € 15.189.356 | € 15.182.550 | € 15.189.356 | € 15.248.477 | € 15.189.356 | € 15.182.550 | € 15.189.356 | € 15.182.550 |
| - DEPRECIACIÓN Y AMORTIZACIÓN | | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 | € 4.584.864 |
| TOTAL COSTOS OPERACIÓN | € 9.321.410 | € 178.474.332 | € 175.203.605 | € 175.278.471 | € 175.203.605 | € 175.278.471 | € 175.928.808 | € 175.278.471 | € 175.203.605 | € 175.278.471 | € 175.203.605 |
| INGRESOS NETOS | € - | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 | € 219.459.375 |
| UTILIDAD BRUTA | -€ 9.321.410 | € 40.985.043 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 43.530.567 | € 44.180.904 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 44.255.770 |
| UTILIDAD NETA = FLUJO NETO FINANCIERO | -€ 97.790.629 | € 40.985.043 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 43.530.567 | € 44.180.904 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 44.255.770 |
| + VALOR DE RESCATE | | | | | | | | | | | € 18.900.000 |
| FLUJO NETO FINANCIERO | -€ 97.790.629 | € 40.985.043 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 43.530.567 | € 44.180.904 | € 44.255.770 | € 44.180.904 | € 63.155.770 |
| FLUJO ACUMULADO | -€ | € 56.805.586 | -€ 12.549.816 | € 31.631.088 | € 75.886.858 | € 120.067.762 | € 163.598.329 | € 207.779.234 | € 252.035.004 | € 296.215.908 | € 359.371.678 |