

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL



COSTOS Y RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA DE *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), EN EL TALLER DE CARPINTERÍA DE LA UNU – PUCALLPA.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO FORESTAL**

SAULO MACEDO FASABI

PUCALLPA - PERÚ

2019



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL
COMISIÓN DE GRADOS Y TÍTULOS



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 390

En la ciudad de Pucallpa, siendo las 11:16 a.m. del día jueves 11 de abril del 2019, de acuerdo a lo dispuesto por el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Nacional de Ucayali, se reunieron los miembros del Jurado Evaluador en los ambientes del Auditorio de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, la misma que estuvo conformado por:

Dra. María Angélica Flores Romayna (Presidente)
Eco. José Manuel Cárdenas Bernaola (Miembro)
Ing. M.Sc. Moisés Torres Velasco (Miembro)

Se procedió a evaluar la sustentación de tesis denominado: **"Costos y Rendimiento de Mano de Obra en la Producción de Ladrillos de Madera Maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), en el Taller de Carpintería de la UNU – Pucallpa"**, presentado por el Bach. SAULO MACEDO FASABI, asesorado por el Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas, habiendo finalizado la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte del Jurado Evaluador, las que fueron absueltas por el sustentante, en consecuencia, la tesis fue **APROBADO POR UNANIMIDAD Y RECOMENDACIÓN DE PUBLICACIÓN**, quedando expedito para el otorgamiento del **TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL**, después de las correcciones respectivas. Siendo las 12:08 p.m. horas del mismo día, se da por finalizado el acto académico firmando los miembros en señal de conformidad.

Dra. María Angélica Flores Romayna
Presidente

Eco. José Manuel Cárdenas Bernaola
Miembro

Ing. M.Sc. Moisés Torres Velasco
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

La presente tesis fue aprobada por el Jurado Evaluador de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali, como requisito para optar el Título Profesional de Ingeniero Forestal.

Dra. María Angélica Flores Romayna



Presidente

Eco. José Manuel Cárdenas Bernaola



Miembro

Ing. M.Sc. Moisés Torres Velasco



Miembro

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas



Asesor

Bach. Saulo Macedo Fasabi



Tesista



UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL

Constancia

N° 154

ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND

La Dirección General de Producción Intelectual, hace constar por la presente, que el Informe Final (Tesis) titulado:

"COSTOS Y RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA DE CALOPHYLLUM BRASILIENSE CAMBESS (LAGARTO CASPI), EN EL TALLER DE CARPINTERÍA DE LA UNU – PUCALLPA"

Cuyo autor es: **MACEDO FASABI, SAULO**
Asesora: **Ing. M. Sc. SALVADOR CÁRDENAS, MANUEL IVAN**
Escuela Profesional: **INGENIERÍA FORESTAL**
Facultad: **CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES**

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio, dicho documento presenta un porcentaje de similitud de 09%.

El tal que de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO (10%), en el artículo 9: "Criterios de porcentaje de similitud". Se declara, que dicho trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de plagio, por lo que SI se aprueba su originalidad.

En señal de verificación se FIRMA Y SELLA la presente constancia.

Fecha: 30/04/2019

Firma: _____

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI
DIRECCION GENERAL DE PROPIEDAD INTELECTUAL
DRA. DINA PARI-QUISPE
Dirce. Gen. Prod. Intej.

REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Saulo Macedo Fasabi

Autor de la TESIS titulada:

"Costos y rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (lagarto caspi), en el Taller de Carpintería de la UNU-Pucallpa"

Sustentada el año: 2019

Con la asesoría de: _____

En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales

Escuela Profesional de: Ingeniería Forestal.

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguientes términos: Primero: otorgo a la Universidad Nacional de Ucayali licencia no exclusiva para reproducir, distribuir, comunicar, transformar (únicamente mediante su traducción a otros idiomas) y poner a disposición del público en general mi tesis (incluido el resumen) a través del Repositorio Institucional de la UNU, en forma digital sin modificar su contenido, en el Perú y en el extranjero; por el tiempo y las veces que considere necesario y libre de remuneraciones. Segundo: declaro que la tesis es una creación de mi autoría y exclusiva titularidad, por tanto me encuentro facultado a conceder la presente autorización, garantizando que la tesis no infringe derechos de autor de terceras personas. Tercero: autorizo la publicación,

Total (significa que todo el contenido de la tesis en PDF será compartido en el repositorio).

Parcial (significa que solo la carátula, la dedicatoria y el resumen en PDF serán compartidos en el repositorio).

De mi TESIS de investigación en la página web del Repositorio Institucional de la UNU.

En señal de conformidad firma la presente autorización.

Fecha: 27/05/2019

Email: paulo_macedo_890@hotmail.com

Firma: 

Teléfono: 948960075

DNI: 45003630

DEDICATORIA

A Dios, mis padres, hermanos, maestros y amigos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali y a los docentes, especialmente al docente Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas, por darme la oportunidad y haberme asesorado en mi tesis en el marco del proyecto a su cargo.

Al grupo técnico de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, por su valioso apoyo.

A todas aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron durante el proceso de mi formación profesional y desarrollo de este trabajo de investigación.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

| | |
|---|-----------|
| DEDICATORIA | vi |
| AGRADECIMIENTO | vii |
| ÍNDICE DEL CONTENIDO | viii |
| ÍNDICE DE TABLAS | x |
| ÍNDICE DE FIGURAS | xii |
| RESUMEN | xiii |
| ABSTRACT | xiv |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA | 3 |
| 1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO | 5 |
| 2.1 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 5 |
| 2.1.1 Estudios Realizados..... | 5 |
| 2.2 PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA..... | 7 |
| 2.2.1 Especie en estudio..... | 7 |
| 2.2.2 Bloques o ladrillos de madera..... | 9 |
| 2.2.3 Costos..... | 11 |
| 2.2.4 Costo de Producción..... | 11 |
| 2.2.5 Elementos de Costo..... | 12 |
| 2.2.6 Costos fijos y costos variables..... | 13 |
| 2.2.7 Rendimiento mano de obra..... | 14 |
| 2.2.8 Proceso de producción en carpintería..... | 17 |
| 2.2.9 Representación del flujo de Producción..... | 19 |
| 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS..... | 21 |
| CAPÍTULO III. METODOLOGIA..... | 24 |
| 3.1 MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN..... | 24 |
| 3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA | 24 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 3.3 | PROCEDIMIENTO DE LA RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 24 |
| 3.4 | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS. | 27 |
| 3.4.1 | Técnicas | 27 |
| 3.4.2 | Instrumentos para la recolección de datos..... | 27 |
| 3.5 | PROCESAMIENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS..... | 27 |
| 3.6 | TRATAMIENTO DE DATOS | 27 |
| | CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | 28 |
| 4.1 | DETERMINACIÓN DEL COSTO FIJO Y VARIABLE EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess | 28 |
| 4.2 | DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS POR PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess..... | 30 |
| 4.3 | EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess..... | 34 |
| 4.4 | DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA <i>Calophyllum brasiliense</i> Cambess. | 36 |
| | CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES | 39 |
| 5.1 | CONCLUSIONES..... | 39 |
| 5.2 | RECOMENDACIONES | 40 |
| | REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA..... | 41 |
| | ANEXOS..... | 44 |

ÍNDICE DE TABLAS

Pág.

En el texto:

| | | |
|-----------------|--|----|
| Tabla 1. | Tarifario de servicios CITEforestal Pucallpa..... | 7 |
| Tabla 2. | Costo fijo y costo variable del proceso de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 27 |
| Tabla 3. | Costo unitario de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 39 |
| Tabla 4. | Costo unitario de ladrillos de madera maciza..... | 32 |
| Tabla 5. | Rendimiento de la mano de obra por proceso de producción de ladrillos de madera lagarto caspi..... | 33 |

En el Anexo:

| | | |
|-------------------|---|----|
| Tabla 6A. | Costo de la materia prima en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 48 |
| Tabla 7A. | Costo de la materiales e insumos en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 48 |
| Tabla 8A. | Costo de la mano de obra al destajo en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 49 |
| Tabla 9A. | Costo de depreciación de máquinas de carpintería en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 49 |
| Tabla 10A. | Costo de energía eléctrica en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 49 |
| Tabla 11A. | Costo de mantenimiento de máquinas de carpintería para la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 50 |

| | |
|---|----|
| Tabla 12A. Clasificación y cálculo de costo fijo de la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 51 |
| Tabla 13A. Clasificación y cálculo de costo variable de la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 51 |
| Tabla 14A. Registro de los costos por proceso de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 52 |
| Tabla 15A. Registro del rendimiento de mano de obra por proceso de producción de ladrillos de lagarto caspi..... | 53 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|-------------|
| En el texto: | |
| Figura 1. Distribución porcentual de los costos fijos y variables en la producción de ladrillos de madera..... | 28 |
| Figura 2. Distribución porcentual de los elementos del costo variable.... | 29 |
| Figura 3. Distribución porcentual de los elementos del costo fijo..... | 30 |
| Figura 4. Distribución porcentual del costo unitario de producción de ladrillos de madera..... | 31 |
| Figura 5. Rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi..... | 34 |
| Figura 6. Diagrama de flujo de producción de ladrillos de madera maciza..... | 36 |
| En el anexo: | |
| Figura 7A. Proceso de ranurado..... | 54 |
| Figura 8A. Acabado del proceso de ranurado..... | 54 |
| Figura 9A. Máquina para el proceso de cepillado..... | 55 |
| Figura 10A. Acabado del proceso de cepillado..... | 55 |
| Figura 11A. Proceso de bicelado..... | 56 |
| Figura 12A. Acabado del proceso de bicelado..... | 56 |

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue determinar la estructura de costos y rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (lagarto caspi), como producto de innovación para construcción de viviendas. El estudio se realizó en el taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali. Para ello se elaboraron 2806 ladrillos, para determinar la estructura de costos y el rendimiento de la mano de obra. Los resultados demuestran que en la fabricación de 2806 ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (lagarto caspi), el costo fijo representó el 2,9%, mientras que el costo variable ascendió al 97,1% del costo total. El costo del proceso de producción de ladrillos de madera, equivale a S/. 2,45/ladrillo; donde el costo de trozado corresponde a S/. 0,23/ladrillo, el bloqueado a S/ 0,40/ladrillo, el cabeceado a S/. 0,29/ladrillo, el cepillado a S/. 0.60/ladrillo, el ranurado a S/ 0.35/ladrillo, el biselado a S/. 0,31/ladrillo y finalmente el escopleado representó un costo de S/ 0.27/ladrillo. En cuanto al rendimiento de mano de obra, en el proceso de trozado, un obrero tiene una producción diaria de 46 ladrillos/hora, en el bloqueado es 29 ladrillos/hora, para el cabeceado es de 22 ladrillos/hora, en el cepillado; 8 ladrillos/hora, en el ranurado; 12 ladrillos/hora, mientras que para el biselado se tiene una capacidad 18 ladrillos/hora, finalmente se realiza el escopleado de 15 ladrillos/hora. El análisis del diagrama de flujo de producción, demuestra que en cada proceso existe una demora causado comúnmente por el aprovisionamiento temporal de la materia prima, convirtiéndose en cuellos de botella que afectan la producción diaria.

Palabra clave: Ladrillo de madera, estructura de costos, mano de obra.

ABSTRACT

The objective of the research was to determine the cost structure and labor performance in the production of solid wood bricks of *Calophyllum brasiliense* Cambess (caspi lizard), as an innovation product for housing construction. The study was carried out in the carpentry workshop of the National University of Ucayali. For this 2806 bricks were elaborated, to determine the structure of costs and the performance of the workforce. The results show that in the manufacture of 2806 solid wood bricks of the caspi lizard species *Calophyllum brasiliense*, the fixed cost represented 2.9%, while the variable cost amounted to 97.1% of the total cost. The cost of the wood bricks production process is equivalent to S/.2.45 / brick; where the cost of cutting corresponds to S/. 0.23 / brick, the blocked at S / 0.40 / brick, the nod to S/. 0.29 / brick, brushing to S / . 0.60 / brick, grooving at S/. 0.35 / brick, beveling at S/. 0.31 / brick and finally the chiseling represented a cost of S / 0.27 / brick. As for the performance of labor, in the process of cutting, a worker has a daily production of 46 brick / hour, in the blocked is 29 brick / hour, for the head is 22 bricks / hour, in brushing; 8 brick / hour, in the slotted; 12 brick / hour, while for the beveling one has a capacity of 18 brick / hour, finally the chiseling of 15 brick / hour is carried out. The analysis of the production flow diagram shows that in each process there is a delay commonly caused by the temporary supply of the raw material, becoming bottlenecks that affect the daily production.

Keywords: Brick of wood, structure of costs, labor.

INTRODUCCIÓN

En una economía que promueve el desarrollo económico, la inclusión social y enmarcado en la Política Nacional Forestal cuyo objetivo específico entre otros es propiciar negocios competitivos a nivel nacional e internacional, socialmente inclusivos y ambientalmente sostenibles que propicie la generación de alto valor agregado y ofrezca una duradera rentabilidad a los usuarios del bosque y al país, (SERFOR, 2015).

La innovación de productos maderables forestales se manifiesta en una oportunidad para el desarrollo forestal del país, y las actividades directas e indirectas que está contempla, en ese sentido el desarrollo de productos como los ladrillos de madera, pretende generar un valor agregado en la materia prima y representa una alternativa en la construcción de viviendas.

Sacconi (2017), define que un “ladrillo de madera”, como piezas que tienen un sistema de encastre denominado “cola de milano” o “cola de paloma”, a través del cual se pueden unir los distintos ladrillos entre sí, y presentan alta calidad acústica y eficiencia térmica.

Los Bloques de Madera Encastrada (BME) están compuestos por bloques o “ladrillos” que se superponen unos a otros unidos a través de listones, tarugos de madera y clavos metálicos. Estos garantizan una perfecta vinculación formando un entramado de madera y metal que finalmente se transforma en los muros de la vivienda (Pablo, 2014).

Sin embargo, se desconoce la rentabilidad que tiene su uso en la construcción de viviendas, el costo de las etapas de producción y el costo que se incurre en fabricar un ladrillo de madera maciza de una determinada especie.

En ese sentido la investigación tiene como objetivo general, conocer la estructura de costos y rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), en el taller de carpintería de la UNU y como objetivos específicos: Determinar el costo fijo y variable en la producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi); Determinar el costo por proceso de

producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi); Evaluar el rendimiento de la mano de obra en el proceso de producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* (Lagarto caspi) y Construir el diagrama de flujo de producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En los últimos años el gobierno peruano viene destinando presupuesto para proyectos de innovación tecnológica con el fin de mejorar las condiciones necesarias para impulsar el desarrollo mediante el fortalecimiento de capacidades, generación y desarrollo, en tal sentido la Universidad Nacional de Ucayali viene realizando alternativas tecnológicas en cuanto a construcción de casas con ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi).

Los sistemas constructivos de madera utilizados mundialmente son dos, las casas de troncos macizos, ya en desuso por su pesadez y limitación en prestaciones, y las casas de entramado (pesado o ligero) que combinan la madera con el resto de materiales tradicionales y que otorgan una mayor consistencia (Sánchez, 2008).

Existe posibilidad de tecnología o sistema de construcción con ladrillo de madera maciza lo cual viene realizando la Universidad Nacional de Ucayali y es una nueva fuente de empleo y alternativa de construcción ya que la región de Ucayali la madera es una fuente de materia prima renovable y ecológica.

Bajo lo mencionado la investigación tuvo como finalidad realizar un estudio de los costos y rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera maciza utilizando la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), de esta manera nos permitió realizar comparaciones de costos frente a los productos tradicionales, ya que los ladrillos de madera representan y contribuyen a generar alternativas en la construcción y al uso integral de la madera en el campo de construcción y la industria forestal.

En base a lo planteado la investigación permito resolver las siguientes interrogantes:

- ¿Cuál es el costo fijo y variable en la producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)?
- ¿Cuál es el costo por proceso de producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)?
- ¿Cuál es el rendimiento de la mano de obra en cada proceso en la producción de los ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)?
- ¿Cuál es el diagrama de flujo de producción de los ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)?

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. Estudios Realizados

Lugo (2011), realizó una investigación en ladrillos de madera maciza de pino en la Universidad Central de Venezuela, obteniendo los siguientes resultados. Aspectos de Producción y Construcción: En un taller de carpintería típico, el proceso constructivo es muy sencillo y se puede establecer claramente una secuencia de actividades, lo que permite organizar la ejecución de los trabajos de manera eficiente. Es de hacer notar que, dadas las dimensiones de los elementos y la coordinación modular en el diseño de la edificación, el desperdicio en obra es prácticamente nulo, a menos que durante el montaje se detecten piezas con defectos que provienen de la etapa de taller.

Laguna (2011), propone la realización de un nuevo material constructivo, denominado eco ladrillo inspirado en el tradicional adobe y que sustituya al ladrillo convencional cocido. Para ello se utilizó la combinación de cemento comercial y cal hidráulica, cenizas de cáscaras de arroz; como aditivo estructurante y cascarillas de arroz. El eco ladrillo es de buena apariencia responde a criterios ecológicos. El tiempo de ejecución del muro es menor que el de muro de mampostería de concreto. La apariencia final del muro permite que este preste su servicio en acabado rústico, sin ninguna otra cobertura.

Carrió (2006), sostiene que la estructura de costo de producción e parquet en la parquetera Huallaga S.R.L, está conformado por los costos de producción que representa el 94,85%, los costos de operación el 1,14%, la depreciación de equipos y obras civiles el 2,28% y los costos financieros el 1,73% del costo total.

La estructura de costos del proceso de transformación de la madera *Dipteryx* spp. En la transformación de tablones a tablillas de piso deck. El cálculo de costos se realiza en base a la orden de trabajo (producción de 20 m³ de pisos). El costo por metro cúbico de piso tipo deck en madera shihuahuaco es de US\$ 762; resultando que cada tablilla tiene un costo S/.0.985 (Vidal, 2007).

Vela (2014), realizó un estudio que se llevó a cabo en las instalaciones del aserradero de Green Gold Forestry Perú SAC., de la ciudad de Iquitos, Perú. El objetivo fue determinar los costos de aserrío de la madera de *Dipteryx micrantha* “shihuahuaco”. Se evaluaron 21 trozas para el estudio de rendimiento y costos de producción. El rendimiento total en madera aserrada el 32,17% corresponde a decking, 9,06% a tablillas para pisos y 1,54% para decking tiles y el desperdicio total es de 57,23%. El costo total de aserrío por día de trabajo es de US\$ 1749,62, donde US\$ 476.80 corresponden a los costos fijos (27,25%) y US\$ 1272,82 a los costos variables (72,75%); el costo por metro cúbico de madera rolliza procesada es de US\$ 28,69/m³.

El costo total en la producción de frisas AD a partir de bloques de madera de *H. palustris* y *D. micrantha* es de USD 87,15 por día de trabajo. De este monto los costos fijos son USD 11,61 por día (13,29% del total) y los costos variables son USD 75,54 por día (86,71% del total) (Armas, 2016).

Torres (2015), describe que los ladrillos de madera maciza miden 40 centímetros de largo por 7 de alto y 12 de ancho y su rendimiento por metro cuadrado es de 36 ladrillos y su comercialización es de S/ 1.60.

El tarifario del (CITEforestal Pucallpa, 2017), para sus servicios de carpintería establece las siguientes tarifas:

Tabla 1. Tarifario de servicios CITEforestal Pucallpa.

| Ítem | Servicio | Unidad | Valor venta (S/) |
|------|------------|--------------|------------------|
| 1 | Escoplo | Unidad | 0.14 |
| 2 | Cepillado | Metro lineal | 0.17 |
| 3 | Despuntado | Unidad | 0.15 |
| 4 | Reaserrío | Metro lineal | 0.18 |
| 5 | Moldurado | Unidad | 0.71 |
| 6 | Canaleado | Metro lineal | 0.82 |

2.2. PLANTEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1. Especie en estudio

Confederación Peruana de la Madera (2008), presenta las características botánicas, físicas y mecánicas de la madera *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), como son:

✓ **Nombre y Familia**

Nombre internacional : Santa María, Palo María

Nombre científico : *Calophyllum brasiliense* Cambess

Nombre común : Lagarto Caspi

Familia : GUTTIFERAE

✓ **Procedencia**

Esta especie se encuentra distribuida en la Amazonía y norte de Sudamérica, Centro América, México e Indias Occidentales. En el Perú se encuentra en Yurimaguas, Iquitos, Pucallpa, entre otros. Se desarrolla en bosques húmedos tropicales (bh-T), sobre suelos aluviales y en zonas con temperatura media de 24 °C y precipitación de 1000-2000 mm anuales.

✓ **Descripción del Árbol en pie**

Alcanza una altura total de 40 m y una altura comercial de 27 m, con un d.a.p. de 0.7-1.5 m. Presenta fuste cilíndrico, con corteza fisurada longitudinal y profunda, de color marrón oscuro, con secreciones de color amarillo pálido a cristalino. Copa redonda y densa.

✓ **Descripción de la Madera**

El color del duramen es de color rosado a pardo rojizo, marcado por bandas finas de parénquima, su albura presenta una coloración rosada pálida. Brillo medio o poco lustroso. Grano recto ha entrecruzado. Textura media. Veteado acentuado y llamativo. Anillos diferenciados a simple vista.

✓ **Propiedades físicas y mecánicas**

| | |
|-----------------------------------|----------------------------|
| Densidad Básica | : 0.56 gr/cm ³ |
| Contracción Volumétrica | : 9.40% |
| Relación T/R | : 2.10 |
| Contracción Tangencial | : 9.00% |
| Contracción Radial | : 4.30% |
| Sílice | : 0.06% |
| Módulo de Elasticidad en flexión: | 111.0 tn/cm ² |
| Módulo de Ruptura en flexión | : 734.0 kg/cm ² |
| Comprensión Paralela | : 213.0 kg/cm ² |
| Comprensión Perpendicular | : 62.0 kg/cm ² |
| Corte paralelo a las Fibras | : 88.0 kg/cm ² |
| Dureza de lados | : 403.0 kg/cm ² |
| Tenacidad | : 2.3 kg-m |

✓ **Características de la troza**

| | |
|----------|-----------|
| Diámetro | : 0.8 |
| Forma | : Regular |

| | |
|--------------|---|
| Defectos | : Ninguno. |
| Conservación | : Patio húmedo o seco con tratamiento profiláctico. |

✓ **Aserrío y secado**

El aserrío es moderadamente difícil, pero de fácil trabajabilidad con máquinas y herramientas manuales. En la operación de aserrío en corte radial, pueden levantarse las fibras cuando tiene grano entrecruzado; este defecto se mejora empleando ángulos de corte de 20°. Retiene firmemente los clavos y tornillos. Buen comportamiento al encolado y acabado, los mejores resultados de elaboración se obtienen con maderas de bajo contenido de humedad después de un tratamiento tapa poros. En el secado, es una especie moderadamente difícil de secar al aire, tiene cierta tendencia a alabearse y rajarse; el secado debe ser lento al aire libre. Se recomienda un programa de secado suave o moderado.

✓ **Durabilidad Natural y usos**

Durabilidad natural, durable a moderadamente durable a la pudrición blanca y marrón, resistente a los perforadores marinos. El duramen es considerado como moderadamente durable al contacto con la humedad. Preservación la albura es fácilmente impregnable con preservantes en tratamientos de baño caliente-frío o a presión. La penetración es completa con presiones de 1400 lb/pulg². Usos construcción de puentes, durmientes, carpintería, enchapados, chapas decorativas, es una de las mejores maderas para la fabricación de canoas y botes planos.

2.2.2. Bloques o ladrillos de madera

Sacconi (2017), define que un “ladrillo de madera”, son piezas que tienen un sistema de encastre denominado “cola de milano” o “cola de paloma”, a través del cual se pueden unir los distintos ladrillos entre sí. Ese

tipo de encastre es extremadamente eficiente porque fija la madera tanto vertical como horizontalmente.

Así mismo Sacconi (2017), afirma que otra de las innovaciones de los ladrillos de madera que presenta este sistema es su alta calidad acústica y eficiencia térmica. Su coeficiente de termicidad es de 1,16 para una pared de 12,5 centímetros, mientras que una pared de ladrillos convencionales es de aproximadamente 0,45.

Los sistemas de Bloques de Madera Encastrada (BME), están compuestos por bloques o “ladrillos” que se superponen unos a otros unidos a través de listones, tarugos de madera y clavos metálicos. Estos garantizan una perfecta vinculación formando un entramado de madera y metal que finalmente se transforma en los muros de la vivienda. La madera es protegida posteriormente con sellador de juntas elásticas, asegurando la ausencia de filtraciones de aire y como protección de la madera a los agentes biológicos (Pablo, 2014).

Pablo (2014), define las Características de Bloques de Madera Encastrada (BME) en los siguientes:

✓ **Características**

- Reduce sustancialmente los desperdicios y generación de desperdicios en obra.
- Reduce el esfuerzo físico de los obreros.
- Rápida construcción.
- Resistencia en muros portantes y no portantes.
- Mayores luces en entresijos y cubiertas (accesibles y no accesibles).
- Disminución en las cargas de la edificación. No utiliza agua.
- Ahorra tiempos en la construcción ya que no hay que esperar el fraguado de los materiales.
- Reduce sustancialmente los desperdicios y generación de desperdicios en obra.
- Reduce el esfuerzo físico de los obreros.

✓ **Cualidades**

- Muros robustos.
- Térmicos.
- Acústicos.
- Antisísmico.
- Antiestático.
- No condensa la humedad.
- Durables.
- Fácil mantenimiento.
- Excelentes terminaciones.
- Eficientes y hermosos diseños ecológicos.

2.2.3. Costos

Castillo (2015), define a los costos como aquellos desembolsos relacionados a los adquirentes de bienes, transformación de materia prima o a la prestación de servicios.

El costo constituye una fuente de información básica fundamental para medir la eficiencia económica, muestra el costo de producir o vender la producción, refleja los niveles de productividad del trabajo, el grado de eficiencia con que se emplean los fondos; así como los resultados de economizar los recursos materiales, laborales y financieros. Permite la comparación de los resultados obtenidos en distintos períodos y así ayuda a encontrar nuevas vías para el uso racional y óptimo de los recursos productivos, de una forma planificada (Mancilllar, 2012).

2.2.4. Costo de Producción

Son los costos que se generan en el proceso de transformar la materia prima en productos terminados. Ejemplo: Sueldo y cargas sociales del personal de producción, materia prima que intervienen en el proceso productivo, costos de materiales, envases y embalajes, costos de servicios

públicos que intervienen en proceso productivo, costos de almacenaje, depósito y expedición, depreciación del equipo productivo (Uchida, 2011).

Por su parte (Foster, Homgren, & Datar, 2007), afirman que los costos de producción son los egresos que se realiza la empresa en función del valor de los factores productivos consumidos o de los recursos económicos utilizados para la producción de un bien o servicio. Es, por tanto, un egreso que debe ser controlado por la empresa como resultado de sus operaciones.

2.2.5. Elementos de Costo

Hernández (2016), afirma que los elementos del costo de producción se dividen en:

✓ **Materiales**

Son los principales recursos que se usan en la producción; estos se transforman en bienes terminados con la ayuda de la mano de obra y los costos indirectos de fabricación.

✓ **Mano de Obra**

Hernández (2016), afirma que es el esfuerzo físico o mental empleados para la elaboración de un producto el cual se divide en:

- **Mano de obra directa (MOD).** Los salarios que se pagan a las personas que participan directamente en la transformación de la materia prima en producto terminado y que se pueden identificar o cuantificar plenamente con el mismo.
- **Mano de obra indirecta (MOI).** Los sueldos, salarios y prestaciones que se pagan al personal de apoyo a la producción como por ejemplo funcionarios de la fábrica, supervisores, personal del almacén de materiales, personal de mantenimiento, etc. que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con la elaboración de partidas específicas de productos.

- **Costo hora-hombre.** El objetivo es contar con una información oportuna y real del costo de mano de obra. Es el importe que eroga la empresa por una hora de trabajo de una persona contratada.

✓ **Costos Indirectos de Fabricación**

Son aquellos costos acumulados de los materiales y mano de obra indirectos más todos los incurridos en la producción, que al momento de obtener el costo del producto terminado no son fácilmente identificables de forma directa con el mismo (Hernández, 2016).

- **Materia prima indirecta (MPI).** Son todos los materiales sujetos a transformación que no se pueden identificar o cuantificar plenamente con los productos terminados, como por ejemplo el barniz en la industria de mueblería.
- **Mano de obra indirecta (MOI).** Son los salarios, prestaciones y obligaciones correspondientes a todos los trabajadores y empleados de la fábrica. Por ejemplo, el director de la fábrica, los supervisores, los vigilantes, etcétera.
- **Erogaciones fabriles.** Son todos aquellos costos que se refieren a diversos servicios, tales como renta, teléfono, conservación y mantenimiento de terceros, etc.

2.2.6. Costos fijos y costos variables

2.2.6.1. Costos fijos

García (2014), menciona que es aquel costo que incide fijamente en la dimensión adentro de la etapa a diagnosticar, indistintamente de las alteraciones en la dimensión de acciones elaboradas.

Los costos y gastos fijos son todas aquellas erogaciones en las que incurre un proyecto o una empresa, pero cuya magnitud no cambia ante un aumento o disminución de los volúmenes de

ventas, o volúmenes de producción, en el intervalo comprendido entre cero y su capacidad normal (Marin, 2011).

2.2.6.2. Costo variable

Es aquel coste que su dimensión modifica la capacidad directa a la magnitud de acciones elaboradas (Garcia, 2014).

Los costes que varían de manera directa con los cambios en el nivel de actividad (producción, ventas, horas del personal productivo, horas-máquina, etc.) al que van referidos. Un coste se considera variable cuando los cambios en los niveles de actividad producen variaciones en el coste total (Ayasu & Urquidi, 2011).

2.2.7. Rendimiento mano de obra

El rendimiento de mano de obra como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla compuesta por o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recursos humanos, normalmente es expresado como um/Hh (unidad de medida de la actividad por hora hombre) (Montoya, 2014).

Asi mismo Montoya (2014), menciona que los factores que afectan el rendimiento y consumo de mano de obra son:

- ✓ Aspectos laborales, Montoya (2014), afirma que los aspectos a considerar en esta categoría son los siguientes:
 - Tipo de contrato, el sistema de subcontratación a destajo favorece considerablemente el rendimiento obtenido, si se compara por un sistema de contratación por día laborado.
 - Sindicalismo, influye negativamente en el rendimiento de la mano de obra ya que el sindicalismo mal entendido disminuye la productividad.
 - Incentivos, las asignaciones de tareas laborales favorece la productividad de la mano de obra. Una clara y sana política de

incentivo de aumento el rendimiento en las cuadrillas de trabajos.

- Salarios o pago por labores a destajo, la justa remuneración por la labor realizada, motiva al obrero a aumentar la productividad de la mano de obra.
- Ambiente de trabajo, la relación cordial entre compañeros entre personal obrero y jefes sumados a un ambiente de trabajo con las condiciones que tengan en cuenta el factor humano garantiza un mayor desempeño de la mano de obra.
- Seguridad social, la tranquilidad ofrecida por un sistema de seguridad social que cubre al trabajador y su familia, incentiva el rendimiento mano de obra.
- Seguridad industrial, la implementación y desarrollo de programas de seguridad industrial en los sitios de trabajos, disminuye los riesgos que afectan negativamente el rendimiento de la mano de obra.

✓ Actividad, Montoya (2014), considera dentro de esta categoría los siguientes:

- Grado de dificultad, la productividad se ve afecta al tener actividad con un alto grado de dificultad.
- Riesgos, el peligro al cual se ve sometido el obrero al realizar ciertas actividades, disminuye su rendimiento.
- Discontinuidad, las interferencias e interrupciones en la realización de las actividades, disminuye la productividad de la mano de obra.
- Orden y aseo, el rendimiento se ve favorecido con sitios de trabajos limpios y organizados.
- Tipicidad, los rendimientos se ve afectados positiva mente si existe un alto número de repeticiones de actividades iguales, ya que facilita al obrero desarrollar una curva de aprendizaje.
- Tajo, si se dispone un trabajo limitado a pequeños espacios, el rendimiento del obrero disminuye.

- ✓ Equipamiento, los principales factores dentro de esta categoría son las siguiente (Montoya, 2014).
 - Herramienta, la calidad, estado y adecuación a la operación realizada, afecta al rendimiento.
 - Equipo, el estado y disponibilidad del mismo facilita la ejecución de las diferentes actividades.
 - Manteniendo, momento del mantenimiento de equipos y herramientas afectan la productividad.
 - Suministro. Disponer oportunamente del equipo y herramientas adecuado favorece un alto desempeño del operario.
 - Elementos de protección, debe considerarse como parte del equipamiento todos aquellos de protección personal tendientes a garantizar la seguridad industrial.

- ✓ Trabajador, Montoya (2014), menciona los factores que influyen dentro de esta categoría.
 - Situación personal, la tranquilidad del trabajo y grupo familiar generan un clima propicio para la realización de las actividades.
 - Ritmo de trabajo, se requiere definir políticas sobre descansos que garanticen un normal rendimiento del trabajador en sus actividades.
 - Habilidad, favorecen la ejecución de las actividades y consecuentemente aumentan su productividad.
 - Conocimientos, el nivel de capacitación alcanzado, así como su posibilidad de mejorarlo, favorecen el alto grado la mayor eficiencia de su labor.
 - Desempeño, algunas personas no ponen todo de sí en el desempeño de sus actividades. Esta situación debe ser controlable con un adecuado proceso de selección.
 - Actitud hacia el trabajo, se debe contar con trabajadores con actitud positiva hacia la labor a realizar para que dicha situación se reflejen un adecuado desempeño.

2.2.8. Proceso de producción en carpintería

El proceso de carpintería de madera es el conjunto de operaciones en las que intervienen personas con ciertas habilidades y conocimientos, usando herramientas y maquinarias para transformar la madera en un producto o bien final (CITEmadera, 2008).

CITEmadera (2008), define que la carpintería se divide en tres etapas:

2.2.8.1. Habilitado

En este proceso se realiza un conjunto de pasos secuenciales utilizando diferentes máquinas y herramientas para lograr primero cortar tablas en partes más pequeñas y luego darles las dimensiones exactas dentro de ello tenemos (CITEmadera, 2008).

✓ **Trozado**

El trozado es el inicio de la preparación de la materia prima. La máquina utilizada para esta operación es la sierra radial con mesa de corte transversal, que facilita el manipulado de tablas largas y el corte.

✓ **Listoneado**

Es la operación del habilitado, en la que vamos a conseguir las medidas aproximadas de acuerdo al listado de piezas. Se recomienda utilizar la sierra circular.

✓ **Garlopeado**

Se realiza para nivelar la cara y el canto de las tablas, tablonés en escuadra con la garlopa. Se busca que la superficie sea recta en la dirección longitud y transversal y que, diagonalmente no presente torsión (alabamiento), es decir, se endereza.

✓ **Regruesado (cepillado)**

Se obtienen medidas exactas de ancho y espesor. La máquina regruesadora o cepilladora consta de una mesa que se desplaza en sentido vertical hacia un árbol porta cuchillas, en función al espesor o al ancho de las piezas que se quiere cepillar.

2.2.8.2. Maquinado

CITEmadera (2008), afirma que el maquinado consiste en la realización de un conjunto de operaciones con la finalidad de dar forma y características específicas a las piezas para el ensamble o armado de mueble u otro producto de madera. También consiste en la realización de cortes y devastados de las partes y piezas habilitadas hasta conseguir su forma final utilizando diferentes tipos de máquinas según los cortes y formas que se requieren como son:

✓ **Perfilado o moldurado**

Se utilizan para utilizar diferentes tipos de ensambles como, ranuras para los junquillos de puertas y ventanas, molduras, contra molduras, machihembrados, etc, a pequeña escala se realizan con un tupi o fresadora. La máquina tupi también puede usarse para limpiar las piezas después de trabajar en la sierra cintas, utilizando un perfil recto.

✓ **Escoplado**

Consiste en realizar los agujeros de sección circular o rectangular denominado caja, que en complemento con otra pieza conforman la unión denominada caja y espiga. Es frecuente el uso del taladro para realizar los agujeros de sección circular, así como el formón y gubias para el escoplo o caja.

✓ **Espigado**

Se hace generalmente utilizando la sierra circular. El uso de espigadoras mecánicas o espigadoras neumáticas permiten mayor precisión y exactitud en el trabajo.

2.2.8.3. Ensamblado

Ultimas partes de la fabricación de un mueble o producto de madera, (CITEmadera, 2008), el cual consiste en unir las piezas habilitadas y maquinadas, encajando las partes salientes de uno en las entrantes de otra. También el ensamble puede ser través de la unión de dos piezas.

✓ **Pre Armado**

Consiste en la operación de asegurar la decidada concordancia y ensamble de las piezas, de tal manera de corregir u observar los posibles defectos, antes de iniciar la operación del armado propiamente dicho.

✓ **Lijado**

El lijado es la operación que va definir el aspecto estético del mueble o producto de madera, permite presentar una superficie plana y uniforme. Condiciona la apariencia y calidad final del acabado y del mueble u otro producto.

✓ **Ensamble**

Es el elemento o armado del mueble, se realizan diferentes operaciones de acuerdo a la estructura y tipos de juntas o ensambles.

2.2.9. Representación del flujo de Producción

Salvador (2017), define que las formas más corrientes de representar el flujo del proceso son las siguientes:

- ✓ **Los gráficos de producción**
No es más que una visión ampliada del producto en términos de sus diversos componentes.

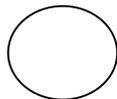
- ✓ **Los esquemas de producción**
Se vale de la información existente y define la forma en que las diversas piezas deben acoplarse, el orden en que ello debe tener lugar y con frecuencia la manera en que ha de efectuarse el suministro de materiales.

- ✓ **Las hojas de ruta**
Se utilizan, tal como su nombre lo indica, para especificar las diversas fases de fabricación a que ha de someterse una pieza dada e incluyen información tal como las clases de máquinas y herramientas a emplear, así como las operaciones necesarias.

- ✓ **Diagramas de flujo**
Salvador (2017), define las siguientes simbologías:

Operación

Fases del proceso método o procedimiento.



Transporte

Indica el movimiento de personas, material o equipo.



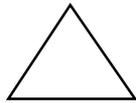
Demora

Indica retraso en el desarrollo del proceso, método o procedimiento.



Almacenamiento

Deposito o resguardo de información o productos.



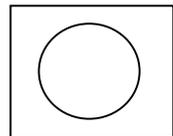
Inspección

Representa el hecho de verificar la naturaleza, calidad y cantidad de los insumos y producto.



Operación e inspección.

Indica la verificación o supervisión durante las fases del proceso, método o procedimiento de sus componentes.



2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ **Biselado:** Permite crear esquinas chanfleadas o redondeadas. El biselado es un efecto que suaviza los bordes y las esquinas. Una de ellas es colocando la hoja de una sierra de mesa en un ángulo y estableciendo una guía de corte para la pieza de madera (Miller, 2017).

- ✓ **Cantado:** Consiste en producir tablas con los lados paralelos y eliminarlos la orilla redondeada de la corteza en la tabla, se hace para darle una estética más bonita cuando la madera es maciza (Mirian, 2018).
- ✓ **Cepillado:** (Velasquez, 2014) se realiza para reducir las piezas o tablas a un grosor homogéneo, y las superficies queden lo más tersas posibles, de forma que el lijado que requieran posteriormente, sea mínimo.
- ✓ **Costos fijos:** Son aquellos que permanecen inalterables, aunque aumenten o disminuyen el nivel de los servicios prestados o de la producción (CMAP, 2018).
- ✓ **Despuntado:** Proceso que permite cortar los extremos de la tabla de tal manera que este a escuadrada perpendicular y uniformes en longitud (Segura, 2016).
- ✓ **Diagrama de flujo:** Son símbolos establecidos por la ASME (American Societe of Mechanical Engineers) para indicar la transformación experimentada por el producto a medida que va pasando por las sucesivas fases de fabricación (Salvador, 2017).
- ✓ **Ladrillo de madera:** Se refiere a un tipo concreto que se obtiene del tronco de distintos árboles y que destaca básicamente por dos características: por su resistencia y su alta calidad (Sánchez, 2014).
- ✓ **Mano de obra:** Es el esfuerzo humano que interviene en el proceso de transformación de la materia prima en producto terminado, (Gutiérrez, 2008).

- ✓ **Materia prima:** Es el elemento que se encuentra conformado por todos los materiales adquiridos para ser empleados en la elaboración de un producto (Boulangier, 2008).

- ✓ **Ranurado:** Es un canal hecho a lo largo de una pieza normalmente para ensamblarla con otras piezas, esta técnica posee un uso extensivo en carpinterías para uniones de contrachapados para ajustar paneles prefabricados para revestir paredes, suelos y techos, (WIKIPEDIA, 2018).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue tipo Descriptivo - Analítico debido a que se observó y recogió información necesaria del proceso de producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), para cumplir con los objetivos propuestos en la presente investigación.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población y muestra estuvo conformado por 2806 ladrillos de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), para determinar la estructura de costo y el rendimiento de mano de obra.

3.3. PROCEDIMIENTO DE LA COLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. Determinación del costo fijo y variable en la producción de ladrillos de madera maciza *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)

Los ladrillos de madera maciza se fabricaron en el Taller de Carpintería de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad Nacional de Ucayali; ubicado en la Av. Centenario Km 6.200 en el distrito de Manantay, provincia Coronel Portillo, Departamento de Ucayali.

Para la determinación del costo fijo y variable del proceso de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi, se utilizó la técnica de costeo del CITEmadera (2009), descritos en los siguientes puntos:

- ✓ Se identificaron los elementos del costo de producción, que correspondieron a la materia prima, materiales-insumos, mano de obra al destajo, depreciación, mantenimiento y consumo de energía eléctrica, por cada proceso del proceso de producción de ladrillos de madera (Anexo 2).
- ✓ Posteriormente se clasificaron los elementos descritos anteriormente en costos fijos y variables, tomando en cuenta que los costos variables son todos los elementos que varían según el volumen de producción, mientras que los costos fijos, son aquellos que no varían o son independientes al volumen o cantidad de producción (Anexo 3).
- ✓ Concluida la clasificación de los costos fijos y variables, se continuó con el cálculo de cada uno de ellos hasta lograr estimar el costo total de producción.

3.3.2. Determinación del costo por proceso producción de ladrillos de madera maciza *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)

Para el costo por proceso de producción de ladrillos de madera, se sumaron los costos de materiales-insumos, mano de obra al destajo, depreciación, mantenimiento y consumo de energía eléctrica que fueron divididas entre la cantidad de madera de *Calophyllum brasiliense* Cambess (lagarto caspi) trabajada en cada proceso (Anexo 4). Para ello se aplicó la siguiente fórmula.

$$C_{proceso} = \frac{C_{mat-ins} + C_{man.obra} + C_{deprec} + C_{mant.} + C_{electr}}{M_{proc.}}$$

- $C_{proceso}$: Costo de proceso
- $C_{mat-ins}$: Costo de materiales e insumos
- $C_{man. obra}$: Costo de mano de obra al destajo
- C_{deprec} : Costo de depreciación
- C_{mant} : Costo de mantenimiento

C_{electr} : Costo de energía eléctrica
 M_{proc} : Cantidad de madera procesada (pt)

3.3.2.1. Calculo del costo unitario de ladrillo de madera maciza

El costo unitario por ladrillo se determinó a través de la siguiente fórmula:

$$CUP = \frac{C_{fijo} + C_{variable}}{UP}$$

CUP : Costo unitario de producción
 C_{fijo} : Costo fijo
 $C_{variable}$: Costo variable
 UP : Unidades producidas

3.3.3. Evaluación del rendimiento de la mano de obra en el proceso de producción de ladrillos de madera maciza *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)

La evaluación del rendimiento de mano de obra se realizó, registrando la cantidad de trabajadores y los días necesarios que se utilizaron para terminar los procesos de producción de ladrillos de madera maciza. En base a los datos registrados en el Anexo 5, se determinó el rendimiento diario y por hora de un personal en cada proceso de producción de ladrillos de madera maciza.

3.3.4. Construcción del diagrama de flujo de producción de ladrillos de madera maciza *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi)

Para la construcción del flujo de producción de ladrillos de madera maciza se utilizó la metodología propuesta por la ASME American Societe

of Mechanical Engineers (ASME), que consiste en representar el proceso de producción a través de simbologías establecidas (Salvador, 2017).

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS PARA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Técnicas

Observación directa

Esta técnica nos permitió observar en forma directa las actividades realizadas en las diferentes fases de los procesos, con el objetivo de conocer la estructura de costos y rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi).

3.4.2. Instrumentos para la recolección de datos

Hojas de registro

Este instrumento, a través de formato nos permito registrar las actividades de cada uno de los procesos, por el cual se registraron los gastos, (materiales, insumos, mano de obra) y tiempos en cada proceso de la fabricación de ladrillos de madera maciza *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi).

3.5. PROCESAMIENTOS PARA RECOLECCION DE DATOS

Los datos por cada proceso se agruparon en una tabla de Excel de acuerdo a las fases y posteriormente se construyó las tablas y figuras.

3.6. TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos se presentan a través de tablas y figuras, fueron analizados a través de la estadística descriptiva.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DETERMINACIÓN DEL COSTO FIJO Y VARIABLE EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA *Calophyllum brasiliense* Cambess

Tabla 2. Costo fijo y costo variable del proceso de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Elementos de producción | Costo fijo | | Costo variable | |
|---|------------|-----|-----------------|------------|
| | S/ | % | S/ | % |
| Materia prima | | | 13,750.0 | 66,9 |
| Materiales | | | 1,143.0 | 5,6 |
| Mano de obra al destajo | | | 5,064.0 | 24,6 |
| Depreciación de máquinas, equipos y herramientas | 169,5 | 0,8 | | |
| Mantenimiento | 174,6 | 0,8 | | |
| Consumo de energía eléctrica | 258,2 | 1,3 | | |
| Sub total | 602,3 | 2,9 | 19,957.0 | 97,1 |
| Total | | | 20,559.3 | 100 |

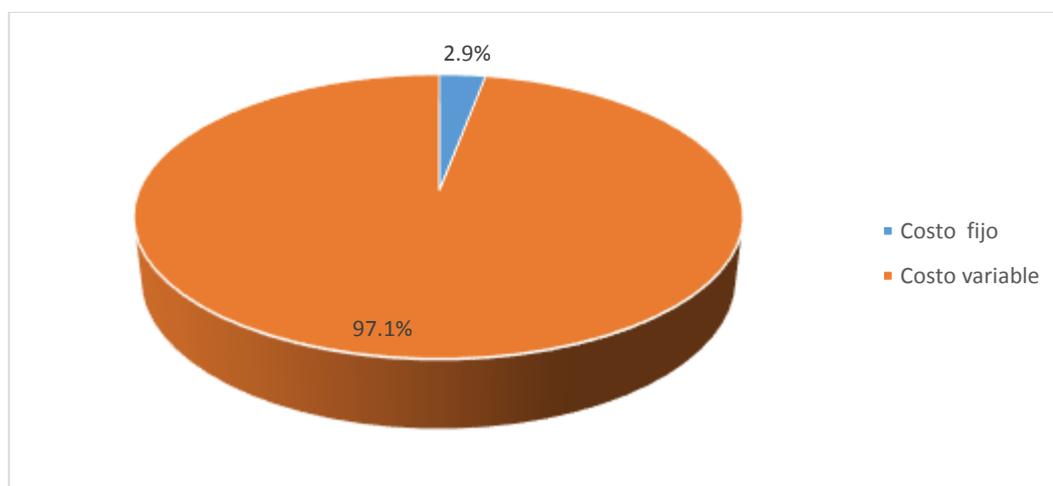


Figura 1. Distribución porcentual de los costos fijos y variables en la producción de ladrillos de madera lagarto caspi.

En la tabla 2 y la figura 1, se presentan los costos fijos y variables en la producción de 2806 ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi) fabricados en el Taller de Carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali (UNU). Los costos variables representan el 97,1% y ascienden a S/ 19.957,00 del costo total

de producción. Mientras que los costos fijos representan el 2,9%, y generaron un gasto de S/. 602,30.

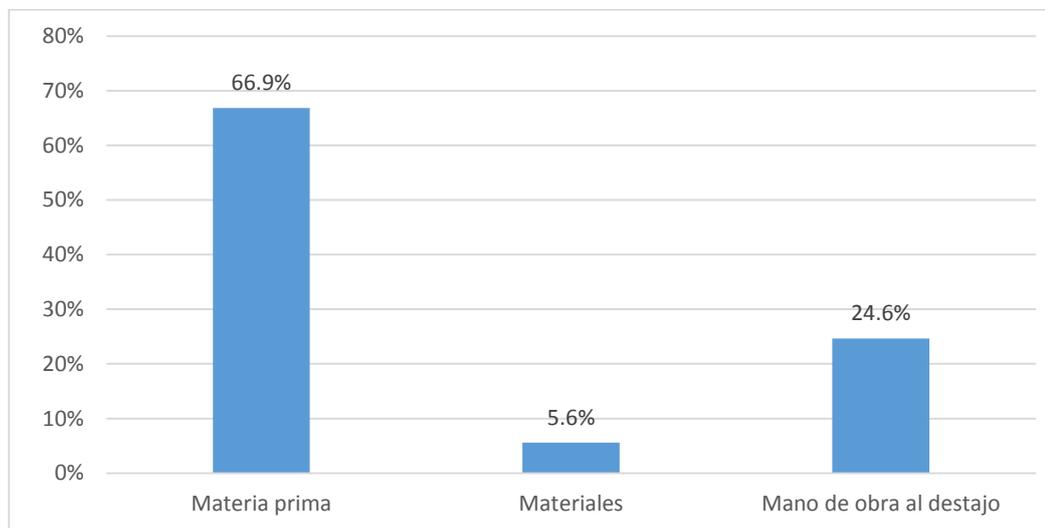


Figura 2. Distribución porcentual de los elementos del costo variable.

La tabla 2 y la figura 2, muestran la conformación de los costos variables, de los cuales la materia prima representó el 66,9% (S/.13.750,00), en menor proporción la mano de obra al destajo que constituyó el 24,6% (S/.5.064,00), mientras que el costo de los materiales e insumos representaron un 5,6% (S/. 1.143,00), haciendo un total del 97,1% del costo total de producción. Este último valor es ligeramente superior a lo encontrado por Carrió (2006), quien para la producción de parquet, determino un costo variable del 94,85%, asimismo el costo de los ladrillos está por encima del valor determinado por Vela (2014), que para la transformación de trozas a madera procesada para tablillas y decking, encontró un costo variable de 72,75% del costo total. Concluyendo que los costos variables representan la mayor inversión en la producción de diversos productos de madera.

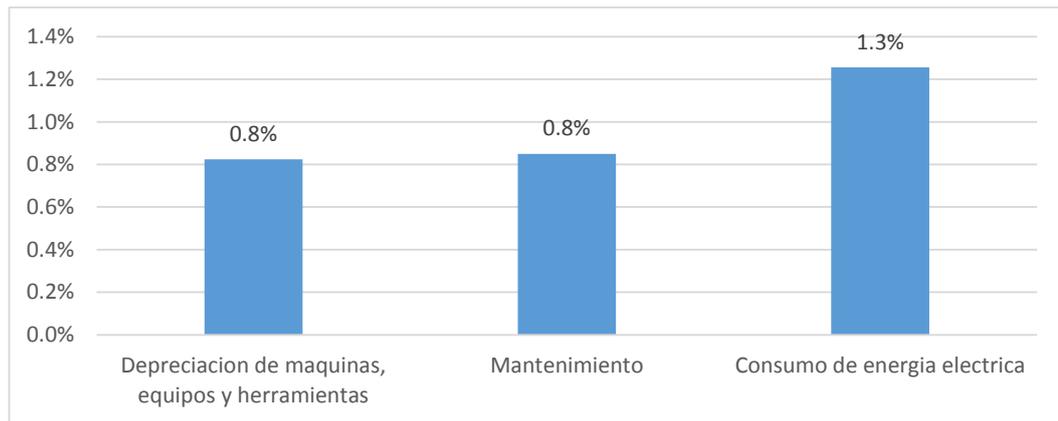


Figura 3. Distribución porcentual de los elementos del costo fijo.

La tabla 2 y figura 3, se aprecia que los costos fijos, estuvieron conformados por los costos de depreciación de máquinas, equipos y herramientas, representando el 0,8% (S/. 169,50) del total de costo, de igual forma el costo de mantenimiento lo constituyó el 0,8% (S/. 174,60) y finalmente el costo de consumo de energía eléctrica representó el 1,3% (S/.258,20), haciendo un total del 2,9% del total de costo de producción. Los costos fijos al ser una variable constante, tienen bajos % de representación, así lo demostró Carrió (2006), quien para la producción de parquet encontró un valor de 1,14%, mientras que Armas (2016) para la producción de frisas a partir de bloques de madera de *Hymenaea palustris*, determinó un costo fijo del 13,29%.

4.2. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS POR PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA *Calophyllum brasiliense* Cambess

Tabla 3. Costo unitario de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Monto (S/) | Vol. Proces (pt) | Costo unitario (S/.) | | |
|-------------------|---------------|------------------|----------------------|---------------|---------------|
| | | | S/. /Pt | S/. /Ladrillo | % |
| Trozado | 503,0 | 5500 | 0,09 | 0,23 | 9.30 |
| Bloqueado | 1153,3 | 6181 | 0,18 | 0,40 | 16.20 |
| Cabeceado | 823,4 | 4977 | 0,17 | 0,29 | 11.96 |
| Cepillado | 1670,9 | 3998 | 0,42 | 0,60 | 24.26 |
| Ranurado | 994,2 | 3825 | 0,26 | 0,35 | 14.44 |
| Biselado | 883,0 | 3735 | 0,24 | 0,31 | 12.82 |
| Escopleado | 760,1 | 3730 | 0,20 | 0,27 | 11.03 |
| Total | 6750,1 | | 1,56 | 2,45 | 100.00 |

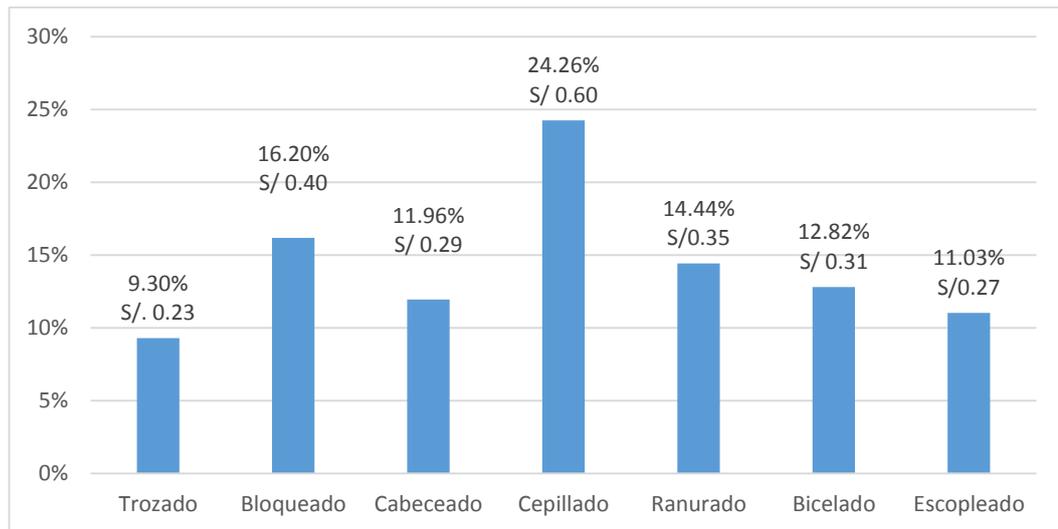


Figura 4. Distribución porcentual del costo unitario de producción de ladrillos.

La tabla 3, presenta los costos unitarios de cada uno de los procesos en la fabricación de ladrillos de madera. Para ello se realizó el cálculo considerando, los costos de mano de obra, la depreciación, mantenimiento y consumo de energía eléctrica, excluyendo el costo de la materia prima.

Así mismo en la tabla 3, se muestra el costo unitario del proceso de los ladrillos de madera maciza cuyo valor alcanza S/ 2,45/ladrillo. De tal manera, se observa que el costo por proceso está distribuido porcentualmente como sigue; El trozado de madera larga comercial, representó el 9.30% del costo total, que monetariamente asciende a S/. 0,23/ladrillo, este valor en comparación con el costo de servicio de corte (S/0.15/corte) del CITEforestal Pucallpa (2017), representa un 35% más, este incremento del costo se argumenta, debido a que en este proceso se utilizó una motosierra, equipo por su corto tiempo de vida útil (alto grado de depreciación) y el consumo directo combustible (gasolina y aceite), incrementa los costos en este tipo de operaciones.

Se aprecia la tabla 3 y la figura 4, que el costo del proceso de bloqueado representa el 16,20% del costo total, lo que significó S/.0,40/ladrillo. Este valor está por encima de S/ 0,28/ladrillo, que ofrece el CITEforestal (2017), esta diferencia de costo se debe a la potencia de la máquina utilizada (7.5 hp) en la investigación, mientras que el CITEforestal (2017) para este mismo diseño de máquina posee un motor de 10 hp, lo

que influye en la velocidad de alimentación de la madera, además de que el taller de carpintería de la UNU no cuenta con sistemas de extracción de residuos y personal dedicado al afilado de discos lo que hace necesario realizar paradas, que afectan la producción diaria y el rendimiento de la mano de obra.

El costo del proceso de cabeceado de los ladrillos de madera simbolizó el 11,96% del costo total, y que monetariamente representó S/.0,29/ladrillo, lo que es equivalente a 2 cortes transversales (despunte) y que comparando con el costo indicado en el tarifario del CITEforestal (2017) que es de S/.0,15/por corte, se puede decir que son equivalentes considerando 2 cortes.

Por otro lado, el costo del proceso de cepillado representó el 26.26% del costo total, lo que monetariamente corresponde a S/. 0,60/ladrillo, este último valor supera ampliamente a lo ofrecido por el CITEforestal (2017), donde para el cepillado de las cuatro caras de un ladrillo de madera, genera un costo de S/.0,27/ladrillo, representando un 55% menor frente a lo encontrado en el estudio. Este resultado se fundamenta en la capacidad de procesamiento que tiene la máquina cepilladora que posee el Taller de Carpintería de la UNU, donde para cepillar los ladrillos de madera, éstos deben ingresar uno a uno para un recorrido continuo a través de la máquina, debido a la ineficiencia del sistema de avance (rodillos), lo que determina un bajo procesamiento diario que aumenta los costos de horas-máquinas y mano de obra directa.

En cuanto al proceso de ranurado la tabla 3 y la figura 4, muestran una participación del 14,44% del costo total, lo que corresponde a un valor económico de S/. 0,35/ladrillo. Este valor está por debajo a lo que ofrece el CITEforestal (2017), que calculado en función del ranurado en un ladrillo de madera (2 ranuras de 40 cm), genera un costo de S/. 0,66/ladrillo, representando un 89%. El bajo costo (S/. 0,35/ladrillo) en este proceso se debe principalmente a que se adaptó la máquina “sierra circular” (7.5 hp) con 5 discos de corte, haciendo uno a la vez, lo que permitió realizar el ranurado en un solo corte, generando una mayor producción diaria y un

mayor rendimiento de mano de obra, reduciendo los costos en este proceso.

Referente al proceso de biselado, en tabla 3 y figura 4 muestran que el costo en esta etapa representó el 12,82% (S/ 0,31/ladrillo) del costo total. Este último costo, es menor en 43% a lo ofrecido por el CITEforestal (2017) en su tarifario de servicios (S/.0,71/unidad). Finalmente, el costo de escopleado simbolizó un 11,03% (S/.0,27/ladrillo) del costo total, similar a lo ofrecido por el CITEforestal (2017).

4.2.1. Costo unitario de ladrillos de madera maciza

El costo unitario de producción de ladrillos de madera maciza, se determinó de la sumatoria de los costos fijos y costos variables entre la cantidad de ladrillos producidos en el Taller de Carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali.

Tabla 4. Costo unitario de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess lagarto caspi.

| Costo fijo (S/.) | Costo variable (S/.) | Unidades producidas | Costo unitario (S/.) |
|------------------|----------------------|---------------------|----------------------|
| 602.3 | 19.957,0 | 2806 | 7.3 |

La tabla 4, muestra el costo unitario de producción de ladrillo de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), constituye un valor monetario de S/.7,30. Este valor difiere enormemente por lo encontrado por Vidal (2007), quien establece que para tablillas tipo deck de shihuahuaco tiene un costo de S/ 0.985/tablilla.

Por otro lado, Torres (2015), ofrece ladrillos de madera maciza de la especie *Pinus radiata* de 40 cm de largo por 7 de alto y 12 de ancho y un rendimiento por metro cuadro de 36 ladrillos, a S/.1.60 por ladrillo. Estos valores están muy por debajo de lo encontrado en el estudio, debido a la especie, tecnología aplicada y abundancia de la madera a través de plantaciones forestales.

4.3. EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DE LA MANO DE OBRA EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA *Calophyllum brasiliense* Cambess

Tabla 5. Rendimiento de la mano de obra por proceso de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Madera proc. (pt) | N.º de mano de obra | Tiempo ocupado (Días) | Rend. x jornada trabajo (Nº lad/día) | Rend. x jornada mano de obra (Nº lad/día) | Rend. x jornada mano de obra (N.º lad/hora) |
|------------|-------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|---|---|
| Trozado | 500 | 3 | 2 | 1102 | 367 | 46 |
| Bloqueado | 181 | 2 | 6 | 468 | 234 | 29 |
| Cabeceado | 977 | 4 | 4 | 702 | 175 | 22 |
| Cepillado | 998 | 5 | 9 | 312 | 62 | 8 |
| Ranurado | 825 | 5 | 6 | 468 | 94 | 12 |
| Biselado | 735 | 4 | 5 | 561 | 140 | 18 |
| Escopleado | 3730 | 4 | 6 | 468 | 117 | 15 |

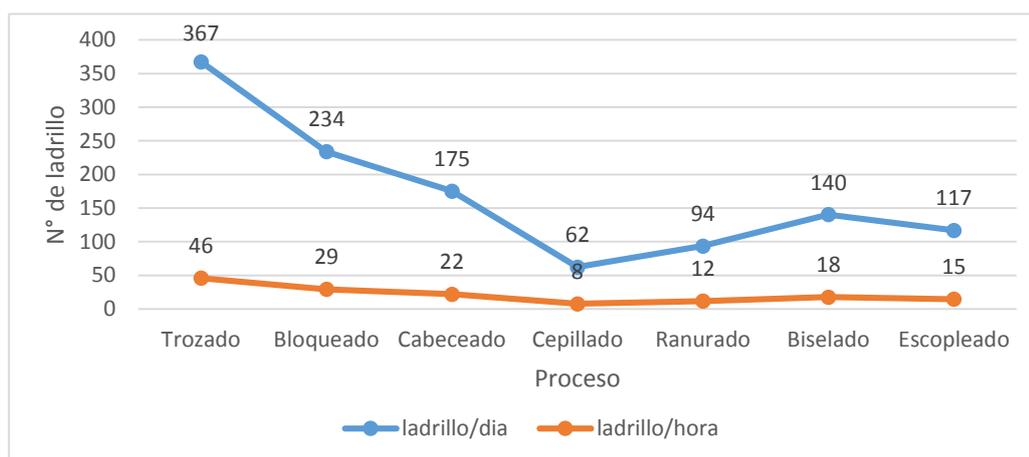


Figura 5. Rendimiento de mano de obra en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

En la tabla 5, se presenta el rendimiento de la mano de obra por cada proceso de producción de ladrillos de madera de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess expresadas en N° de ladrillos/día y N° ladrillos/hora por jornada de mano de obra.

Por otra parte, la tabla 5, muestra que en el proceso de trozado un personal tiene una producción por jornada de trabajo equivalente a 367 ladrillos/día (46 ladrillos/hora). En la figura 5 se observa que en este proceso se tiene una mayor productividad, esto básicamente porque se

utilizó una motosierra que permite tener una mayor versatilidad para realizar el corte en cualquier espacio y de diferente forma.

En el proceso de bloqueado un obrero tiene la capacidad de procesamiento equivalente a 234 ladrillos/día (29 ladrillos/hora). Como se puede observar en la figura 5, en este proceso existe un descenso en el rendimiento, debido a que el proceso implica realizar cortes longitudinales a la madera, además de realizar paradas durante el trabajo para realizar tareas de limpieza y afilado de los elementos cortantes debido al rápido desgaste que sufren las cuchillas, ya que *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi) es una especie difícil de aserrar, así lo indica la CPM (2008).

En el proceso de cabeceado un obrero realiza el habilitado de 175 ladrillos/día (22 ladrillos/hora), tal como lo indica la figura 5, además se aprecia que existe una tendencia de descenso en el rendimiento. En este proceso se realiza el cabeceado de la longitud del ladrillo de madera y su bajo rendimiento se debe principalmente a que se adaptó la máquina sierra circular para realizar esta actividad, ya que el Taller de carpintería de la Universidad Nacional de Ucayali, no cuenta con una máquina despuntadora o en su defecto una ingleteadora industrial.

La figura 5, muestra que en el proceso de cepillado se obtuvo el menor rendimiento para la producción de ladrillos de madera. Un obrero en esta tarea, procesa 62 ladrillos/día (8 ladrillos/hora). En principio el bajo nivel de productividad se debe a que realizan el cepillado de las 4 caras del ladrillo, este último sumado al ineficiente sistema de avance de la máquina y las constantes paradas por limpieza y afilado de cuchillas determina el bajo nivel de rendimiento del personal.

En cuanto al proceso de ranurado un obrero tiene la capacidad de procesamiento de 94 ladrillos/día (12 ladrillos/hora), mientras que el proceso de biselado el rendimiento por mano de obra se incrementa en 140 ladrillos/día (18 ladrillos/hora). Finalmente, la tabla 5 y la figura 5, muestran que el rendimiento por mano de obra en el proceso de escopleado equivale a 117 ladrillos/día (15 ladrillos/hora).

4.4. DIAGRAMA DE FLUJO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA MACIZA *Calophyllum brasiliense* Cambess

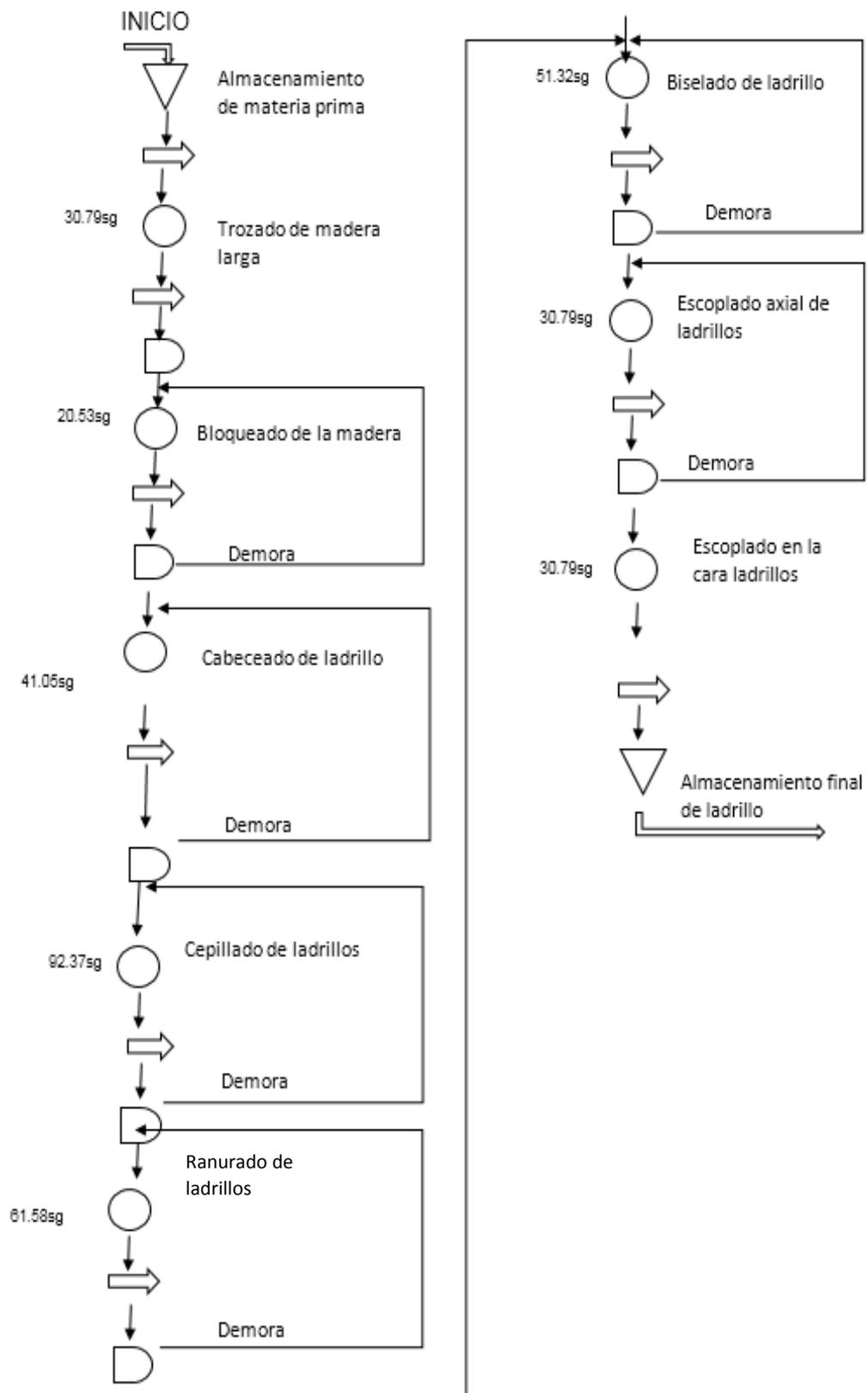


Figura 6. Flujo de producción de ladrillos de madera maciza.

La figura 6, describe el flujo de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi. El proceso empieza con el almacenamiento de la materia prima, correspondiente a piezas de madera aserrada de clasificación comercial (5500 pt) y de recuperación (corta – 1500 pt), con el objetivo de tener una mejor manipulación de las piezas de madera, se realiza el trozado de la madera comercial (>6') en longitudes menores a 4 m.

En el proceso de bloqueado, se realiza el reaserrío de la madera aserrada, con el propósito de conseguir listones con medidas nominales al ancho y espesor final del ladrillo de madera. Este margen de medida se elimina en el proceso de cepillado. El siguiente proceso, corresponde al cabeceado, donde se define la longitud final (40 cm) de los ladrillos de madera.

En el proceso de cepillado se definen las medidas exactas en función del ancho y espesor. En esta actividad se realiza el cepillado de las 4 caras del ladrillo, y representa una de las fases con mayor tiempo de operatividad.

Luego se efectuó ranurado en ambas caras del ancho del ladrillo en toda su longitud, estas ranuras sirven para el encastramiento vertical para la construcción de ladrillos de madera.

El proceso de biselado consiste en eliminar las 8 de sus 12 aristas de los ladrillos de madera, con el propósito de generar una mejor presentación estética al producto.

Finalmente se realizaron escoplos axiales (cabezas de los ladrillos), que sirven para el encastramiento horizontal a travez de tarugos de 12mm de diametro. Para luego realizar orificios en las caras anchas del ladrillo, en el cual se insertaran clavos para una mayor sujecion vertical.

Por otra parte en el diagrama de flujo de producción, se puede observar que por cada proceso existe una demora, representado generalmente por el almacenamiento temporal del producto, convirtiéndose en un cuello de botella que afecta la producción diaria, esto se explica debido a que no se precisa de una línea automatizada para producción de ladrillos, por el contrario la maquinaria utilizada para la fabricación de los

ladrillos, datan de muchos años de antigüedad, lo que evidencia un desfase de la tendencia tecnológica.

El listoneado es el proceso, donde si existe una mayor productividad es donde se habilitan, lo equivalente a 1 ladrillo en 20,53 seg, en el extremo.

El cepillado es el proceso donde se tiene menor productividad, logrando cepillar 1 ladrillo en 92,37 seg debido a que cepilla los cuatro lados logrando una mayor demora con respecto a los demás procesos.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La producción de ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi), representó el 2,9% del costo fijo, mientras que el costo variable ascendió al 97,1% del costo total.
2. El costo unitario del proceso de producción de ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi) es de S/. 2,45/ladrillo.
3. El rendimiento de mano de obra por proceso de producción de ladrillos de madera maciza de *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi) representó una mayor producción en el proceso de trozado de 367 ladrillos/día (46 ladrillos/hora), mientras en el cepillado se obtuvo un menor rendimiento de 62 ladrillos/día (8 ladrillos/hora).
4. En el diagrama de flujo de producción, la actividad que utilizó el menor tiempo es el cabeceado lo equivalente a 20 seg/ladrillo, mientras que el proceso de cepillado se obtuvo el mayor tiempo de 92,37 seg/ladrillo.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Automatizar la producción de los ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Cambess (Lagarto caspi) para disminuir el costo de producción.
2. Innovar nuevos diseños de ladrillos de madera, que permitan utilizar un menor volumen con la finalidad de reducir costos de materia prima.
3. Realizar estudios de rendimiento y costo en la producción de ladrillos de madera maciza con otras especies forestales maderables de baja densidad o en su efecto utilizar madera de desperdicio (despunteros, tacos, canteados, tapas).

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Armas, J. E. (2016). *Rendimiento y costos en la producción de Frisas AD de Hymenaea palustris y Dypterix micrantha en una tablilladora portatil de la comunidad nativa Santa Mercedes, Río Putumayo - Perú*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Ayasu, A. B. & Urquidi, A. (2011). *Casos prácticos resueltos de contabilidad de costos*. Barcelona: profit.
- Carrío, C. (2006). *Análisis económica de la producción parquet en parquetera huallaga S.R.L Pucallpa*. Pucallpa.
- Castillo. (2015). *Manual costos de producción. un enfoque moderno en la gestión de empresas*.
- CITEforestal Pucallpa. (2017). *Tarifario de servicios del CITEforestal Pucallpa*. Lima: Instituto Tecnológico de la Producción.
- CITEmadera. (2008). *Mejora de procesos de carpintería en madera*. Lima: CITEmadera.
- CITEmadera. (2009). *Costos en la Producción de Muebles y Carpintería en madera*. Lima: Laura Servicios Graficos y Editoriales SRL.
- CMAP. (18 de febrero de 2018). *cmap.upb*. Obtenido de [cmap.upb](http://cmap.upb.edu.co/rid=1236386222735_2108514068_2146/Tema1.CostosFijosyVariablesTeor%C3%ADayProblemas.pdf): http://cmap.upb.edu.co/rid=1236386222735_2108514068_2146/Tema1.CostosFijosyVariablesTeor%C3%ADayProblemas.pdf
- Confederación Peruana de la Madera. (2008). *Compendio de Información Técnica de 32 Especies Forestales Tomo I*. Lima: Reimpresión realizada con el apoyo del Centro de Innovación Tecnológica de la Madera-CITEmadera/Ministerio de la Producción.
- CPM, C. P. (2008). *Compendio de Información Técnica de 36 especies forestales*. Lima: CITE madera.
- Foster, Homgren & Datar. (2007). *Contabilidad de costo; Un enfoque gerencial*. Mexico: Pearson Educación.

- García, R. J. L. (2001). *Coeficientes de aserrío para cuatro aserraderos banda en el Sur de Jalisco. Foresta-AN. Nota técnica No. 5.* Jalisco. Obtenido de <http://www.uaaan.mx/public/forestan/nota5.htm>
- García, J. (2014). *Contabilidad de costos (4ta edición).* Mexico: McGraw-Hill/Interamericana Editores.
- Hernández, J. J. (2016). "*Sistema de costos de producción y su influencia en la determinación del costo y precio de las comidas de la Empresa El Paisa E.I.R.L., Distrito de Cusco, período agosto-octubre del 2016*". Trujillo: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Laguna, M. C. (2011). *Ladrillo ecológico como material sostenible para la construcción.* Ekaina: Universidad Publica de Navarra.
- Mancilllar, C. (2012). Estudio de costo y rendimiento de aprovechamiento de los bosques de producción boli. *costos fijos.*
- Marín, R. U. (2011). *Costo para la toma de decisiones.* Bogota: Mc Graw Hill.
- Miller, D. (21 de Febrero de 2017). *EHOW.* Obtenido de EHOW: https://www.ehowenespanol.com/corte-biselado-madera-como_82619/
- Mirían. (28 de setiembre de 2018). *OKI DIARIO.* Obtenido de OKI DIARIO: <https://okdiario.com/howto/2018/09/28/como-cantear-madera-forma-correcta-3170369>
- Montoya, A. M. (2014). "*Redimiento de la mano de obra en la construcción de viviendas en el distrito de Cajamarca en la partida construcción de muros y tabiques de albañería*". Cajamarca: Universidad Privada del Norte.
- Otero, M. (28 de Setiembre de 2018). *Ok DIARIO.* Obtenido de Ok DIARIO: <https://okdiario.com/howto/2018/09/28/como-cantear-madera-forma-correcta-3170369>
- Otero, M. (28 de Setiembre de 2018). *OK Diario.* Obtenido de OK Diario: <https://okdiario.com/howto/2018/09/28/como-cantear-madera-forma-correcta-3170369>

- Pablo. (20 de noviembre de 2014). *Ladrillos de madera última tendencia en construcción*. Obtenido de <http://maderayconstruccion.com.ar/ladrillos-de-madera-ultima-tendencia-en-construccion/>.
- Sacconi, R. (7 de junio de 2017). *Ladrillos de madera: una innovadora solución constructiva que le agrega valor a un subproducto forestal*. Obtenido de <http://www.madera21.cl/?p=8187>.
- Salvador, I. (2017). *Tecnología de la producción UNU*. Pucallpa.
- Segura, J. H. (2016). Propuesta de un plan de control de riesgos críticos laborales en un aserradero de la ciudad de Pucallpa. *Universidad Agraria La Molina*, 4.
- SERFOR. (2015). *Perú Forestal en Números 2015*. Lima: Serfor.
- Torres, I. (martes de 02 de 2015). *Ágil y fuerte como ladrillo de madera*. Obtenido de infonegocios: <https://infonegocios.info/infoarquitectura/agil-y-fuerte-como-ladrillo-de-madera>
- Uchida, J. M. (2011). *Guía de costos de producción, comercialización y producción de miel de abeja*. Lima: Jorge Murakami Uchida.
- Vela, S. C. (2014). *Rendimiento y costos en la producción de madera aserrada de Dipteryx micrantha en el aserradero de Green Gold Forestry Perú S.A.C Maynas - Perú*. Iquitos: Universidad Nacional de la Amazonía Peruana.
- Velasquez, R. F. (2014). El proceso de cepillados de maderas duras. *inifap*, 11.
- Vidal, M. (2007). *Análisis de Productividad y Costos de Pisos de Shihuahuaco (Dipteryx spp.)*. Lima : Universidad Nacional Agraria.
- WIKIPEDIA. (28 de Octubre de 2018). *WIKIPEDIA*. Obtenido de WIKIPEDIA: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ranura>

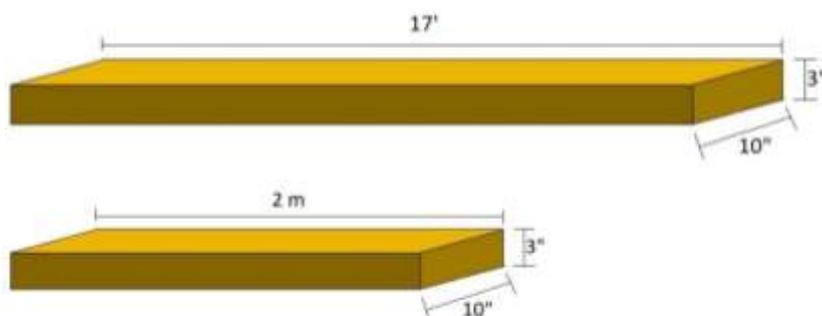
ANEXOS

ANEXO 1

PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA DE *Calophyllum brasiliense*

a) El seccionado de la madera larga

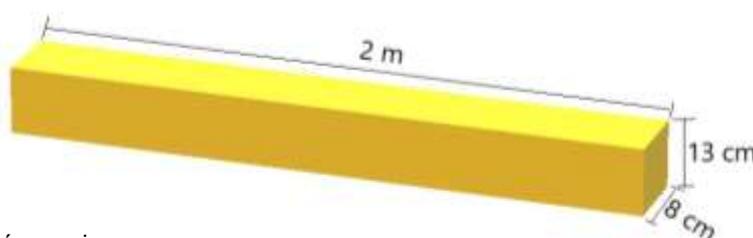
Se adquirieron piezas de madera de diferentes dimensiones (larga comercial). Posteriormente se procedió al corte de la madera con una motosierra, hasta obtener piezas de dimensiones menores (4m de largo) para poder manipular con mayor facilidad.



Fuente: Elaboración propia.

b) Listoneado de la madera

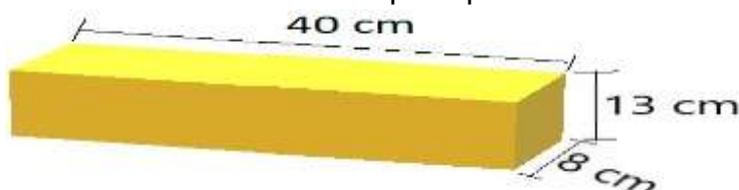
En este proceso se hizo el enderezamiento y dimensionado con una Sierra principal de disco de 20'', para obtener las medidas de ancho (13 cm) y espesor (8 cm) de las piezas de madera conservando aun el largo de la pieza.



Fuente: Elaboración propia.

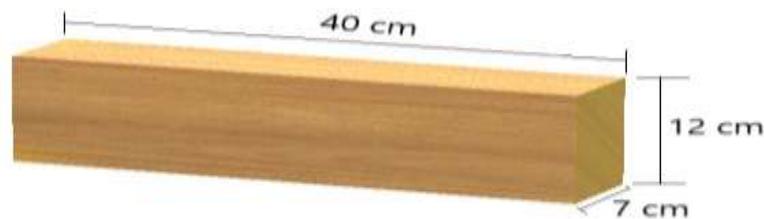
c) Corte exacto

Una vez obtenido las piezas de madera de ancho y espesor establecido anteriormente, se procedió a despuntar los bloques a un largo de 40 cm; quedando con las dimensiones de largo 40 cm, ancho 13 cm y espesor 8 cm; todo ello se hizo utilizando una sierra principal de disco de 16''.



d) Cepillado de ladrillo

En este proceso se hace el cepillado de los bloques con una cepilladora industrial, que tiene cuatro cuchillas de 19.5", ancho 3,5", espesor 4mm con un ángulo de corte 25°, para obtener un fino acabado, rebajando las dimensiones a un ancho de 12 cm y espesor de 7 cm (por ambas caras de ancho y espesor), sin alterar el largo.



Fuente: Elaboración propia.

e) Ranurado de ladrillo

En este proceso se hizo el ranurado con 5 sierras de disco de 10" de diámetro con 40 dientes de 3.5 mm, acopladas en una mesa de sierra. El ranurado se hizo en ambas caras de los bloques (cara de la parte ancha); la ranura se efectuó a 2,5 cm del borde de la cara del espesor y tiene de dimensión, un ancho de 1.4 cm y una profundidad de 1.2 cm todo el largo del bloque.



Fuente: Elaboración propia.

f) Biselado de ladrillo

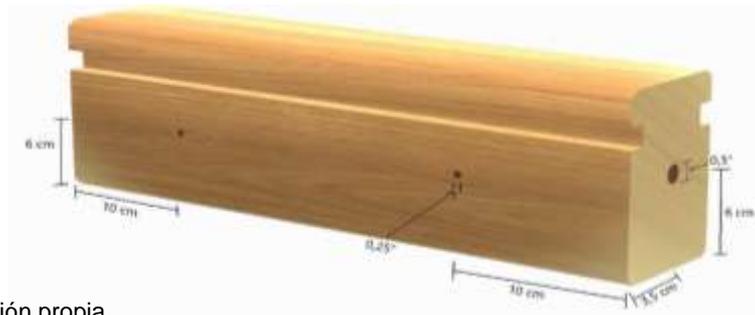
El biselado se hizo en las aristas de las caras del espesor con una profundidad de 1 cm. Este proceso se hizo con una cuchilla "hechizo" acoplada a la máquina tupi.



g) Escopleado

Se hizo dos tipos de perforado:

- Con una broca de $\frac{1}{2}$ se perforó en el centro la cara transversal a una profundidad de 3.5 cm, por ambos lados.
- Con la broca de $\frac{1}{4}$ se hizo dos perforaciones en la cara de la parte ancha, que atravesaban por completo el bloque. Las perforaciones se ubicaban a 6 cm de la cara del espesor y a diez centímetros de la cara transversal.



Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 2

IDENTIFICACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA DE LAGARTO CASPI

Tabla 6A. Costo de la materia prima en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Elemento | Unidad de medida | Cantidad | Precio (S/.) | Costo total (S/.) |
|----------------------------------|------------------|----------|--------------|-------------------|
| Lagarto caspi (comercial) | Pt | 5500 | 2.2 | 12,100.0 |
| Lagarto caspi (corta) | Pt | 1500 | 1.1 | 1,650.0 |
| Total | | | | 13,750.0 |

Tabla 7A. Costo de la materiales e insumos en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Elemento | Unidad | Cantidad | Precio (S/.) | Costo total (S/.) |
|-------------------|------------------------|--------|----------|--------------|-------------------|
| Trozado | Gasolina | gl | 1 | 10.0 | 10.0 |
| | Acetite 2t | gl | 2.5 | 2.0 | 5.0 |
| | Limas | unidad | 2 | 8.0 | 16.0 |
| | Cadena de motosierra | unidad | 1 | 65.0 | 65.0 |
| | Lubricación | gl | 1 | 15.0 | 15.0 |
| Bloqueado | Sierra de disco de 20" | unidad | 2 | 102.0 | 204.0 |
| Cabeceado | Sierra de disco de 16" | unidad | 1 | 80.0 | 80.0 |
| | Fajas | unidad | 2 | 12.0 | 24.0 |
| | Polea | unidad | 1 | 24.0 | 24.0 |
| | Pernos | unidad | 10 | 1.2 | 12.0 |
| | Grasa | kg | 3 | 1.0 | 3.0 |
| Cepillado | Cuchillas | unidad | 4 | 80.0 | 320.0 |
| | Cadena de avance | unidad | 2 | 13.0 | 26.0 |
| | Petróleo | gl | 1 | 8.0 | 8.0 |
| | Faja de avance | unidad | 1 | 13.0 | 13.0 |
| | Lentes industriales | unidad | 3 | 10.0 | 30.0 |
| | Guantes industriales | par | 3 | 8.0 | 24.0 |
| Ranurado | Sierra de disco | unidad | 5 | 35.0 | 175.0 |
| | Petróleo | gl | 1 | 9.0 | 9.0 |
| Biselado | Faja | unidad | 1 | 8.0 | 8.0 |
| | Grasa | kg | 1 | 2.0 | 2.0 |
| Escopleado | Broca1/2 | unidad | 2 | 20.0 | 40.0 |
| | Broca1/4 | unidad | 2 | 7.0 | 14.0 |
| | Fajas | unidad | 2 | 8.0 | 16.0 |
| Total | | | | | 1,143.0 |

Tabla 8A. Costo de la mano de obra al destajo en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Actividad | Descripción de la actividad | Unidad | Cantidad | Precio (S/.) | Costo total (S/.) |
|-------------------|------------------------------|--------|----------|--------------|-------------------|
| Trozado | Trozado de 171 piezas | pt | 5500 | 0.064 | 350.0 |
| Bloqueado | Listoneado de 770 piezas | pt | 6181 | 0.136 | 840.0 |
| Cabeceado | Corte de 2806 ladrillos | pt | 4977 | 0.129 | 644.0 |
| Cepillado | Cepillado de 2806 ladrillos | pt | 3998 | 0.240 | 960.0 |
| Ranurado | Ranurado de 2806 ladrillos | pt | 3825 | 0.196 | 750.0 |
| Biselado | Biselado de 2806 ladrillos | pt | 3735 | 0.225 | 840.0 |
| Escopleado | Escopleado de 2806 ladrillos | pt | 3730 | 0.182 | 680.0 |
| Total | | | | | 5,064.0 |

Tabla 9A. Costo de depreciación de máquinas de carpintería en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Máquinas, equipos y herramientas | Costo de compra (S/.) | Vida útil (años) | Deprec. Diaria (S/.) | Días trabajados | Costo de deprec. (S/.) |
|-------------------|----------------------------------|-----------------------|------------------|----------------------|-----------------|------------------------|
| Trozado | Motosierra | 5,500.0 | 2 | 7.6 | 2 | 15.3 |
| Bloqueado | Sierra circular | 11,340.0 | 10 | 3.2 | 6 | 18.9 |
| Cabeceado | Despuntadora | 11,340.0 | 10 | 3.2 | 4 | 12.6 |
| Cepillado | Cepilladora | 24,300.0 | 10 | 6.8 | 9 | 60.8 |
| Ranurado | Sierra circular | 11,340.0 | 10 | 3.2 | 6 | 18.9 |
| Biselado | Tupi | 5,832.0 | 10 | 1.6 | 5 | 8.1 |
| Escopleado | Escopladora vertical | 1,344.0 | 10 | 0.4 | 6 | 2.2 |
| Otros | Wincha | 15.0 | 0.5 | 0.1 | 38 | 3.2 |
| | Escuadra | 15.0 | 0.5 | 0.1 | 38 | 3.2 |
| | Esmeril | 500.0 | 2 | 0.7 | 38 | 26.4 |
| Total | | | | | | 169.5 |

Tabla 10A. Costo de energía eléctrica en la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Unidad | Cantidad | Precio (S/.) | Costo total (S/.) |
|-------------------|----------|----------|--------------|-------------------|
| Bloqueado | Ladrillo | 2806 | 0.012 | S/. 33.7 |
| Cabeceado | Ladrillo | 2806 | 0.004 | S/. 11.2 |
| Cepillado | Ladrillo | 2806 | 0.060 | S/. 168.4 |
| Ranurado | Ladrillo | 2806 | 0.008 | S/. 22.4 |
| Biselado | Ladrillo | 2806 | 0.006 | S/. 16.8 |
| Escopleado | Ladrillo | 2806 | 0.002 | S/. 5.6 |
| Total | | | | S/. 258.2 |

Tabla 11A. Costo de mantenimiento de máquinas de carpintería para la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Máquinas, Equipos y Herramientas | Días trabajados | Costo mantenimiento | |
|-------------------|----------------------------------|-----------------|---------------------|--------------|
| | | | Diario (S/.) | Total (S/.) |
| Trozado | Motosierra | 2 | 13.4 | 26.7 |
| Bloqueado | Sierra circular | 6 | 3.2 | 18.9 |
| Cabeceado | Despuntadora | 4 | 3.2 | 12.6 |
| Cepillado | Cepilladora | 9 | 6.8 | 60.8 |
| Ranurado | Ranurado | 6 | 3.2 | 18.9 |
| Biselado | Tupi | 5 | 1.6 | 8.1 |
| Escopleado | Escopladora vertical | 6 | 0.4 | 2.2 |
| Otros | Esmeril | 38 | 0.7 | 26.4 |
| Total | | | | 174.6 |

ANEXO 3

CLASIFICACIÓN Y CÁLCULO DEL COSTO FIJO Y VARIABLE EN LA PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA LAGARTO CASPI

Tabla 12A. Clasificación y cálculo de costo fijo de la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Elemento de producción | Costo fijo (S/.) |
|---|-------------------------|
| Depreciación de máquinas, equipos y herramientas | 169.5 |
| Mantenimiento | 174.6 |
| Consumo de energía eléctrica | 258.2 |
| Total | 602.3 |

Tabla 13A. Clasificación y cálculo de costo variable de la producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Elemento de producción | Costo variable (S/.) |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Materia prima | 13,750.0 |
| Materiales | 1,143.0 |
| Mano de obra al destajo | 5,064.0 |
| Total | 19,957.0 |

ANEXO 4

REGISTRO DEL COSTO POR PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA DE LAGARTO CASPI

Tabla 14A. Registro de los costos por proceso de producción de ladrillos de madera de lagarto caspi.

| Proceso | Costo de materiales e insumos (S/.) | Costo de mano de obra (S/.) | Costo de depreciación (S/.) | Costo de mantenimiento (S/.) | Costo de energía eléctrica (S/.) | Costo total (S/.) | Vol. Procesado (pt) | Vol. Ladrillo (pt) | Costo unitario | |
|-------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|------------------------------|----------------------------------|-------------------|---------------------|--------------------|----------------|---------------|
| | | | | | | | | | S/. /pt | S/. /ladrillo |
| Trozado | 111.0 | 350.0 | 15.3 | 26.7 | | 503.0 | 5500 | 2.495 | 0.09 | 0.23 |
| Bloqueado | 204.0 | 840.0 | 18.9 | 18.9 | 33.7 | 1115.5 | 6181 | 2.203 | 0.18 | 0.40 |
| Cabeceado | 143.0 | 644.0 | 12.6 | 12.6 | 11.2 | 823.4 | 4977 | 1.774 | 0.17 | 0.29 |
| Cepillado | 421.0 | 960.0 | 60.8 | 60.8 | 168.4 | 1670.9 | 3998 | 1.425 | 0.42 | 0.60 |
| Ranurado | 184.0 | 750.0 | 18.9 | 18.9 | 22.4 | 994.2 | 3825 | 1.363 | 0.26 | 0.35 |
| Bicelado | 10.0 | 840.0 | 8.1 | 8.1 | 16.8 | 883.0 | 3735 | 1.331 | 0.24 | 0.31 |
| Escopleado | 70.0 | 680.0 | 2.2 | 2.2 | 5.6 | 760.1 | 3730 | 1.329 | 0.20 | 0.27 |
| Total | 1143.0 | 5064.0 | 136.8 | 148.2 | 258.2 | 6750.1 | | | 1.56 | 2.45 |

ANEXO 5

REGISTRO DEL RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA POR CADA PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LADRILLOS DE MADERA DE LAGARTO CASPI

Tabla 15A. Registro del rendimiento de mano de obra por proceso de producción de ladrillos de lagarto caspi.

| Proceso | Madera procesada (pt) | Vol. ladrillo (pt) | Nº Ladrillo | Nº de mano de obra | Tiempo ocupado (Días) | Rend x jornada de trabajo (Nº ladrillo/día) | Rend x jornada de mano de obra (Nº ladrillo/día) | Rend x jornada de mano de obra (Nº ladrillo/hora) |
|-------------------|-----------------------|--------------------|-------------|--------------------|-----------------------|---|--|---|
| Trozado | 5500 | 2.495 | 2205 | 3 | 2 | 1102 | 367 | 46 |
| Bloqueado | 6181 | 2.203 | 2806 | 2 | 6 | 468 | 234 | 29 |
| Cabeceado | 4977 | 1.774 | 2806 | 4 | 4 | 702 | 175 | 22 |
| Cepillado | 3998 | 1.425 | 2806 | 5 | 9 | 312 | 62 | 8 |
| Ranurado | 3825 | 1.363 | 2807 | 5 | 6 | 468 | 94 | 12 |
| Biselado | 3735 | 1.331 | 2807 | 4 | 5 | 561 | 140 | 18 |
| Escopleado | 3730 | 1.329 | 2807 | 4 | 6 | 468 | 117 | 15 |

ANEXO 6
PANEL FOTOGRÁFICO



Figura 7A. Proceso de ranurado.



Figura 8A. Acabado del proceso de ranurado.



Figura 9A. Máquina para el proceso de cepillado.



Figura 10A. Acabado del proceso de cepillado.



Figura 11A. Proceso de bicelado.



Figura 12A. Acabado del proceso de bicelado.