UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL

"COSTOS Y TIEMPOS USADOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UN MODULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA DE *Callophyllum brasiliense Camb*. (LAGARTO CASPI) EN PUCALLPA"

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL

JUAN CARLOS UCHUIPOMA ARANCIBIA

PUCALLPA - PERÚ

2020

UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales

COMISIÓN DE GRADOS Y TITULOS

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS N° 400

En la ciudad de Pucallpa, a las 12:30 pm del día 15 de noviembre del 2019, se reunieron los miembros del jurado evaluador conformado por:

Dr. Fernando Velásquez De La Cruz	Presidente
Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez	Miembro
Eco. José Cárdenas Bernaola	Miembro

Para evaluar la tesis, titulada **"COSTOS Y TIEMPOS USADOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA DE *Callophyllum brasiliense Camb.* (LAGARTO CASPI) EN PUCALLPA"**, presentado por el Bachiller **JUAN CARLOS UCHUIPOMA ARANCIBIA,** y asesorado por el **Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas.** Después de la sustentación, se procedió a la formulación de preguntas por parte de los miembros de jurado evaluador, las cuales fueron absueltas por el sustentante, por lo que la tesis fue aprobada por **MAYORÍA**, con el calificativo de **BUENO**, quedando apto para el expedito del título de **INGENIERO FORESTAL.**

A las 1:30 pm se dio por concluido el acto académico.

.....
Dr. Fernando Velásquez De La Cruz
Presidente

.....
Dr. Jorge Arturo Mori Vásquez
Miembro

.....
Eco. José Cárdenas Bernaola
Miembro

ACTA DE APROBACIÓN

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

Dr. Fernando Velásquez De La Cruz
.....
Presidente

Dr. Jorge Arturo Mori Vázquez
.....
Miembro

Econ. José Cárdenas Bernaola
.....
Miembro

Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas
.....
Asesor

Bach. Juan Carlos Uchuipoma Arancibia
.....
Tesista

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

Constancia

N° 478

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 TIEMPOS USADOS EN LOS PROCESOS CONSTRUCTIVOS DE UN MODULO DE VIVIENDA DE 50 m² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA DE *Callophyllum brasiliense Camb.* (LAGARTO CASPI) EN PUCALLPA

Cuyo autor (es)	:	**UCHUIPOMA ARANCIBIA, JUAN CARLOS**
Facultad	:	CIENCIAS FORESTALES Y AMBIENTALES
Escuela Profesional	:	INGENIERÍA FORESTAL
Asesor	:	Dr. SALVADOR CARDENAS, MANUEL IVAN

Después de realizado el análisis correspondiente en el Sistema Antiplagio URKUND, dicho documento presenta un **porcentaje de similitud de 10 %.**

En tal sentido, de acuerdo a los criterios de porcentaje establecidos en el artículo 9 de la DIRECTIVA DE USO DEL SISTEMA ANTIPLAGIO URKUND, el cual indica que no se debe superar el 10%. Se declara, que el trabajo de investigación: SI Contiene un porcentaje aceptable de similitud, por lo que SI se aprueba su originalidad.

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

Fecha: 09/12/2019



REPOSITORIO DE TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE UCAYALI

AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS

Yo, Juan Carlos Uchuipoma Arancibia
Autor de la TESIS titulada:
"Costos y tiempos usados en los procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50m² con ladrillos de madera maciza de Callophyllum brasiliense Camb. (Lagarto caspi) en Pucallpa"

Sustentada el año: 2019
Con la asesoría de: Dr. Manuel Ivan Salvador Cordenas
En la Facultad de: Ciencias Forestales y Ambientales
Carrera Profesional de: Ingeniería Forestal

Autorizo la publicación de mi trabajo de investigación en el Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Ucayali, bajo los siguiente 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,

- [X] 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: 20 / 01 / 2020

Email: jcarlos.ua14@gmail.com
Firma: 
Teléfono: 987196134
DNI: 44944551

DEDICATORIA

Dedicado a Dios y a mis padres Julia y Eleodoro, por mostrarme el camino hacia la superación.

Con todo cariño a mis hermanas, en especial a Deysi Yudi por el tiempo y apoyo brindado durante el periodo de formación profesional.

Con todo mi amor a mi esposa Claudia Lucero Delgado Pérez e hijo Carlos Mathías, quienes son mi motor, motivo y deseo de progreso intelectual y profesional.

A mis suegros Luz Estela Pérez y Luis Alejandro Delgado, por todo el apoyo brindado.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de Ucayali, por ser parte de mi formación profesional y mi alma mater, en especial a todos los docentes de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal que vienen formando excelentes profesionales.

Al Proyecto de innovación tecnología, “DISEÑO DE UN PROTOTIPO DE LADRILLO DE MADERA MACIZA PARA LA CONTRUCCION DE VIVIENDAS EN PUCALLPA”, por la oportunidad y el apoyo para llevar a cabo el desarrollo y ejecución del estudio realizado en el Campus de la Universidad Nacional de Ucayali, así como también apoyó a mi compañeros en la ejecución de sus trabajos de investigación.

Al Dr. Manuel Iván Salvador Cárdenas, por cumplir con el rol de asesor, por el tiempo empleado en el desarrollo de esta investigación, además por la gran amistad incondicional y todos los conocimientos brindados.

Al Ing. Gino Ochoa Gómez, por el gran apoyo brindado durante la ejecución y análisis de los resultados, al Ing. Luis Orlando Álvarez Acuña por su colaboración y asesoramiento durante el desarrollo de esta investigación.

INDICE DEL CONTENIDO

Pág.

DEDICATORIA..... vi
INDICE DEL CONTENIDO..... viii
ÍNDICE DE TABLAS xi
ÍNDICE DE FIGURAS xii
RESUMEN xiv
ABSTRACT xv
INTRODUCCIÓN 1
CAPÍTULO I 3
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 3
1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.2. OBJETIVOS..... 4
1.2.1. Objetivo general 4
1.2.2. Objetivos específicos 4
CAPÍTULO II 6
MARCO TEÓRICO 6
2.1. ANTECEDENTES..... 6
2.2. PLANEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA..... 8
2.2.1. Costos en construcción 8
2.2.2. Tiempo en obras 12
2.2.3. Construcciones de casas con madera 17
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 23
CAPITULO III 25
METODOLOGÍA 25
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN 25
3.2. UBICACION DEL ESTUDIO 25

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA 25
3.3.1. Población 25
3.3.2. Muestra 25
3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 26
3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS 26
3.5.1. Determinación de costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza. 26
3.5.2. Análisis de costos entre un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera y otro construido con material semi-noble 27
3.5.3. Determinación del tiempo usado en los principales procesos constructivo del módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza. 28
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 28
3.6.1. Técnicas 28
3.7. PROCESAMIENTOS DE DATOS 29
3.8. TRATAMIENTO DE DATOS 29
CAPITULO IV 30
RESULTADOS Y DISCUSIÓN 30
4.1. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS POR PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA. 30
4.2. ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA Y OTRO CONSTRUIDO CON MATERIAL SEMI-NOBLE. 35
4.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO USADO EN LOS PRINCIPALES PROCESOS CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA 40
CAPITULO V 43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 43

5.1. CONCLUSIONES 43
5.2. RECOMENDACIONES 44
REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA 45
ANEXOS 49

ÍNDICE DE TABLAS

En el texto		Pág.
Tabla 1.	Principales procesos y subprocesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera….....	27
Tabla 2.	Costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza...……..	29
Tabla 3.	Costos por proceso de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza y otro con material semi noble……	36
Tabla 4.	Tiempo de los principales procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza…….	39
Tabla 5.	Formato de registro de tiempo en las actividades de los procesos de construcción de un módulo de vivienda con ladrillos de madera……	49
Tabla 6.	Costos de módulo de vivienda de material Semi noble de 50 m^2……..	50
Tabla 7.	Costos de módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera maciza de Callophyllum brasiliense Camb. (lagarto caspi)……....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

En el texto		Pág.
Figura 1.	Integración de costos en construcción……	8
Figura 2.	Proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza……..	26
Figura 3.	Distribución porcentual de costos en la construcción de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza……...	31
Figura 4.	Costos de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza y otro con material semi-noble…….	35
Figura 5.	Costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza y otro con material semi-noble…….	36
Figura 6.	Tiempo (días) empleado en los subprocesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera……..	40
Figura 7.	Área para la construcción del módulo de vivienda de ladrillo de madera maciza de 50 m²…….	54
Figura 8.	Construcción de cimiento del módulo de vivienda de 50 m²…….....	54
Figura 9.	Construcción de veredas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……...	55
Figura 10.	Proceso de construcción de piso principal del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²…….	55
Figura 11.	Construcción de base de ladrillos del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²…….	56
Figura 12.	Encastre con tarugos y clavos en ladrillos de paredes en el módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²…….	56
Figura 13.	Control de calidad de construcción de paredes del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……	57
Figura 14.	Culminación de construcción de paredes del módulo de	

vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……. 57
Figura 15. Ajustes de tijerales con ángulos metálicos para estructuras aéreas del módulo de vivienda de ladrillos de madera…….. 58
Figura 16. Culminación en instalación de tijerales del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……. 58
Figura 17. Instalación de correaje de estructuras aérea del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²…… 59
Figura 18. Instalación del techo con calaminas corrugadas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……..... 59
Figura 19. Lijado y pulido de paredes externas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……. 60
Figura 20. Pintado de paredes externas con barniz marino del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……..... 60
Figura 21. Instalación de cielo raso del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……... 61
Figura 22. Pintado de cielo raso con pintura látex del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……..... 61
Figura 23. Instalación del sistema eléctrico en interiores del cielo raso del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²…….. 62
Figura 24. Instalación de luminarias internas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……. 62
Figura 25. Vista lateral del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……... 63
Figura 26. Vista frontal y acabado del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m²……. 63

RESUMEN

La ejecución del proyecto constructivo se realizó en el campus de la Universidad Nacional de Ucayali, con el objetivo principal de determinar los costos y tiempos usados en los procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense* camb. (Lagarto caspi), como una alternativa innovadora en la construcción de viviendas a nivel local, nacional e internacional.

La investigación se realizó a través de un método descriptivo – comparativo, determinando los costos por proceso constructivo del módulo de vivienda, para un posterior análisis comparativo con los costos de una vivienda de material semi-noble de las mismas dimensiones, asimismo se registraron el tiempo empleado en los procesos de construcción.

La construcción del módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera genero un costo total de S/ 44.839,13, este valor es 19,31% (S/. 10.732,64) menor, al costo de construcción de una vivienda de material semi-noble (S/. 55.571,77) de igual dimensión (50 m^2). El tiempo empleado en la construcción del módulo, fue de 61 días, distribuidas de la siguiente manera; 11 días en la construcción de la base; 16 días en la construcción de paredes; 14 días en la instalación de la estructura aérea y 20 días en trabajos de acabado.

Palabras clave: Ladrillo de madera, procesos constructivos, costos de construcción, lagarto caspi.

ABSTRACT

The construction project was carried out on the campus of the National University of Ucayali, with the main objective of determining the costs and times used in the construction processes of a 50 m² housing module with solid wood bricks from Callophyllum brasiliense camb. (Caspi lizard), as an innovative alternative in the construction of housing at local, national and international level.

The research was carried out through a descriptive - comparative method, determining the costs per construction process of the housing module, for a later comparative analysis with the costs of a semi-noble housing of the same dimensions, the time was also recorded used in construction processes.

The construction of the 50 m^2 housing module with wooden bricks generated a total cost of S / 44,839.13, this value is 19.31% (S /. 10,732.64) lower, at the cost of construction of a material housing semi-noble (S /. 55,571.77) of equal size (50 m^2). The time taken to build the module was 61 days, distributed as follows; 11 days in the construction of the base; 16 days in the construction of walls; 14 days in the installation of the aerial structure and 20 days in finishing works.

Keywords: Wooden brick, construction processes, construction costs, caspi lizard.

INTRODUCCIÓN

En el Perú el uso de la madera se ha venido incrementando en diversos tipos de edificaciones y en acabados complementarias de construcción de viviendas y ambientes (Instituciones educativas, viviendas rusticas, bungalós, etc.). La madera no sólo es parte de la naturaleza, sino que su uso en la construcción es beneficioso para el medio ambiente.

La construcción en madera necesita de menos energía, supone un menor impacto ambiental y menor huella de carbono que las construcciones convencionales. Además del ambiente, construir una casa de madera tiene beneficios directos en las personas que van a vivir ahí. Beneficios que son tanto económicos como en la calidad de vida de quienes las habitan (Pacheco, 2016).

La madera nos permite un gran control de detalles constructivos, ya que se trabaja por milímetros en máquinas de control numérico. Además, construyendo en madera es posible prefabricar muchos de los elementos y por lo tanto ahorrar mucho tiempo en obra, de forma que mientras se construyen los cimientos se están preparando los muros en taller. La puesta en obra puede durar pocas semanas y la reducción de tiempo de obra siempre implica un ahorro de costos (Vergés, 2016).

Bajo este enfoque el gobierno peruano viene destinando presupuesto para proyectos de innovación tecnológica con el fin de mejorar las condiciones necesarias para impulsar el desarrollo sostenible del recurso maderable, bajo términos de rentabilidad económica y respeto al medio ambiente. En ese sentido la Universidad Nacional de Ucayali, ha presentado una alternativa tecnológica, basada en la construcción de casas con ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Camb (Lagarto caspi).

Sin embargo, la propuesta presenta limitaciones, debido a que se desconoce los costos que se incurre en la construcción de las casas de ladrillos de madera. Asimismo se desconoce la viabilidad económica.

Desde una perspectiva teórica la investigación aporta a la generación de la información, como fuente de consulta o antecedentes para el estudio de costos de viviendas con ladrillos de madera de *Callophyllum brasiliense* camb. (Lagarto caspi) u otras especies.

A nivel práctico con la información generada, se tendrá un panorama más claro de su viabilidad económica, para ser presentada en el mercado, como alternativa rentable en la ejecución de proyectos de vivienda y que pueda competir frente a los sistemas tradicionales de construcción.

Tomando en consideración el valor metodológico, este estudio contribuye en generar un instrumento para la determinación de costos y tiempos empleados en los procesos constructivos de módulos de vivienda con ladrillos de madera de diferentes especies forestales maderables.

En ese sentido la presente investigación planteó como Objetivo General. Determinar los costos y tiempos usados en los procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense camb*. (Lagarto caspi) en Pucallpa. Y como Objetivos Específicos.

Determinar los costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza. Analizar los costos entre un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza y otro construido con material semi-noble y determinar el tiempo usado en los principales procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza.

CAPÍTULO I
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad la elección de madera como elemento estructural en la carpintería exterior, en pavimentos y como revestimiento en fachadas, escaleras y techos interiores, responde a la necesidad de buscar materiales medioambientalmente sostenibles y con mínima huella de CO2, (Gonzales, 2015)

Bajo este enfoque el gobierno peruano viene destinando presupuesto para proyectos de innovación tecnológica con el fin de mejorar las condiciones necesarias para impulsar el desarrollo sostenible del recurso maderable, bajo términos de rentabilidad económica y respeto al medio ambiente. En ese sentido la Universidad Nacional de Ucayali, ha presentado una alternativa tecnológica, basada en la construcción de casas con ladrillos de madera maciza de la especie *Calophyllum brasiliense* Camb (Lagarto caspi).

Sin embargo, la propuesta presenta limitaciones, debido a que se desconoce los costos que se incurre en la construcción de las casas de ladrillos de madera. Asimismo se desconoce la viabilidad económica, para ser presentada en el mercado, como alternativa rentable en la ejecución de proyectos de vivienda y que pueda competir frente a los sistemas tradicionales de construcción.

Bajo lo mencionado la investigación tuvo como finalidad, determinar los costos y tiempos usados en los procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza de C*allophyllum brasiliense* camb. (Lagarto caspi), cuya información nos permitió realizar un análisis detallado, a fin de generar recomendaciones que contribuyan a viabilizar la construcción de viviendas con ladrillos de madera, situación que permitiría el uso integral de la madera en el campo de construcción. En ese sentido en la presente tesis se espera resolver la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los costos y tiempos usados en los procesos

constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense* camb. (Lagarto caspi) en Pucallpa?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. Objetivo general

- Analizar los costos y los tiempos usados en los procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense* camb. (lagarto caspi) en Pucallpa.

1.2.2. Objetivos específicos

- Determinar los costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza.

- Realizar un análisis comparativo entre los costos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza y otro construido con material semi-noble.

- Determinar el tiempo usado en los principales procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza?

1.3. HIPÓTESIS

1.3.1. Hipótesis General

- Los costos y tiempos en los procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense* camb. (lagarto caspi) en Pucallpa son similares a otro construido con material semi-noble.

1.3.2. Hipótesis Específicas

- Los costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza son altos.

- Los costos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza y otro construido con material semi-noble son similares.

- Los tiempos usados en los principales procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza son mayores a comparación con otra vivienda de material semi-noble.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

(Chirico, 2019) menciona que el costo del m² de construcción de una vivienda aislada se calculó, según la publicación de Inca, en base a una vivienda de dos dormitorios de 55 m² de superficie. El método de obtención del valor se hizo de acuerdo al estudio de prototipos representativos de cada tipología, seguido de un planillado de cómputos utilizando los valores que se obtienen de los Costos de Componentes de Obra. El indicador utilizado para realizar las comparaciones entre el sistema de entramado de madera y el sistema pesado convencional, será el costo actual del metro cuadrado de construcción en nuestro país. También se comparó el costo de mantenimiento de la vivienda construida por ambos sistemas, así como su vida útil estimada. El valor del m2 de construcción estimado para la etapa de anteproyecto se calcula a partir del costo de materiales, mano de obra y beneficio de la empresa constructora, incluyendo si se desea en el precio, el impuesto al valor agregado (I.V.A.) y el monto por Leyes Sociales referentes a la mano de obra. Para el caso de la vivienda en estudio, el costo del m² de construcción por sistema pesado convencional se estimó en enero de 2012, en U$S 1036. Este valor considera la construcción de una vivienda económica, bien construida, con materiales económicos y terminación regular.

(Atapuma, Jarrin, & Mora, 2013), mencionan que, en cuanto a los costos de materiales, es evidente que el acero implica un mayor gasto ya que su costo en la vivienda resultó un 24.50% mayor que el hormigón y 18.46% mayor que la madera. Sin embargo, al comparar los costos de materiales entre la estructura de madera y la estructura de hormigón armado, la primera es mayor en un 7.41% debido a que en la vivienda de madera se requiere el diseño de una cercha en cubierta la cual eleva el costo, pero, aunque el costo total de materiales es más elevado que la

vivienda de hormigón, esta diferencia no es tan significativa. También señalan que al comparar el costo de materiales entre los edificios, observamos que el acero sigue presentando un mayor valor que el hormigón armado en un 17.02%.

(Bertin, 2007), en su trabajo de titulación realizo un análisis comparativo entre albañilería de ladrillo como método tradicional y albañilería con bloques de EPS (Poliestireno expandido) como método innovador. Se describen los materiales utilizados, se desarrollaron todas las etapas de ejecución de obras y se analizan costos por partidas de manera de poder verificar la factibilidad de la técnica. Además se consideran en el análisis factores como el transporte, reducción de tiempos de ejecución y mano de obra, aislamiento térmico y ahorros de energía por concepto de calefacción en base a una vivienda tipo de 44,3 mt^2,

(Granda, 2017), realizó un análisis de costos y el método constructivo de una vivienda unifamiliar en mampostería confinada. El presupuesto de obra referencial es de USD.32429, con un costo unitario de 297 USD/m^2. El diseño del proyecto de 109.35 m^2 está conformado por los planos arquitectónicos, estructurales, hidrosanitarios y eléctricos de la vivienda de dos pisos en mampostería confinada. Se creó una estructura desagregada de trabajo (EDT/WBS) para poder subdividir el presupuesto en componentes más pequeños y ejecutables. La estimación de cantidades de cada rubro se obtuvo en base a los valores de los planos del proyecto, y se realizó un análisis de precios unitarios utilizando información disponible de la industria, a niveles de precio febrero 2017.

2.2. PLANEAMIENTO TEÓRICO DEL PROBLEMA

2.2.1. Costos en construcción

La estimación de costos y la elaboración de presupuestos, representa uno de los pasos más importantes en lo que se refiere la planificación de una obra. En cada etapa de la construcción, el presupuesto representa la base para la toma de decisiones y, en los que se refiere en obras de carácter público (licitaciones), es el factor más importante en la adjudicación de contratos. Es importante señalar que los análisis de costos que se presentan deben adaptarse, al momento de su utilización, a los diferentes tipos de obra y a las características de cada una de ellas, teniendo en consideración aspectos tales como: costos de materiales, manos de obra y equipo a utilizar, lugar y tiempo de ejecución, entre otros. (CAPECO, 2003)

Por otra parte (Clarin, 2016) menciona que los componentes del costo en obras de construcción se integran de acuerdo a la figura 1

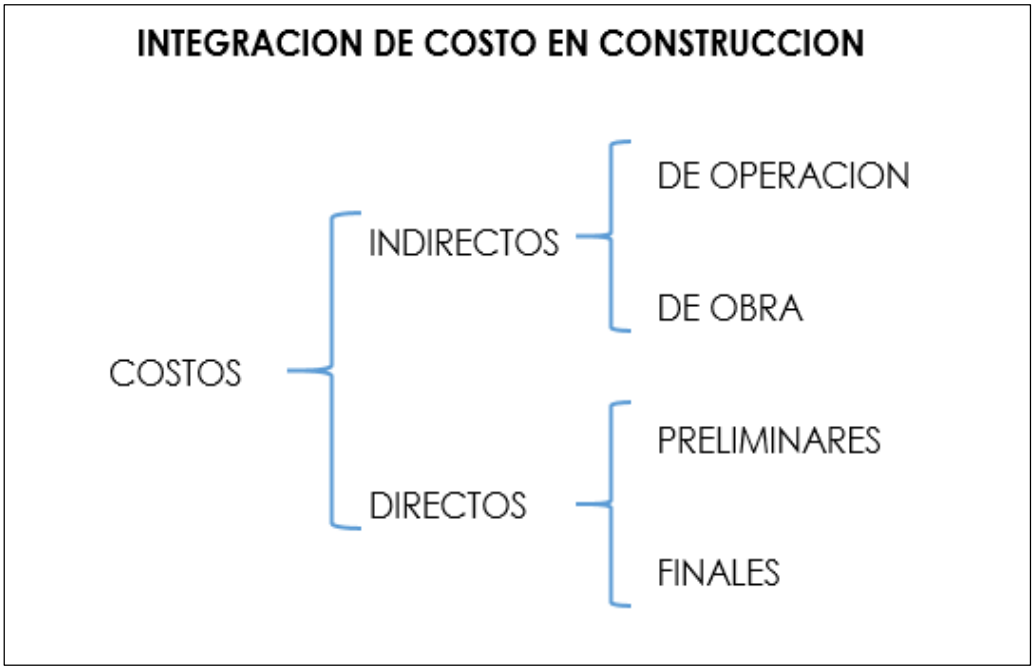


Figura 1. Integración de costos en construcción

En ese sentido (CAPECO, 2003) menciona que la construcción es una actividad de un variado y heterogéneo espectro de obras que pueden ser desde la ejecución de un núcleo básico hasta una central hidroeléctrica, teniendo como una de sus principales características que se desarrolla en un determinado tiempo, de acuerdo a la obra, la cual la hace vulnerable a los efectos de la economía del medio en que se desenvuelve. Sin embargo es denominador común en las obras de construcción la participación en el cálculo del Presupuesto de obra de dos conceptos de costos:

a) Los costos directos, y b) Los costos indirectos.

2.2.1.1. Costo directo

(CAPECO, 2003), define al costo directo como la suma de los costos de materiales, mano de obra (incluyendo leyes sociales), equipos, herramientas, y todos los elementos requeridos para la ejecución de una obra.

Bajo el mismo tema (Gonzales, 2014) menciona que es el cargo aplicable al concepto, que se deriva de los materiales, mano de obra, herramienta, maquinaria o labores directamente involucradas en la construcción física del concepto, por citar un ejemplo, en el caso de construir un muro de block, la suma del costo con IVA o sin IVA dependiendo el caso, del block, del mortero (básico o auxiliar), de la herramienta menor, de la mano de obra, del agua, de la escalerilla y de los andamios seria el costo directo.

En ese sentido (Gutierrez, 2019) comenta que el costo directo a su vez se puede clasificar en costo directo preliminar y costo directo final; el primero es definido como la suma de gastos de material, mano de obra y equipos necesarios para la realización de un subproducto. Mientras que el costo directo final es la suma de gastos de material, mano de obra, equipo y subproductos para la realización de un producto.

Por otra parte, (Clarin, 2016) admite que dentro de los materiales de construcción, la madera es uno de los pocos sustentables, porque es un recurso renovable y reciclable", enfatiza Roca y agrega que esto es fácil de demostrar, ya que en la medida en que se utilicen maderas de bosques certificados (FSC) se garantiza que la materia prima usada ya esté creciendo nuevamente en algún lugar del planeta, liberando oxígeno durante el desarrollo del árbol, con lo que la mentada "huella de carbono" (es decir, la totalidad de gases de invernadero que emite un individuo, material, organización, etc.) se vuelve negativa y en la ecuación gana el planeta.

2.2.1.2. Costo indirecto

Cuando se habla de aspectos relacionados al campo de la edificación, los costos indirectos se definen como la suma de todos los gastos que, son aplicables a todos los conceptos de una obra en especial- y que son causados por los gastos administrativos y de gestión antes, durante y después de la obra. Los componentes de los costos indirectos de obra se dividen en dos: • Costos indirectos fijos • Costos indirectos variables (Gonzales, 2014).

El (MEF, 2019) menciona que el costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en la obra, y comprende entre otros: los gastos de administración, organización, dirección técnica, vigilancia, supervisión, construcción de instalaciones generales necesarias para realizar conceptos de trabajo, el transporte de maquinaria o equipo de construcción, imprevistos y, en su caso, prestaciones laborales y sociales correspondientes al personal directivo y administrativo.

Para su determinación, se deberá considerar que el costo correspondiente a las oficinas centrales del contratista,

comprenderá únicamente los gastos necesarios para dar apoyo técnico y administrativo a la superintendencia del contratista, encargada directamente de los trabajos. En el caso de los costos indirectos de oficinas de campo se deberán considerar todos los conceptos que de él se deriven (MEF, 2019).

Por otra parte (Gutierrez, 2019), dice que son aquellos gastos que no pueden tener aplicación a un producto determinado. Y que pueden clasificarse en costo indirecto de operación y costo indirecto de obra. El primero corresponde a la suma de gastos que, por su naturaleza intrínseca, son de aplicación a todas las obras efectuadas en un tiempo determinado (Año fiscal, año calendario, ejercicios, etc). Mientras que los costos indirectos de obras, es la suma de los gastos que por su naturaleza intrínseca son aplicables a todos los conceptos de una obra especial.

2.2.1.3. Consideraciones para el análisis de costos

El análisis de costo es aproximado, el no existir dos procesos constructivos iguales, el intervenir la habilidad personal del operario, y el basarse en condiciones promedio de consumos insumos y desperdicios, permite asegurar que la evaluación monetaria del costo, no puede ser matemáticamente exacta (Arcia, 2011).

El análisis de costo es especifico, por consecuencia, si cada proceso constructivo se integra en base a sus condiciones periféricas de tiempo, lugar y secuencia de eventos, el costo no puede ser genérico (Arcia, 2011).

El análisis de costo es dinámico*,* en mejoramiento constante de materiales, equipos, procesos constructivos, técnicas de planeación, organización, dirección, control, incrementos de costos de adquisiciones. Perfeccionamiento de sistemas impositivos, de prestaciones sociales, etc. nos permite recomendar la necesidad de una

actualización constante de los análisis de costos (Atapuma, Jarrin, & Mora, 2013).

El análisis de costo puede elaborarse inductiva o deductivamente, si la integración de un costo, se inicia por sus partes conocidas, si de los hechos inferimos el resultado, estaremos analizando nuestro costo inductivamente. Si a través del razonamiento partimos del todo conocido, para llegar a las partes desconocidas, estaremos analizando nuestro costo deductivamente (Atapuma, Jarrin, & Mora, 2013).

El costo esta procedido de costos anteriores y este a su vez es integrante de costos posteriores, en la cadena de procesos se definen la productividad de un país, el costo de un concreto hidráulico, por ejemplo, lo constituyen los costos de los agregados pétreos, el aglutinante, el agua para su hidratación, el equipo para su mezclado, etc. Este agregado a su vez, se integra de costos de extracción, de costos de explosivos, de costos de equipos, etc y nuestro concreto hidráulico puede a su vez, ser parte del costo de una columna y esta de una estructura y esta de un conjunto de edificios y este de un plan de vivienda, etc (Atapuma, Jarrin, & Mora, 2013).

2.2.2. Tiempo en obras

Es innegable que dentro de las técnicas que se emplean en la medición del trabajo la más importante es el Estudio de Tiempos, o por lo menos es la que más nos permite confrontar la realidad de los sistemas productivos sujetos a medición. El Estudio de Tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para efectuar la tarea según una norma de ejecución preestablecida" (Vergés, 2016).

Además el mismo autor menciona que la medición del trabajo es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador calificado en llevar a cabo una tarea definida efectuándola según una norma de ejecución preestablecida (Vergés, 2016).

El tiempo en que tarda en construirse una edificación, es un aspecto no menor en lo referente a manejar de forma eficiente los recursos con que se cuenta. El tiempo de construcción va de la mano del costo de la construcción, ya que optimizar en el tiempo significa disminuir el costo total de la obra. Por esto, la última característica seleccionada como demostrativa de la eficiencia en el uso de recursos para la construcción de la vivienda, es la del tiempo promedio de construcción, cuyo indicador será la cantidad de días aproximados de duración de la construcción de la vivienda modelo según ambos sistemas, liviano y pesado (Vergés, 2016).

2.2.2.1. Propósito de la medición de tiempos

El ciclo de tiempo del trabajo puede aumentar a causa de un mal diseño del producto, un mal funcionamiento del proceso o por tiempo improductivo imputable a la dirección o a los trabajadores. La medición del trabajo a su vez, sirve para investigar, minimizar y eliminar el tiempo improductivo, es decir, el tiempo durante el cual no se genera valor agregado (Gonzales, 2014).

Una función adicional de la Medición del Trabajo es la fijación de tiempos estándar (tiempos tipo) de ejecución, por ende, es una herramienta complementaria en la misma Ingeniería de Métodos, sobre todo en las fases de definición e implantación. Además de ser una herramienta invaluable del coste de las operaciones (Gonzales, 2014).

Así como en el estudio de métodos, en la medición del trabajo es necesario tener en cuenta una serie de consideraciones humanas que nos permitan realizar el estudio de la mejor manera, dado que lamentablemente la medición del trabajo, particularmente el estudio

de tiempos, adquirieron mala fama hace algunos años, más aún en los círculos sindicales, dado que estas técnicas al principio se aplicaron con el objetivo de reducir el tiempo improductivo imputable al trabajador, y casi que pasando por alto cualquier falencia imputable a la dirección (Gonzales, 2014).

2.2.2.2. Usos de la medición del trabajo

En el proceso de fijación de los tiempos estándar quizá sea necesario emplear la medición para (Lopez, 1998):

- ✓ Comparar la eficacia de varios métodos, los cuales en igualdad de condiciones el que requiera de menor tiempo de ejecución será el óptimo.
- ✓ Repartir el trabajo dentro de los equipos, con ayuda de diagramas de actividades múltiples.
- ✓ Con el objetivo de efectuar un balance de los procesos.
- ✓ Determinar el número de máquinas que puede atender un operario.

Una vez el tiempo estándar (tipo) se ha determinado, este puede utilizarse para (Lopez, 1998):

- ✓ Obtener la información de base para el programa de producción.
- ✓ Obtener información en qué basar cotizaciones, precios de venta y plazos de entrega.
- ✓ Fijar normas sobre el uso de la maquinaria y la mano de obra.
- ✓ Obtener información que permita controlar los costos de la mano de obra (incluso establecer planes de incentivos) y mantener costos estándar.

2.2.2.3. Selección del trabajo y etapas del estudio de tiempos

Al realizar un estudio de tiempos es muy poco frecuente llegar a una etapa de selección sin haber sido motivados por una causa

precisa, causa que de por sí obliga a la elección de una tarea determinada. Algunas causas que pueden motivar la elección de una tarea como objeto de un estudio de tiempos son (Gonzales A. , 2015):

Aparición de una novedad en la tarea: Nuevos productos, componentes, operaciones, serie de actividades, material o método (Lopez, 1998).

- ✓ Peticiones de los trabajadores o los representantes de los mismos.
- ✓ Identificación de cuellos de botella.
- ✓ Necesidad de balanceo de línea.
- ✓ Fijación de tiempos estándar antes de implementar un sistema de remuneración por rendimiento.
- ✓ Bajo rendimiento o excesivos tiempos muertos.
- ✓ Preparación de un estudio de métodos o como herramienta de evaluación de dos o más alternativas de métodos.
- ✓ Costo aparentemente excesivo de algún trabajo.

Una de las mayores dificultades que encontrará el especialista (ingeniero encargado del estudio de tiempos) será seleccionar las tareas a estudiar en una organización que presenta el sistema de remuneración al destajo, dado que es muy probable que en algunas actividades los operarios hayan estado cobrando salarios elevados con relación a los ingresos justos que debieron haber recibido según el tiempo preciso de ejecución de las actividades, tiempos que en primera instancia fueron mal fijados ya sea por negociación o por cálculo. En este caso es recomendable que el especialista deba empezar por tareas que representen beneficios para los trabajadores, ya sea por el mejoramiento de sus condiciones económicas, de seguridad o confort, y luego pase a las comúnmente llamadas tareas "espinosas", en un momento en el cual el especialista ha demostrado su integridad y sentido de justicia. Otra alternativa que puede resultar favorable es iniciar el estudio de factibilidad de la implementación de un nuevo tipo de remuneración, diferente o combinada con el destajo, pero que

represente para los trabajadores una mejoría en términos de estabilidad (Vergés, 2016).

2.2.2.4. Costo - tiempo en edificaciones

A. Balance técnico – tiempo

Toda obra realizada por el hombre es motivada por una necesidad, ya sea estética, abrigo, de alimento o de supervivencia, y para satisfacerla, se hace a nuestro juicio necesario, una técnica para planearla, un tiempo para construirla y los recursos necesarios para llevarla a cabo. Respecto a la técnica, podemos decir que actualmente no existe obra imaginada para el hombre que no sea posible de realizar, ya que tanto la propia tecnología, como el desarrollo de procesos constructivos, han alcanzado horizontes no imaginados (Lopez, 1998).

En relación al tiempo también podemos afirmar que las nuevas disciplinas de programación proporcional al hombre moderno la posibilidad de realizar cualquier obra en condiciones de tiempo que anteriormente se podrían considerar posibles. Pero en referencia en costo (recursos, si bien aceptamos que esta intrínsecamente ligado con los anteriores elementos de base, tiene también un valor sustancial hasta cierto punto inconmovible; es decir creemos que los dos factores anteriores están en cierta forma supeditados al tercero, (Lopez, 1998).

Es más común en la etapa moderna encontrar las palabras incosteables que la palabra irrealizable o inacabable, y en última instancia podemos decir que si el elemento costo de una obra cualquiera, está dentro de los rangos lógicos acostumbrados para ese momento o época histórica, es posible realizar la misma, reduciendo los tiempos de ejecución y aun supliendo en muchos casos las creencias de técnica (Lopez, 1998).

B. Balance material – mano de obra – equipo

Desglosando el concepto de análisis de costos en sus integrantes, podemos también, señalar la importancia del balance del material, la mano de obra y el equipo a emplearse para lograr su congruente y óptimo aprovechamiento e integrar el diagrama general de balance de una obra (Lopez, 1998).

2.2.3. Construcciones de casas con madera

(Parra, 2013), menciona que las casas de madera son opciones de viviendas más ecológicas y económicas que las de ladrillo y hormigón tradicional. La madera, no sólo es parte de la naturaleza, sino que su utilización es beneficiosa para el medio ambiente. Materiales naturales, no derivados del petróleo, reciclables y biodegradables, son los que conforman este tipo de viviendas, que también son consideradas 'ecológicas'.

A la hora del uso de la madera para su construcción sostenible, estas vienen certificadas y provienen de tala responsable: los fabricantes plantan nuevos árboles por cada uno que talan. Para ellos es clave mantener este equilibrio Además, la construcción en madera necesita de menos energía, supone un menor impacto ambiental y menor huella de carbono que las convencionales: la madera es un sumidero de CO2. Las construcciones con la madera como único o principal material son casi paralelas al origen de nuestra raza, (Parra, 2013).

Con el paso del tiempo, y viendo el resultado óptimo de este material, junto con los informes técnicos de arquitectos e ingenieros de renombre mundial a favor de la elección de la madera por encima de otros materiales, en los que afirman que a sus excelentes propiedades antisísmicas debemos sumar numerosas ventajas en el ámbito de la habitabilidad (térmica, acústica, de seguridad, etc.), esta percepción ha cambiado hasta el punto de que en el Hemisferio Norte del continente americano más del 80% de la construcción residencial se basa en

sistemas constructivos intensivos en madera, en Japón, Rusia, Europa Central, Alemania, Austria, Suiza, países escandinavos, Australia y Nueva Zelanda, Argentina, Chile etc. se utiliza la madera mayoritariamente para gran parte de sus construcciones. Los sistemas constructivos 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 (CTE, 2019).

(Rondon, 2016), señala que en la actualidad, se ha generado un aumento en la construcción de casas de madera. Por ejemplo, el Pino radiata como materia principal en la construcción. Existen distintos tipos de casa de troncos: pino, macizo, araucaria, roble y otros tantos tipos de madera chilena, que destacan por ser grandes aislantes y resistentes a los cambios climáticos.

(Arcia, 2011), indica que la construcción de una casa de madera laminada es relativamente fácil, sencilla, fácil, rápida y más limpia que una casa de material noble. Y sobre todo más ecológica. Para la construcción de casas con estructuras de madera es más complicado porque primero se levantan las paredes portantes básicas las cuales se deben aislar y revestir tanto interior (Machihembrado, cemento, etc.) como exterior (Machihembrado, monocapa, combinaciones, etc.).

El primer paso a la hora de construir una casa de madera, es la cimentación. En esta primera etapa, se tendrán que llevar a cabo trabajos sobre el terreno con el fin de acondicionarlo a los requerimientos del terreno y del cliente. Una vez que se acaban estos trabajos previos, se empieza la cimentación convencional, si bien es más ligera que la de la edificación tradicional debido a las menores cargas. A continuación, se comienzan a construir el durmiente, que servirá de base para que descanse la casa. Generalmente en esta etapa se dejan preparados los tubos de PVC y pasatubos para facilitar las conexiones de las instalaciones de agua, luz entre la casa y la cometida. Sobre las

que apoyan los muros. Si existen pilares aislados, éstos se apoyan sobre zapatas (Hileras, 2013).

(OAVCEN, 2016), menciona que el arte de la arquitectura en madera está más vivo que nunca en un mundo de materiales tecnológicos que copan el mercado y que sin duda son los grandes competidores de las maderas más nobles. Las construcciones de madera han alcanzado su esplendor moderno con arquitectos y diseñadores que arriesgan por los materiales tradicionales, pero con técnicas renovadoras que realzan la construcción con traviesas, tablas y listones a su máximo esplendor. La construcción con madera está teniendo un impacto positivo en el usuario final donde encuentra es este material sensaciones de comodidad y confort que en otros materiales no son alcanzables. Casas de madera asequibles y bien diseñadas conforman un mercado al alza.

(Pacheco, 2016), señala que la madera no sólo es parte de la naturaleza, sino que su uso en la construcción es beneficioso para el medio ambiente. La construcción en madera necesita de menos energía, supone un menor impacto ambiental y menor huella de carbono que las construcciones convencionales. Además del ambiente, construir una casa de madera tiene beneficios directos en las personas que van a vivir ahí. Beneficios que son tanto económicos como en la calidad de vida de quienes las habitan. Una de las grandes ventajas de construir una casa de madera es lo rápido del proceso de construcción.

Lo que más valoramos al momento de construir nuestra casa es ver los avances de forma rápida. Y esto es posible ver cuando decidimos construir una casa de madera. Algunas casas de madera y sobre todo los modelos de casas prefabricadas, pueden llegar a hacer el montaje de la casa en 1 semana.

2.2.3.1. Construcción sostenible: tipos de madera.

a) Troncos

Se construye o monta directamente sobre la parcela y se utilizan troncos que le dan un aspecto final característico. Este sistema tiene a favor que el grosor de la madera actúa como un estupendo regulador de la humedad y la temperatura interiores. Se pueden emplear troncos cuadrados, que encajan mejor (De Llano, Gonzales, & Llinares, 2010).

b) De entramado pesado

Son estructuras algo más complejas; se hacen ensamblajes entre las vigas de madera y esto permite montar grandes cristaleras (De Llano, Gonzales, & Llinares, 2010).

c) De entramado ligero

Es el estilo más empleado y el que se usa en las casas canadienses. Se utilizan gran cantidad de elementos pequeños que facilitan la modulación, la intercambiabilidad y la prefabricación (De Llano, Gonzales, & Llinares, 2010).

d) Móviles

Son casas montadas en fábrica y transportadas en piezas muy grandes hasta la ubicación definitiva. Dependiendo del tamaño final de la casa pueden ser una o varias piezas. Los paramentos pueden ser tanto en madera vista como en otro tipo de recubrimientos (De Llano, Gonzales, & Llinares, 2010).

e) Ladrillo de madera

(Neuquen, 2019), afirma que el sistema tradicional de construcción encontró un nuevo rival: el ladrillo de madera.

Más económico, versátil y rápido de aplicar, se posiciona de a poco como una opción interesante para levantar una vivienda y para que el Estado economice fondos en la obra pública. Las pequeñas piezas de madera de 40 centímetros se colocan a través de encastres y se sujetan con tarugos y clavos. Como se trata de madera secada, apenas requiere de una mano de barniz protector en el exterior una vez por año.

(Torres, 2019), menciona que los bloques de madera permiten construir estructuras de hasta dos niveles de altura en poco tiempo. Se trata de una solución constructiva de montaje en seco que brinda la estética y capacidad aislante que sólo la madera ofrece.

(Torres, 2019), afirma que se trata de un sistema de bloques que se montan en seco y permiten construir en 35 días una vivienda de dos cuartos, cocina y comedor -unos 49 metros cuadrados. Los ladrillos son macizos y miden 40 centímetros de largo por 7 de alto y 12 de ancho.

De hecho, en un metro cuadrado se colocan unos 36 bloques y la fábrica (Conforne) los comercializa a $ 17,15 (precio sin incluir el flete de envío).

2.2.3.2. Ventajas de las casas de madera

La madera no es un puente térmico, sino un aislante, por lo que mantiene la casa fresca en verano y templada en invierno, (esto supone mayor eficiencia energética, hasta poder llegar a la certificación A) lo que la convierte en un tipo de construcción más sostenible. Se calcula un ahorro de entre un 50 % a un 60 % al año en calefacción y aire acondicionado (De Llano, Gonzales, & Llinares, 2010).

Dentro de las casas de madera, las casas canadienses no son prefabricadas: tienen mayor durabilidad como vivienda habitual y necesitan de menor mantenimiento. Se construyen rápidamente y son hasta un 30% más barata que las viviendas de hormigón y ladrillo habituales. (ACCIONA, 2018).

La madera es un aislante natural y es muy eficaz para aislar frío y calor. Esto significa ahorrar una gran cantidad de energía, si se compara con las casas de piedra, hormigón y ladrillo. Además de ser un buen aislante térmico la madera es aproximadamente unas seis veces más eficiente que el muro de ladrillo de barro cocido, quince veces más que el concreto o la piedra y 400 veces más que el acero (Arcia, 2011).

Por su funcionamiento cuando ya están acabadas: las estructuras de madera contribuyen activamente con el medio ambiente por su absorción y almacenamiento del CO2 atmosférico (Arcia, 2011).

Se acorta el tiempo de ejecución de la obra (Arcia, 2011). La madera tiene una relación resistencia-peso más favorable que el acero, y mucho más que el concreto. Es decir, requieren menos cimentación que otro tipo de estructura (Arcia, 2011).

Posee una gran flexibilidad en sus elementos estructurales de madera por su naturaleza fibrosa y por su poco peso por lo que se disminuye al mínimo los efectos sísmicos (Arcia, 2011).

La construcción con madera puede llevarse a cabo con distintos sistemas de prefabricación, los cuales se diferencian por la cantidad de trabajo en fábrica (planta) o en la obra, desde la transformación de la madera a piezas secciones y tamaños hasta la fabricación completa de elementos volumétricos (Arcia, 2011).

Los problemas que pueden presentar las fachadas de viviendas de construcción convencional, como fisuras, grietas, desprendimientos, pueden provocar consecuencias importantes a la

vivienda, como por ejemplo la entrada de agua al interior de la misma. Por esto, el mantenimiento periódico de la fachada, mediante hidrolavado y repintado es fundamental. Por otro lado, la fachada de madera de la vivienda de construcción liviana, necesita simplemente del tratamiento periódico de la madera mediante barnizado, y solo en aquellos cerramientos verticales que se vean directamente afectados por la radiación solar incidente (Arcia, 2011).

(Neuquen, 2019), afirma que la madera se luce desde afuera, pero suele generar desconfianza en un país acostumbrado al cemento. Sin embargo, estas casas están lejos de parecerse a una prefabricada o a una cabaña: la densidad de los bloques de madera y el modo en que se encastran generan paredes sólidas que nada tienen que envidiar a las formas tradicionales de construcción. Inclusive, las casas son idénticas a las convencionales por dentro, con las mismas instalaciones. Sólo hay que tomar recaudos con los revestimientos en las zonas de calor para evitar incendios. En general se utiliza piedra laja. Las fundaciones y la platea se realizarán con hormigón y hierro, a la manera tradicional.

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- ✓ **Estructura de Costos:** según (Fuentes, 2014) menciona que es un conjunto de proporciones de actividades del sector o de la empresa, representada cada tipo de costo.

- ✓ **Costos de materiales directos:** Son elementos físicos de consumo que se utilizan en la producción de bienes o en la prestación de servicios (Martìnez, 2009).
- ✓ **Ladrillos de madera:** Es un material de construcción derivado de la madera. Un producto empleado en la construcción de edificios u obras de ingeniería civil (Neuquen, 2019).

- ✓ **Costos indirectos de fabricaciòn**: Son los demàs costos necesarios para completar el proceso de producciòn o de servicio (Torres, 2019).

- ✓ **Costos de mano de obra directa:** Según (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016), define como los salarios y prestaciones sociales legales, como contraprestaciòn por el esfuerzo fìsico o mental, pagados a los trabajadores.

- ✓ **Módulo de vivienda:** son espacios construidos dirigidos a personas menos favorecidas (Fuentes, 2014).

CAPITULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó a través de un método descriptivo - comparativo. Determinando los costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de ladrillos de madera, para un posterior análisis comparativo con los costos de una vivienda de material semi-noble de las mismas dimensiones.

3.2. UBICACION DEL ESTUDIO

La ejecución del proyecto constructivo se realizó en el campus de la Universidad Nacional de Ucayali, ubicado en la Carretera Federico Basadre km 6.200, en el distrito de Callería, provincia de Coronel Portillo, departamento de Ucayali.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población estuvo constituida por el módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza como prototipo.

3.3.2. Muestra

La investigación uso un muestreo no probabilístico, intencional o por criterio, por lo tanto la muestra estuvo constituida por el mismo módulo de vivienda de ladrillos de madera. Además; (Castro, 2003), expresa que; si la población es menor a cincuenta (50) individuos, la población puede ser igual a la muestra.

3.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. Formato de registros

Este instrumento, permitió registrar el tiempo empleado en cado proceso constructivo del módulo de vivienda de ladrillos de madera, en ella se evaluaron el tiempo en horas, Nº de días y Nº de personal (ver anexo 1).

3.5. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Determinación de costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza.

La construcción del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de lagarto caspi, represento un área de 50 m^2, con dimensiones de 5 m x 10 m. Los detalles del diseño de la vivienda se presentan en el anexo 04 y 05.

Los gastos efectuados (boletas y facturas de compra materiales, recibos por honorarios y pago de servicio) para la construcción del módulo de vivienda, fueron sistemáticamente clasificados para determinar los costos por proceso constructivo, según la figura 2.

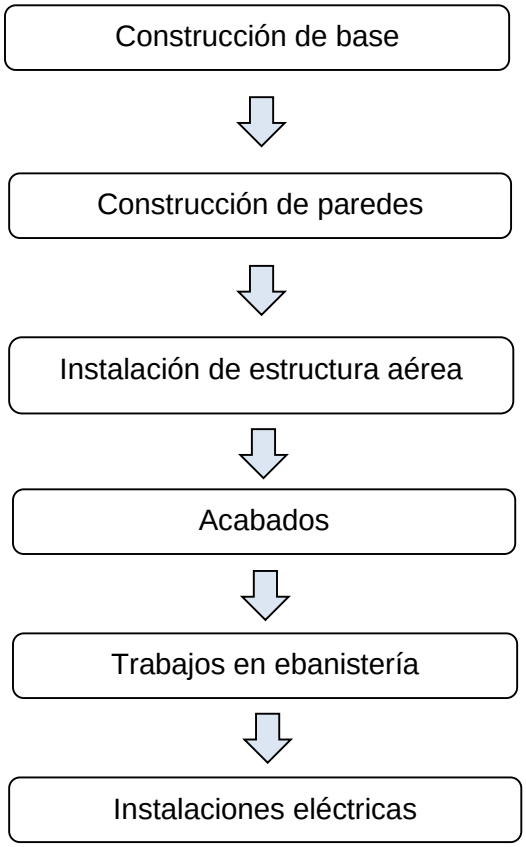


Figura 2. **Proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera maciza.**

3.5.2. Análisis de costos entre un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera y otro construido con material semi-noble

Para la realización del análisis comparativo, se solicitó a (Isuiza, 2019), el presupuesto (ver anexo 02) de una vivienda de material semi-noble, con las mismas dimensiones y características del módulo de vivienda de ladrillos de madera, (ver diseño en el anexo 05)

Posteriormente se realizó el análisis entre el costo total y los costos por proceso constructivo de ambos proyectos de vivienda, de acuerdo a la figura 2.

3.5.3. Determinación del tiempo usado en los principales procesos constructivo del módulo de vivienda de 50 m² con ladrillos de madera maciza.

La información de tiempo de los procesos y subprocesos constructivos, se registraron en horas, con la ayuda de cronómetros y un formato pre establecido. Los procesos y subproceso evaluados se presentan en la tabla 1.

Tabla 1. Principales procesos y subprocesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillo de madera.

Procesos	Subproceso
Construcción base	Construcción de la base o cimiento
	Construcción de veredas
	Construcción de loza o piso principal
Construcción de paredes	Instalación de los ladrillos de madera maciza
	Instalación de Marcos de puertas y ventanas
Instalación de estructura aérea	Instalación de voladizos
	Instalación de tijerales
	Instalación de correajes y calaminas
Acabados	Acabado de exteriores e interiores

3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.6.1. Técnicas

a) Observación directa

Esta técnica nos permitió observar en forma directa las actividades de construcción del proyecto, a fin de definir los procesos constructivos para precisar sus costos. Asimismo compararlos con los costos de una vivienda de material semi-noble.

b) Revisión de documentos

Esta técnica consistió en acopiar información de los gastos efectuados (materiales, mano de obra y pago de servicio) para posteriormente clasificarlos según los procesos constructivos definidos y cumplir los objetivos de la investigación.

3.7. PROCESAMIENTOS DE DATOS

El procesamiento de datos de costos se agrupó en tablas Excel de acuerdo a los procesos constructivos, para posteriormente ser presentados en tablas y figuras, de acuerdo a los objetivos de la investigación.

3.8. TRATAMIENTO DE DATOS

Los gastos efectuados (materiales, mano de obra, servicios) para la construcción del módulo de vivienda de ladrillos madera, se ingresaron en Excel clasificándola sistemáticamente para determinar los costos por proceso constructivo.

Para el análisis comparativo de costos entre un módulo de vivienda de ladrillos de madera y otro de material semi-noble de las mismas dimensiones, los datos se sistematizaron en Excel y se presentaron en figuras comparando el costo total y el costo por proceso productivo.

La obtención de tiempos en cada proceso constructivos fue procesada en tablas Excel para el cálculo de las horas y días, determinando el tiempo total de la obra, y el tiempo de los principales procesos constructivos.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1. DETERMINACIÓN DE LOS COSTOS POR PROCESO CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA.

Tabla 2. Costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillo de madera maciza.

Proceso y subproceso	Costo parcial	Porcentaje
Base	***S/ 4.809,50***	***10,73%***
Construcción de base o cimiento	839,00	1,87%
Construcción de veredas	726,50	1,62%
Construcción de piso principal	1264,00	2,82%
Mano de obra	1980,00	4,42%
Paredes	***S/ 24.960,63***	***55,67%***
Instalación de base de ladrillos	536,75	1,20%
Instalación de ladrillos para paredes	21777,25	48,57%
Instalación de marco de dinteles, ventanas y puertas	726,63	1,62%
Mano de obra	1920,00	4,28%
Estructura aérea	***S/ 4.358,00***	***9,72%***
Instalación de tijerales	963,00	2,15%
Instalación de correaje	300,00	0,67%
Instalación del techo	1415,00	3,16%
Mano de obra	1680,00	3,75%
Acabados	***S/ 3.987,00***	***8,89%***
Lijado y sellado de paredes	476,00	1,06%
Instalación de cielo raso	385,00	0,86%
Pintado de paredes internas, externas y cielo raso	726,00	1,62%
mano de obra	2400,00	5,35%
Ebanistería	***S/ 3.278,00***	***7,31%***
Instalación de puertas	763,00	1,70%
Instalación de ventanas	1000,00	2,23%
Mano de obra	1515,00	3,38%
Instalaciones eléctricas	***S/ 3.082,50***	***6,87%***
Instalación de tablero de distribución, iluminación y puntos de corriente	2082,50	4,64%
Mano de obra	1000,00	2,23%
Varios	***S/ 363,50***	***0,81%***
Total	***S/ 44.839,13***	***100,00%***

La Tabla 2, muestra que el costo por proceso constructivo y el costo total para la construcción de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera, ascendió a S/. 44.839,13. En comparación con otro estudio (Chirico, 2019), determino el costo total de construcción de una vivienda de 50 m^2 utilizando un sistema constructivo convencional que fue de S/ 51.800,12. Se puede observar resultados diferentes, debido a que el sistema de construcción convencional eleva su costo en el proceso bases utilizando hormigón armado, con respecto a las bases del presente estudio (base de cemento). Por otro lado, el costo de construcción de vivienda es relativo, debido a que depende de los materiales, diseño, ubicación y de la calidad de construcción, tal como también lo indica (Martinez, 2018).

Así mismo, (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016), compararon el costo total de tres tipos de construcciones, obteniendo en el Sistema de Albañilería armado un total de S/. 46.087,50; Sistema de Placas y Losas de Concreto Armado fue de S/. 43.418,63 y Sistema de Pre-Fabricados con Muros TIL-T-UP y Prelosas fue de S/. 42.608,65. Los valores registrados se asemejan a nuestra investigación que fue de S/. 44.839.13. Por otro lado, (Granda Saona, 2017), determinó el presupuesto de costo de una vivienda obteniendo un total de S/. 32.429,00. Este valor es bajo con respecto a nuestra investigación, debido a que Granda determinó el presupuesto sin considerar el costo de mano de obra.

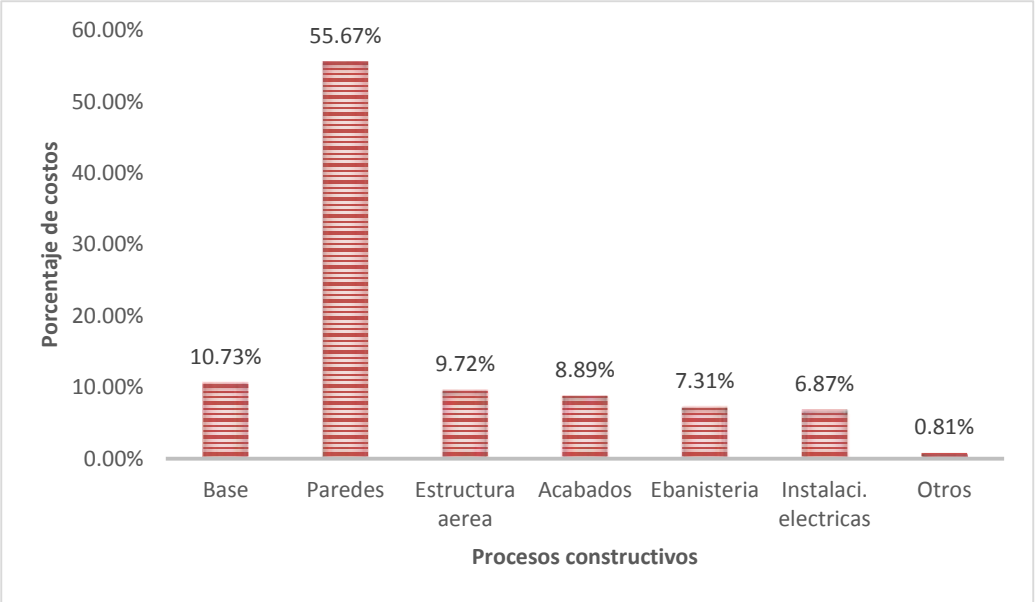


Figura 3. Distribución porcentual de costos en la construcción de un módulo de vivienda de 50 m² con ladrillo de madera maciza.

La Figura 3, muestra la distribución porcentual de costo por proceso constructivo. En el que se observa que el proceso de construcción de la base represento un 10,73 % (S/ 4.809,50) del costo total, mientras que la instalación de paredes represento el mayor porcentaje de inversión con un 55,67% (S/ 24.960,63), en sentido contrario los procesos constructivos; de instalación de la estructura aérea, acabados, ebanistería y otros, tuvieron una participación individual por debajo del 10 %.

Específicamente en la tabla 2 y figura 3 se observa que, en el proceso *constructivo de la base*, se generó un gasto de 10,73 % del costo total, en actividades de cimentación, construcción de veredas y piso principal, donde se utilizaron material, propios de la construcción tradicional (cemento, fierro, arena), en ese (Atapuma, Jarrin, & Mora,

2013), mencionan que, en cuanto a los costos de materiales, es evidente que el acero implica un mayor gasto ya que su costo en la vivienda resulta un 24.50% mayor que el hormigón y 18.46% mayor que la madera.

En la tabla 2 y figura 3, también se observa que la *construcción de paredes* tuvo una participación de 55,67% del costo total, en este proceso se realizaron actividades de instalación de base de ladrillos, construcción de paredes con ladrillos de madera, instalación de marcos dinteles, ventanas y puertas. El valor monetario (S/ 24.960,63) encontrado en la investigación es menor a lo encontrado por (Martìnez, 2009), quien determinó que el costo de instalación para construcción de muros con bloques macizo de hormigón en 376,3 m^2 fue de S/. 62.392,18. Por otro lado, infiriendo este último valor a un área de 50 m^2, el costo representa S/. 8.293,57, valor muy por debajo en la investigación (S/ 24.960,63), esta diferencia se explica debido al alto costo unitario de los ladrillos de madera de lagarto caspi, que ascendió a S/ 7,50 /unidad, tomado de (Macedo, 2019). El proyecto utilizó 2746 unidades, constituyendo solamente gasto por compra de material de S/. 20.595,00.

Del mismo modo la tabla 2 y la figura 3, muestra que la *estructura aérea*, tiene una participación del 9,72 % (S/. 4.358,00) del costo total, en actividades de instalación de tijerales, correas y techo. Este valor es diferente a lo encontrado por (Granda Saona, 2017), quien determinò el presupuesto en el proceso de construcciòn de estructura de una vivienda de primer piso, obteniendo un costo de S/. 22.822,00, esto es debido a los materiales utilizados en las instalaciones del techo son de acero y homigòn, aumentado el costo en el presupuesto.

Por otro lado, la estrutura de hormigon armado entre su ventaja es que tiene vida util muy larga y que su mantenimieto es muy barato y las estruturas de madera presentan estètica en la construciòn, pero es mas sencible a la degradacion especialmente causado por la humedad tal como tamnien lo indica (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016).

En esta misma linea la tabla 2 y la figura 3, manifiesta una partcipacion del 8,86% (S/ 3.987,00) en los *acabados* (lijado y sellado de paredes, instalacion de cielo raso, pintado de paredes internas, externas y cielo raso). La tabla 2 muestra los sub procesos de acabado, obteniendo que el pintado de paredes internas, externa y cielo raso el costo de proceso fue mayor (1.62 %, S/. 726,00), con respecto al lijado y sellado de paredes (1.06 %, S/. 476,00) e instalación de cielo raso (0.86 %, S/. 385,00). Por otro lado, (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016), determino el costo de acabado en el sub proceso de pintado de exteriores e interiores obteniendo S/. 856,83, los resultados se asemeja a la investigación (S/. 726,00.)

Asimismo la tabla 2 y figura 3, muestra que le costó del proceso de *ebanistería* (Instalación de puertas y ventanas) represento un 7,31% (S/. 3.278,00) del costo total. Por otro lado, (Fuentes, 2014) determinó el costo en las instalaciones de puerta y ventanas (ebanistería) en una construcción de vivienda de albanaría armada fue de S/. 2.958,86 coincidiendo con (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016), en sistema de construcción armado de concreto obteniendo S/. 2.720,00.

En comparación con la investigación se observa resultados diferentes (S/. 3.278,00) esto es debido a que Fuentes y Chávez no consideraron el costo de mano de obra.

Finalmente la tabla 2 y figura 3, presenta que el costo del proceso de instalaciones eléctricas, adquirió una participación del 6,87% del costo total, representando un gasto monetario de S/ 3.082,50, valor ligeramente menor a lo determinado por (Fuentes, 2014) y (Granda Saona, 2017), quienes coincidieron en los costos de instalaciones eléctricas en las construcciones de viviendas en Sistema de Albañilería Armado con S/ 3.717,00 y S/ 3.467,00.

4.2. ANÁLISIS DE COSTOS ENTRE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA MACIZA Y OTRO CONSTRUIDO CON MATERIAL SEMI-NOBLE.

La figura 4, Presenta el costo total de dos módulos de vivienda con las mismas dimensiones (50 m^2), pero construidas con diferente material.

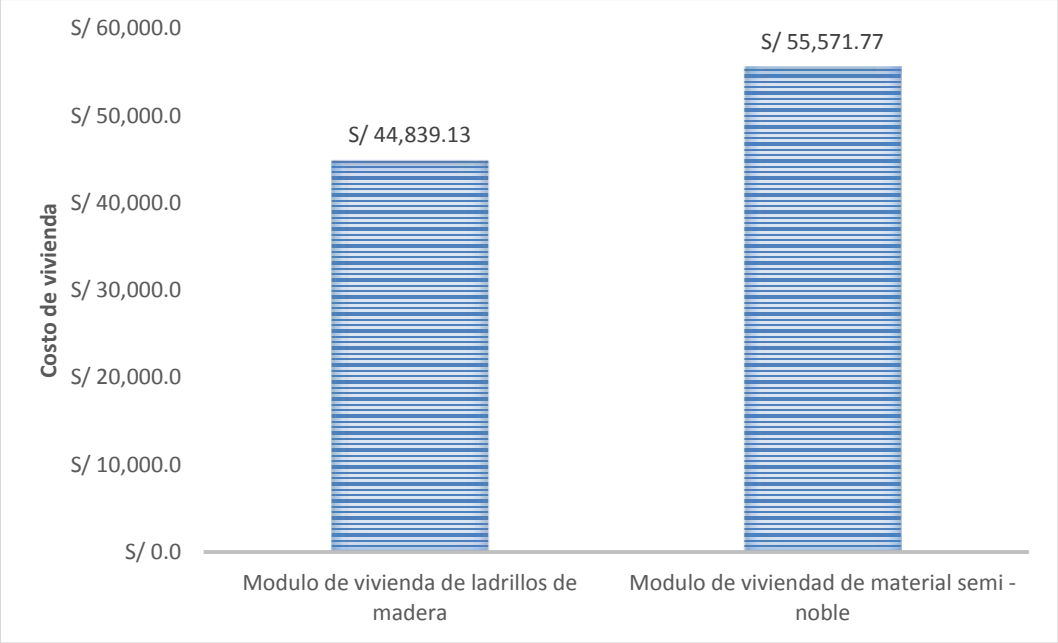


Figura 4. **Costos de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillo de madera maciza y otro con material semi-noble.**

La figura 4, demuestra que el costo de construcción del módulo de vivienda de material semi-noble de 50 m^2, ascendió a S/. 55.571,77, mientras que el costo del módulo de vivienda con ladrillo de madera de 50 m^2, sumo S/. 44.839,13, generando una diferencia del 19,31 % (S/. 10.732,64), simbolizando el 80,69% del costo de la vivienda de material semi–noble.

Este último valor no se ajusta frente a lo mencionado por, (ACCIONA, 2016) quien manifiesta que las casas de madera son hasta un 30% más barata que las viviendas de hormigón y ladrillo habituales.

Para entender esta situación, la tabla 3 y la figura 5, presenta los costos por proceso constructivo, que nos permitirán identificar las causas de esta alta representación (80,69%) frente al costo de una vivienda de material semi-noble.

Tabla 3. Costos por proceso de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillo de madera maciza y otro con material semi noble.

Proceso constructivo	Vivienda de ladrillos de madera		Vivienda de material semi noble[1]	
	Costo (S/)	%	Costo (S/)	%
Base	4.809,50	10,73	13.781,08	24,80
Paredes	24.960,63	55,67	21.927,34	39,46
Estructura aérea	4.358,00	9,72	4044,81	7,28
Acabados	3.987,00	8,89	8701,64	15,66
Ebanistería	3.278,00	7,31	2431,93	4,38
Instalación. eléctricas	3.082,50	6,87	4236,52	7,62
Varios	363,50	0,81	448,45	0,81
Total	***S/ 44.839,13***	***100,00***	***S/ 55571,77***	***100,00***

***1*: Presupuesto realizado por** (Isuiza, 2019)

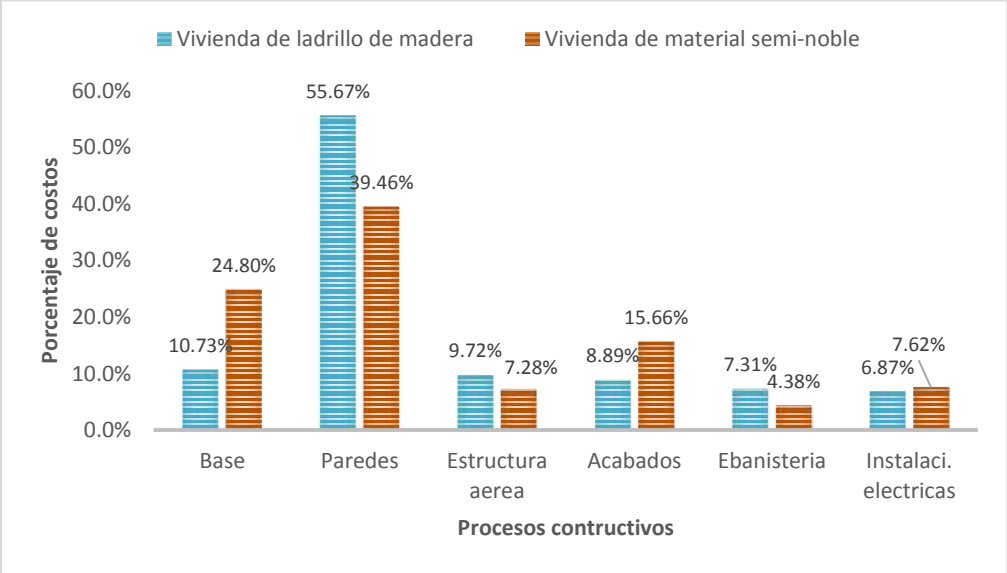


Figura 5. Costos por proceso constructivo de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillo de madera maciza y otro con material semi-noble.

En la tabla 3 y la figura 5, se observa que el costo de la construcción de la base de la vivienda de ladrillos de madera representó el 10,73% (S/ 4.809,50), mientras que la vivienda con material semi-noble,

genero el 24,80% (S/ 13.781,08), un 14,07% más, frente a la casa de ladrillos de madera. Para entender este valor (14,07%), debemos mencionar que en éste proceso constructivo se realizaron actividades comunes como; la construcción de piso principal y veredas, mientras que difirieron en tareas de cimentación, teniendo un mayor movimiento de tierra, utilizando mayor cantidad de concreto en el cimiento de la vivienda de material semi-noble, lo que aumento los costos.

Por otro lado la tabla 3 y la figura 5, muestran que existe una diferencia de costos del 16,21% en la construcción de las paredes, existiendo un mayor costo (55,67% - S/ 24.960,63) en la vivienda de ladrillos de madera. Esta situación se explica debido al alto costo del ladrillo de madera (S/ 7,50/unidad), en el proyecto se utilizó 2746 unidades, constituyendo un gasto por compra de material de S/. 20.595,00.

La tabla 3 y figura 5 también muestran que el costo de la instalación de la estructura aérea de la vivienda con ladrillos de madera ascendió al 9,72% (S/ 4.358,00) de su costo total, mientras que la vivienda con material semi noble representó el 7,28% (S/ 4044,81) de su inversión, generando una diferencia de costo del 2,44%. En este proceso se realizaron trabajos comunes de instalación de tijerales, correajes y techado. Esta mínima diferencia (2,44%), se explica debido al tipo de madera utilizado, teniendo las vigas y correas de quinilla un mayor precio que las vigas de lagarto caspi que se emplearon en la casa de ladrillos de madera.

En la tabla 3 y figura 5, manifiesta que existió diferencia de costo en el proceso de acabados obteniendo que en la vivienda de madera fue menor 8,89% (S/. 3.987.00) con respecto a la vivienda de material semi noble 15,66% (S/. 8.701,64), esto es debido a que acabados en casa semi noble lo que aumenta el costo son las pinturas. Considerando que son utilizados en diferentes procesos, tales como pintura para muros de interior, pintura para las columnas y vigas, pintura esmalte para contrazolados y pintura barniz para la madera. Se concuerda con lo manifestado por (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016) que los materiales para construcción de vivienda en sistema de hormigón en el proceso de acabado es mayor con respecto a casas de madera. Por otro la lado, esta diferencia se explica en la casa de ladrillos de madera se utilizó tablillas de marupa en el cielo raso, mientras que la casa de material semi-noble se instaló el cielo raso de machimbrado de quinilla, generando una diferencia de costos por la diferencia de precio de las tabillas.

Consecuentemente en la tabla 3 y figura 5 se puede observar que los costos en los procesos de ebanistería de una vivienda de madera y semi noble son diferentes. Las instalaciones en puertas y ventanas en viviendas de madera fue mayor 7,31% (S/. 3.278.00), mientras que en la vivienda de semi noble fue 4,38% (S/. 2.431,93). Esto es debido a la gran variedad y modelo de precios de puertas y ventanas, además de diferentes accesorios para su instalación tal como lo indica (Martìnez, 2009)

Finalmente la tabla 3 y la figura 5, muestra que los costos en las instalaciones eléctricas en vivienda de madera fue menor, representando un 6,87% (S/. 3.082,50) mientras que la vivienda semi noble genero un 7,62% (S/. 4.236,52) de su costo total, esta ligera diferencia de 0,75%, se explica debido a que solamente la vivienda de material semi noble, posee puesta a tierra, aumentando ligeramente la inversión.

4.3. DETERMINACIÓN DEL TIEMPO USADO EN LOS PRINCIPALES PROCESOS CONSTRUCTIVO DE UN MÓDULO DE VIVIENDA DE 50 M² CON LADRILLOS DE MADERA

Tabla 4. Tiempo de los principales procesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillo de madera maciza.

Proceso	Subproceso	Horas	Días
Construcción de la base	Construcción de la base o cimiento	50 h : 4'	6
	Construcción de veredas	31 h : 6'	4
	Construcción de loza o piso principal	7 h	1
Construcción de paredes	Instalación de los ladrillos de madera maciza	116 h : 1'	13
	Instalación de Marcos de puertas y ventanas	20 h : 25'	3
Construcción de paredes	Instalación de voladizos	12 h : 50'	2
	Instalación de 8 tijerales	46 h : 5'	6
	Instalación de 14 correajes y calaminas	45 h : 30'	6
Acabados	Acabado de exteriores e interiores	145 h : 30'	18
	Acabado de exteriores e exteriores	16 h : 25'	2

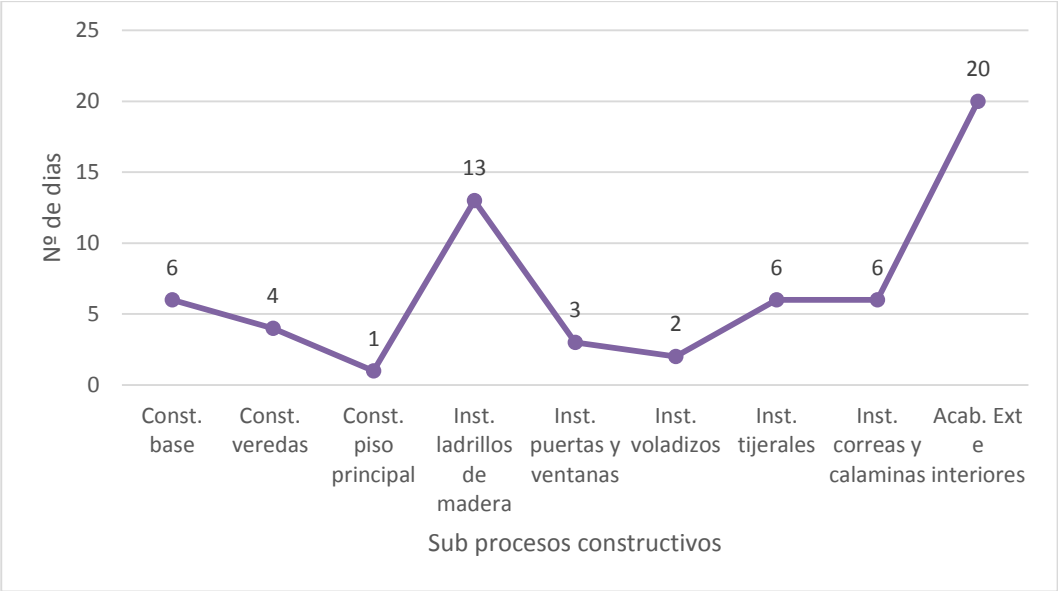


Figura 6. Tiempo (días) empleado en los subprocesos constructivos de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillo de madera.

El módulo de vivienda de 50 m2 con ladrillo de madera finalizo en 61 días tal como se muestra en la tabla 6. Por otro lado, el mayor tiempo en que se realizó la actividad fue en acabados con 18 días, seguido de en las instalaciones de ladrillos (13 días), mientras que la construcción del piso principal fue el subproceso con menor número de días (1 dia). En comparación con otro estudio (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016) determinó el tiempo de ejecución de tres tipo de sistema de casas, Sistema de Albañilería Armada fue en 240 días, Sistema de Placas de Concreto Armado 123 días y Sistema de Pre fabricado fue de 147 días.

Se puede observar que los días de construcción de viviendas de madera fue menor con respecto a los tres tipos de sistema presenta por Chaves. Esto es debido a que el tiempo que lleva construir una casa varía según el tamaño y diseño, tal como también lo indica (Diez, 2018).

Así mismo, se concuerda con (Chavez Ramirez, Gastelu Zegarra , & Vicente Gutierrez, 2016) que las actividades de acabados representa mayor días de las actividades de obra.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

1. La construcción del módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense Camb,* genero un costo total de S/ 44.839,13, distribuyendo la inversión la siguiente manera; 10,73 % en la construcción de base; 55,67% en la construcción de paredes; 9,72% en la instalación de estructura aérea; 8,89% en tareas de acabados; 7,31% en trabajos de ebanistería y 7,68 % en instalaciones eléctricas y otros.

2. El costo de construcción de un módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense Camb*, es 19,31% (S/. 10.732,64) menor, al costo de construcción de una vivienda de material semi-noble (S/. 55.571,77) de igual dimensión (50 m^2).

3. El tiempo empleado en la construcción del módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera maciza de *Callophyllum brasiliense Camb,* fue de 61 días, distribuidas de la siguiente manera; 11 días en la construcción de la base; 16 días en la construcción de paredes; 14 días en la instalación de la estructura aérea y 20 días en trabajos de acabado.

5.2. RECOMENDACIONES

1. Utilizar otras especies maderables en la construcción de viviendas ladrillos de madera, a fin de adquirir en menor precio los ladrillos.

2. Se recomienda la construcción de ambientes, módulos y/o viviendas con ladrillo de madera maciza por los diversos beneficios, confort e innovación en la construcción.

3. Es necesario construir módulos de vivienda de ladrillos de madera maciza con especies forestales maderables de mayor abundancia para evitar paralizaciones por falta de ladrillos fabricados e importar madera larga comercial a la capital.

4. Continuar desarrollando investigaciones de este tipo pero por contrato al personal técnico en los procesos de construcción de paredes, estructuras aéreas y acabados para ser ejecutados en menos tiempo.

5. Indispensable desarrollar pequeña o mediana empresa en la producción de ladrillos de madera maciza con especies forestales de bosques manejados de esta manera evitar la tala ilegal de bosques primarios y contribuir con el desarrollo sostenible.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

ACCIONA. (24 de Marzo de 2018). *Sostenibilidad*. Obtenido de Construccion y urbanismo: http://www.sostenibilidad.com/construccion-y-yurbanismo/construccion-sostenible-casas-de-madera/

Arcia, M. (2011). *Casas de madera.* Buenos Aires: Casas Ecologicas.

Atapuma, M., Jarrin, C., & Mora, C. (2013). *Estudio tecnico economico comparativo entre proyectos estructurales de hormigon armado, acero y madera para vivienda y edificios.* Quito: Universidad central del ecuador. Facultad de ingenieria, ciencias fisicas y matematica.

Bertin, R. A. (2007). *Analisis comparativo entre albañiria de EPS como metodo innovador y albañirria tradicional de ladrillo en base a una vivienda de 44, 3 mt2, en relacio costo-sutentabilidad.* Valdivia - Chile: Universidad Austral de Chile.

CAPECO. (2003). *Costos y presupuestos en edificaciones.* Lima: CAPECO.

Castro, D. (2003). *El proyecto de investigacion y su esquema de elaboracion.* Caracas: Uyapal.

Chavez Ramirez, M., Gastelu Zegarra , K., & Vicente Gutierrez, T. (2016). PROPUESTA DE SISTEMA DE CONSTRUCCION. *UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS*, 124.

Chirico, L. (25 de Marzo de 2019). *La construccion de vivienda en madera*. Obtenido de Universidad de la Republica de Uruguay: http://www.fadu.edu.uy/tesinas/files/2013/11/tesina-Lucia-Chirico-1.pdf

Clarin, F. (2016). Casa en madera: Rapida, economica, sustentable y segura. *Arquitectura*, 2.

Colchado Lopez, M. A. (2018). *Identificaciòn de los principales defectos y caracteristicas fisicas de ladrillos de madera maciza de Calophyllum*

brasiliense (Lagarto caspi). Pucallpa - Perù: Universidad Nacional de Ucayali.

CTE. (25 de Marzo de 2019). *Arquitectura Tecnica*. Obtenido de Codigo tecnico de Edificacion : http://www.arquitectura-tecnica.com/hit/Hit2016-2/DBHE.pdf

De Llano, J., Gonzales, B., & Llinares, M. (2010). *Conceptos basicos de la construccion con madera .* Cordoba: CONFEMADERA.

Diez, R. (2018). *Casas Nuevas*. Obtenido de https://www.casasnuevasaqui.com/guia-para-casas-nuevas/articulos/cuanto-tiempo-lleva-construir-una-nueva-casa

Fuentes, L. (2014). Diseño de un modelo de costo basado en acividades para la construcciòn de vivienda de interes social en la cudad de Tunja. *Universidad Tecnologica de Pereira*, 79.

Gonzales, A. (28 de Enero de 2015). *El mundo*. Obtenido de Casas de madera: http://www.elmundo.es/economia/2015/01/28/54c22648ca4741b4368b4576

Gonzales, I. (2014). *Vivienda de madera, una opcion viable y economica.* Guadalajara: Grupo Expancion.

Granda Saona, P. (2017). Anàlisis de costo y proceso constructivo de una vivienda unifamiliar en mampostèia confinada. *Universidad San francisco de Quito* , 40.

Gutierrez, M. (12 de Abril de 2019). *Clasificacion contable de los costes en la construccion* . Obtenido de Madera: http://pdfs.wke.es/7/6/3/4/pd0000047634.pdf

Hileras, C. (2013). *Proceso Constructivo de una casa de madera de entramado ligeros.* Madrid: AFCCM.

Isuiza, E. P. (2019). *Diseño de un prototipo de material semi noble para la contruccion de viviendas en Pucallpa.* Pucallpa: Ing. Civil Edwinton Pizango Isuiza - CIP 18198.

Lopez, R. (1998). *Como hacer un proyecto de investigacion.* Caracas: Panapo.

Macedo, S. (2019). *Costos y rendimiento de mano obra en la produccion de ladrillos de madera Calophyllum brasiliense (lagarto caspi), en el taller de la carpinteria de la UNU - Pucallpa.* Pucallpa: Universidad Nacional de Ucayali (UNU).

Martìnez, A. (2009). Anàlisis compratívos de costos entre albañileria de bloques macizos de hormigòn celular y de bloques huecos de hormigòn de cemento, utilizando como material alternativo en la construcciòn de muros y antehos en obra ampliaciòn mall plaza de los rìos, valdi. *Universidad Austral de Chile*, 102.

Martinez, E. (22 de Noviembre de 2018). *Casas prefabricadas*. Obtenido de https://www.idealista.com/news/inmobiliario/vivienda/2018/11/21/769643-cuanto-cuesta-una-casa-prefabricada-precios-y-modelos

MEF. (30 de marzo de 2019). *Año Fiscal*. Obtenido de Ministerio de economia y finanzas: http://www.mef.gob.pe/es/glosario-sp-5902/año

Neuquen, M. (27 de Marzo de 2019). *LMNeuquen*. Obtenido de Ladrillo de madera: http://www.lmneuquen.com/del-pino-neuquino-al-ladrillo-madera-n184163

OAVCEN. (2016). La madera en arquitectura y construccion. *Madera en arquitectura*, 16.

Pacheco, I. (2016). *Grandes ventajas de construir una casa de madera.* Madrid: Hormigas.

Parra, J. (3 de Abril de 2013). *Dipecholac*. Obtenido de Manual de construccion en madera: http://dipecholac.net/docs/xfiles/490-6.pdf

Rondon, C. (2016). *Los mejores tips para construir tu propia casa de madera.* Santiago: Homily Internacional.

Torres, I. (27 de Marzo de 2019). *InfoNegocios*. Obtenido de Agil y fuerte como el ladrillo de madera: http://infonegocios.info/infoarquitectura/agil-y-fuerte-como-ladrillo-de-madera

Uchida, J. M. (2011). *Guia de costos de produccion, comercializacion y produccion de miel de abeja.* Lima: Jorge Murakami Uchida.

Vergés, v. (2016). *¿Cuánto cuesta una casa de madera?* Barcelona: Slowhome.

ANEXOS

ANEXO 01

Tabla 5. Formato de registro de tiempo en las actividades de los procesos de construcción de un módulo de vivienda con ladrillos de madera

Actividad	Hora	Minutos	Días	Nº personal	H/Hombre

ANEXO 02

Tabla 6. Costos de módulo de vivienda de material Semi noble de 50 m2.

Descripción	Und	Metrado	Precio S/	Parcial S/
1. Base				**S/ 13.781,08**
1.1. Obras provisionales				***3.750,00***
1.1.1. Transporte de materiales, equipos y herramientas	Glb	1,00	2.500,00	2.500,00
1.1.2. Almacén de obra y guardianía	mes	2,50	300,00	750,00
1.1.3. Cartel de obra de 1.80 x 2.70 m	und	1,00	500,00	500,00
1.2. Movimiento de tierras				***2.783,77***
1.2.1. Excavación de zanja manual	m3	19,53	47,13	920,45
1.2.2. Relleno compactado con material propio	m3	6,84	26,76	183,04
1.2.3. Relleno compactado con mat. Prestamo (Tierra roja p/relleno) zona material organico	m3	8,47	102,71	869,95
1.2.4. Relleno compactado con material de préstamo mejorado (80% H 20% T.R)	m3	3,57	136,21	486,27
1.2.5. Eliminación de material excedente hasta 30 mtr (a mano usando carretilla)	m3	16,50	19,63	324,06
1.3. *Obras de concreto simple*				*3.822,15*
1.3.1. Solado C H= 1:10 E4"	m2	16,29	43,20	703,73
1.3.2. Cimiento corrido C H 1:6	m3	8,13	383,57	118,42
1.3.3. Pisos y pavimentos				*2.516,16*
1.3.4. Piso de cemento pulido E=4"	m2	24,21	48,07	1.163,77
1.3.5. Vereda de concreto E=4"	m2	19,44	43,65	848,56
1.3.6. Encontrado y desencofrado en pisos y veredas	m2	5,46	38,50	210,21
1.3.7. Bruñas de 1 cm en pisos y veredas	ml	101,60	2,89	293,62
1.4. *Zócalos y contra zócalos*				*909,00*
1.4.1. Contra zócalos cemento semi pulido sin colorear H=20cm (Exterior)	ml	60,00	15,15	S/ 909,00
2. Paredes				**S/ 21.927,23**
2.1. *Sobrecimiento reforzado*				**5.975,63**
2.1.1. concreto en sobrecimeinto o FC=210 KG/CM2	m3	4,55	482,40	2.194,92
2.1.2. Encofrado y desencofrado de sobrecimientos	m2	57,65	42,13	2.428,79
2.1.3. Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2	kg	242,26	5,58	1.351,92
2.2. *Columna*				**4.160,02**
2.2.1. Concreto en columna FC=210KG/CM2	m3	1,40	510,46	714,57
2.2.2. Encofrado y desencofrado de columnas	m2	20,90	48,16	1.006,54

2.2.3. Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2	kg	437,06	5,56	2.438,91
2.3. *Viga de amarre*				**2.119,40**
2.3.1. Concreto en viga de amarre FC=210 KG/CM2	m3	1,09	551,27	600,88
2.3.2. Encofrado y desencofrado en vigas de amarre	m2	15,20	53,64	815,33
2.3.3. Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2	kg	126,02	5,56	703,19
2.4. *Viguetas*				**311,63**
2.4.1. Concreto en vigueta FC=175 KG/CM2	m3	0,16	459,74	73,56
2.4.2. encofrado y desencofrado en vigueta	m2	2,13	39,91	85,01
2.4.3. Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2	kg	27,43	5,58	153,06
2.5. *Muros y Tabiques de albañileria*				**5.172,86**
2.5.1. Muro de ladrillo caravista de 9x13x24 cm asentado de soga	m2	80,10	64,56	5.172,86
2.6. *Revoques enlucidos y molduras*				**4.187,69**
2.6.1. Tarrajeo en muros interiores	m2	96,83	27,61	2.673,48
2.6.2. Tarrajeo de vigas	m2	34,97	29,26	1.023,22
2.6.3. Bruñas de 1/2" en muro Exteriores e Interiores	ml	61,10	5,43	331,77
2.6.4. Vestidura de derrames	ml	10,65	14,95	159,22
3. Estructura aérea				**4.044,81**
3.1. Horquilla sujetador de vigas (INC PITINAS, ARANDELAS y PERNOS)	und	8,00	55,72	445,76
3.2. Viga de madera quinilla L=7,50 m (INC CARTELES)	p2	86,72	6,91	599,24
3.3. Correas de madera 2" x 2"	p2	92,95	5,74	533,53
3.4. Cobertura de calamina galvanizada e=23mm DE CANALES	m2	94,10	24,86	2.341,21
3.5. Cumbrera de calamina lisa	m2	8,25	15,16	125,07
4. Acabados				**8.701,63**
4.1. *Cielorasos de madera machimbrada (INC ENTRAMADO)*				**5.456,80**
4.1.1. Cielorasos de madera machimbrada (INC ENTRAMADO)	m2	90,00	53,44	4.809,60
4.1.2. Friso de madera de 1/2" x 7	ml	18,50	9,96	184,63
4.1.3. Friso de madera en laterales 3/4" x 2	ml	13,80	3,90	53,82
4.1.4. Rodon de madera E=3/4"	ml	65,40	6,25	408,75
4.2. *Pintura*				**2.998,12**
4.2.1. Pintura de latex en muros interiores	m2	98,43	10,68	1.051,23
4.2.2. Pintura latex en columnas vigas y viguetas	m2	34,97	10,68	373,48
4.2.3. Pintura esmalte en contrazocalos	m2	20,00	12,59	251,80
4.2.4. Pintura barniz en carpinteria de madera	m2	107,10	12,34	1.321,61
4.3. *Cerrajeria*				**246,71**

4.3.1. Cerradura de dos golpes	und	1,00	136,97	136,97
4.3.2. Bisagras capuchinas de 4"	und	6,00	18,29	109,74
5. Ebanistería				**S/ 2.431,93**
5.1. Puerta de madera apanelada 2,00 x 2.10 M (INC MARCO Y PINTADO)	und	1,00	645,18	645,18
5.2. Ventana de vidrio con marcos de aluminio	m2	9,50	186,12	1.786,75
6. instalaciones eléctricas				**S/ 4.236,52**
6.1. Salida para centro de luz	pto	2,00	83,54	167,08
6.2. Salida para ventilador	pto	1,00	133,54	133,54
6.3. Interruptores unipolar simple	und	4,00	67,33	269,32
6.4. Tablero de distribución INC Interior termomagneticos	und	1,00	667,72	667,72
6.5. Alimentación de tablero general A TD-2	ml	20,00	12,94	258,80
6.6. Artefacto Fluorescente de 40 W	pza	8,00	145,80	1.166,40
6.7. Artefacto ventilador techo	pza	2,00	345,80	691,60
6.8. Luminaria ahorrador de 25 W y reja protectora	und	3,00	43,78	131,34
6.9. Caja de pase octogonal de 100 x 100 x 50 mm	und	8,00	18,78	150,24
6.10. Pozo de puesta a tierra	und	1,00	600,48	600,48
7. Varios				**448,45**
Total				***S/ 55.571,65***

Fuente: (Isuiza, 2019)

ANEXO 03

Tabla 7. Costos de módulo de vivienda de 50 m^2 con ladrillos de madera maciza de Callophyllum brasiliense Camb. (Lagarto caspi).

Proceso		Costo parcial
1.	**Base**	**S/ 4.809,50**
	1.1. Construcción de base o cimiento	839,00
	1.2. Construcción de veredas	726,50
	1.3. Construcción de piso principal	1264,00
	1.4. Mano de obra	1980,00
2.	**Paredes**	**S/ 24.960,63**
	2.1. Instalación de base de ladrillos	536,75
	2.2. Instalación de ladrillos para paredes	21777,25
	2.3. Instalación de marco de dinteles, ventanas y puertas	726,63
	2.4. Mano de obra	1920,00
3.	**Estructura aerea**	**S/ 4.358,00**
	3.1. Instalación de tijerales	963,00
	3.2. Instalación de correaje	300,00
	3.3. Instalación del techo	1415,00
	3.4. Mano de obra	1680,00
4.	**Acabados**	**S/ 3.987,00**
	4.1. Lijado y sellado de paredes	476,00
	4.2. Instalación de cielo raso	385,00
	4.3. Pintado de paredes internas, externas y cielo raso	726,00
	4.4. mano de obra	2400,00
5.	**Ebanistería**	**S/ 3.278,00**
	5.1. Instalación de puertas	763,00
	5.2. Instalación de ventanas	1000,00
	5.3. Mano de obra	1515,00
6.	**Instalación. eléctricas**	**S/ 3.082,50**
	6.1. Instalación de tablero de distribución, artefactos de iluminación y puntos de corriente	2082,50
	6.2. Mano de obra	1000,00
7.	**Otros**	**S/ 363,50**
Total		S/ 44.839,13

ANEXO 04

PANEL FOTOGRAFICO



Figura 7. Área para la construcción del módulo de vivienda de ladrillo de madera maciza de 50 m².



Figura 8. Construcción de cimiento del módulo de vivienda de 50 m².



Figura 9. Construcción de veredas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 10. Proceso de construcción de piso principal del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 11. Construcción de base de ladrillos del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 12. Encastre con tarugos y clavos en ladrillos de paredes en el módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 13. Control de calidad de construcción de paredes del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 14. Culminación de construcción de paredes del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 15. Ajustes de tijerales con ángulos metálicos para estructuras aéreas del módulo de vivienda de ladrillos de madera.



Figura 16. Culminación en instalación de tijerales del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 17. Instalación de correaje de estructuras aérea del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 18. Instalación del techo con calaminas corrugadas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 19. Lijado y pulido de paredes externas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 20. Pintado de paredes externas con barniz marino del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 21. Instalación de cielo raso del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 22. Pintado de cielo raso con pintura látex del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 23. Instalación del sistema eléctrico en interiores del cielo raso del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 24. Instalación de luminarias internas del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 25. Vista lateral del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².



Figura 26. Vista frontal y acabado del módulo de vivienda de ladrillos de madera maciza de 50 m².