

### Resumen

Con el propósito de conocer objetivamente las posibilidades del uso de la madera como componente esencial para la edificación de viviendas que puedan satisfacer las expectativas de la población de Pucallpa, se prepararon diversas muestras constructivas a escala 1:1 de sectores de muros fabricados con diferentes materiales alternativos que existen y que son de uso conocido en la zona, a fin de medir instrumentalmente las características del comportamiento de las mismas.

De los resultados obtenidos de las mediciones de temperatura de los muros analizados, se interpreta que la madera genera una baja transmisión de calor exterior/interior. Por lo tanto, puede utilizarse para la construcción de edificaciones cualquiera de los materiales estudiados. Sin embargo, para obtener un aspecto de solidez es conveniente utilizar los muros con ripas de madera y revestimiento de yeso, que dan un aspecto de rigidez y ofrecen protección ante incendios, insectos xilófagos, hongos, etc.

**Palabras clave:** Madera, soleras, paneles, albañilería confinada

---

## Muros para edificaciones en la selva. Una propuesta para Pucallpa – Ucayali\*

### Walls for buildings in the jungle. A proposal for Pucallpa - Ucayali

Dr. Arq. Manuel Villena Mavila\*\*

Recibido: 28 de abril de 2016

Aceptado: 01 de junio de 2016

---

### Abstract

*The aim was to objectively appraise the possibilities of the use of wood as an essential component for home building according to the expectations of people in Pucallpa. For this, several samples were prepared, in a 1:1 scale, of wall sections made of different alternative materials that exist and are known in the area, in order to instrumentally measure their behavioral characteristics. From the temperature measurements of the walls that were analyzed, we interpreted that wood achieves a low outside/inside heat transmission. Thus, any analyzed material can be used for construction. Nevertheless, for solidity it is convenient to use walls with slats of wood and plaster coating, that can give stiffness and protection against fire, wood-boring insects, fungi, etc.*

**Keywords:** Wood, sills, panels, confined masonry.

\* Artículo elaborado sobre la base de los documentos trabajados para el capítulo 7, "La propuesta de alternativas", de la tesis para optar el grado académico de Maestro en Ciencias con mención en Arquitectura en la Universidad Nacional de Ingeniería en 2012.

\*\* Arquitecto egresado de la Universidad Ricardo Palma. Maestro en Ciencias con mención en Arquitectura por la Universidad Nacional de Ingeniería. Doctor en Arquitectura por la Universidad César Vallejo. Consultor especialista en tecnologías constructivas de adobe, tapial, bambusas, quincha y madera, así como en Diseño y Construcción en Sistemas Constructivos Convencionales, no Convencionales y Tradicionales. Especialista en vivienda rural, con 22 años de experiencia en docencia universitaria. Ponente y conferencista en múltiples eventos especializados de tecnologías tradicionales y apropiadas, a nivel nacional e internacional.

## Referente geográfico

Ucayali, cuya capital es Pucallpa, es una región/departamento que se localiza en la parte central y oriental del territorio peruano, a una altitud de 154 m.s.n.m., y posee un clima cálido húmedo con abundantes precipitaciones pluviales y un promedio histórico mensual de temperatura máxima de 31,9°C y mínima de 21.6°C.

De las 78.8 millones de hectáreas de reserva forestal del Perú, 8.7 millones se encuentran en el región Ucayali; lo cual constituye en un recurso renovable con un gran potencial. Asimismo, la actividad forestal es el eje más importante sobre el que gira la economía regional. Sin embargo, irónicamente, en Pucallpa, donde la proximidad al recurso, la industria de la transformación operante y la mano de obra especializada, entre otros, podrían haber significado el uso de este recurso tan abundante para la edificación, se ha ido imponiendo aparentemente el uso de materiales convencionales.

La elección de Pucallpa para el desarrollo de esta investigación ha sido motivada por las observaciones realizadas en diversos viajes a la zona, así como la experiencia de trabajos en edificación de viviendas en diferentes lugares de la selva baja amazónica, la participación en diversos fenómenos relacionados a la construcción en general y al empleo de la madera en particular.

Lo que resulta extraño es el poco uso de la madera en una zona donde históricamente se ha utilizado este recurso, que además es la principal abastecedora de madera en el Perú después de Loreto, con una producción de 580,871 m<sup>3</sup> al año. Existe una aparente preferencia por el empleo de la albañilería confinada para las edificaciones; esto parece en principio un fenómeno extraño e inexplicable que me indujo a plantear al presente estudio de investigación (ver Figura 1).

La investigación experimental realizada in situ tuvo un valor relevante y decisivo, puesto, que consistió en primer lugar en la fabricación de muestras constructivas y luego en la toma de mediciones instrumentales que fueron procesadas posteriormente. Esta ex-

perimentación, relacionada a la propuesta de alternativas del empleo de la madera que pueda satisfacer las expectativas de la población permitió la definición de materiales -además de la madera- que se pueden utilizar combinados con esta, para así construir muros que sean aceptados.

De esta evaluación detallada se ha logrado obtener una visión general de la condición de la madera en el lugar de estudio, lo que permite señalar algunas recomendaciones finales.

## Análisis de alternativas de muros

Si se tiene el propósito de conocer objetivamente las posibilidades del uso de la madera como componente esencial de la edificación de viviendas en la zona de Pucallpa, se debe disponer de técnicas y estrategias que lo hagan viable, y a la vez permitan satisfacer las legítimas expectativas de los propietarios.

Para el desarrollo de la investigación se determinaron los materiales -además de la madera- que se pueden utilizar combinados con esta, para construir muros que sean aceptados por los pobladores, para lo cual se prepararon nueve muestras constructivas a escala 1:1 de sectores de muros fabricados con diversos materiales alternativos cuyo uso está difundido en la zona.

Las muestras constructivas se instalaron en un espacio de similares condiciones con el fin de medir instrumentalmente las características de su comportamiento frente a las condiciones cambiantes del medio: la incidencia de los rayos solares (ver Figura 2).

En tres tomas las mediciones tuvieron una duración de 12 horas consecutivas; se realizó las lecturas de los nueve muros por ambas caras, tanto interior como exterior, cada hora. Así mismo, se efectuó un monitoreo detallado que fue procesado mediante un análisis comparativo de promedios de ancho de muros, materiales y formas de acabados de ambas caras de los muros. Esto permitió obtener resultados correspondientes al comportamiento de cada muestra constructiva frente a las condiciones climáticas cambiantes en los días de medición. Las va-



Figura 1. Prototipo Ciudad Constitución.  
Fotografía: Manuel Villena, 1985



Figura 2. Muestras constructivas.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011



Figura 3. Instrumento utilizado para la medición de muros.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011

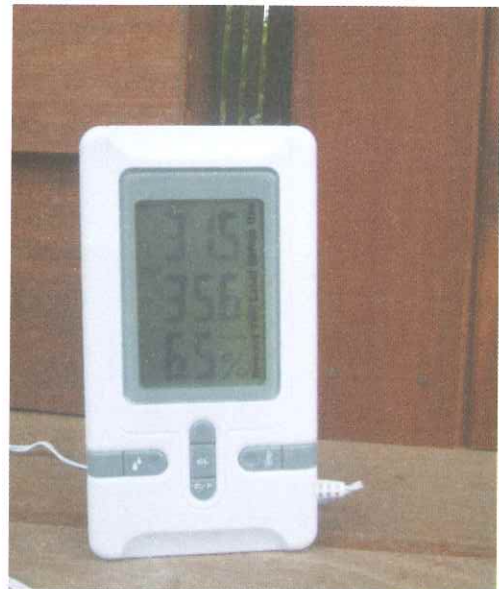


Figura 4. Instrumento utilizado para la medición de muros.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011

riables que se tomaron en cuenta para la realización de esta investigación fueron los siguientes:

- El clima: la temperatura interior-exterior de las muestras durante 12 horas consecutivas
- El tipo de material de cada una de las muestras por ambas caras
- Espesor final de los muros
- El espesor de los materiales utilizados en las muestras constructivas

#### **Instrumento utilizado para las mediciones de muros**

Para las mediciones de las muestras se utilizó un termómetro/higrómetro de interior/exterior con un sensor en el extremo para toma de datos puntuales requeridos para esta investigación, con lectura de pantalla e intervalos de lectura de temperatura en el extremo del sensor entre 50 y 70°C (ver Figuras 3 y 4).

#### **Fabricación de paneles de madera**

Para la fabricación de las muestras constructivas se tomaron en cuenta los sistemas constructivos que actualmente se emplean en Pucallpa, como el sistema de entramado de madera y el sistema de albañilería confinada, para lo cual se consideraron las Normas E.070 Albañilería y E.010 Madera, del Reglamento Nacional de Edificaciones RNE.

Para la confección de los bastidores de los paneles se empleó madera estructural de nuevas especies forestales, aserrada y seca, con un contenido de humedad inferior al 20%, libre de defectos y ataque de insectos, con dimensiones de escuadrías preferenciales para madera estructural; todas las uniones fueron a tope y clavadas. La madera utilizada fue del grupo B (densidad básica = 0,56 a 0,70 g/ m<sup>3</sup>) (ver Figura 5).

Estos bastidores estaban compuestos por

- Pie derechos de 2" x 3" x 7'
- Soleras de 2" x 3" x 2'
- Travesaños de 1"x 2" x 2' y 1.5" x 2" x 2'



Figura 5. Fabricación de muestras constructivas.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011

### Construcción de muros de ladrillo

Para la construcción de los muros de ladrillo se utilizaron los dos tipos preferidos y más usados por la población de Pucallpa:

- Ladrillo tubular 6 huecos 12 x 15 x 24 cm
- Ladrillo King Kong estándar 18 huecos 9 x 12 x 23 cm. (Figura 6)

### Ubicación de paneles y muros

Las muestras constructivas de paneles de madera y muros de albañilería se ubicaron en un área libre de Pucallpa, sobre una plataforma de madera de una construcción típica de la zona que presentaba condiciones similares, a fin de medir instrumentalmente las características de las muestras. Además, esta plataforma contaba con un techo de madera rolliza y una cobertura con paños de hoja de irapai, lo que creaba las condiciones ideales, además de asemejarse a una vivienda. Las muestras fueron orientadas al Noreste, y dispuestas en una línea recta para mantener las mismas condiciones y tomar las mediciones requeridas (ver Figura 7 y 8).

### Descripción de paneles y muros

Se prefabricaron un total de seis muestras de madera y una de quincha, que luego fueron erigidas y puestas en su lugar definitivo para ser revocadas; los dos muros de albañilería también fueron levantados en su lugar definitivo e igualmente revocados, para que con el resto de paneles de madera fuesen sometidos a las pruebas de transmisión de calor a través de las mediciones instrumentales (Figura 9).

### Toma de datos

Instaladas las muestras constructivas en su lugar definitivo, se procedió a tomar instrumentalmente datos sobre las características del comportamiento de las mismas frente a las condiciones cambiantes del clima en Pucallpa. La lectura digital de los resultados se obtuvo promediando las tres lecturas efectuadas durante el lapso de observación de las muestras.

Los resultados de este detallado monitoreo se procesaron mediante el análisis de cada uno de los avances de las lecturas, relacio-



Figura 6. Construcción de muro de ladrillos.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011



Figura 7. Ubicación de muestras constructivas en exterior.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011



Figura 8. Ubicación de muestras constructivas en interior.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011



Figura 9. Descripción de paneles y muros.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011

nándolos con los diferentes materiales, acabados, ancho de muros, análisis comparativo entre los diferentes muros, promedios, y temperaturas tomadas directa y puntualmente a cada uno de los muros tanto interior como exteriormente. Esto permitió obtener resultados correspondientes al comportamiento de cada muestra constructiva frente a las condiciones climáticas de los días de medición (ver Figura 10 y Tabla 1).

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las mediciones de transmisión de calor realizadas a cada uno de los paneles y muros, así como los respectivos promedios.

### Análisis de la toma de datos

a. Del análisis realizado a los promedios finales de las mediciones, se obtuvo que los muros N° 4 y 5 tuvieron los promedios más altos de temperatura, tanto en el interior como en el exterior (30.7/30.5°C y 30.7/30.4°C respectivamente). Le siguen en orden descendente los muros N° 6, 8, 9, 2, 7, 3 y 1 (29.6/29.8°C, 29.6/29.8°C, 29.5/29.7°C,

29.3/30.0°C, 29.3/29.8°C, 28.9/29.8°C y 28.9/30.0°C, que mantuvieron una diferencia próxima de 1.1°C con los muros N° 4 y 5.

b. Los picos más altos de temperatura para las caras interiores y exteriores de los muros del N° 1 al 5 se dieron a las 14 hrs.: 31.4/32.3°C, 31.7/32.3°C, 31.3/32.2°C, 32.7/32.7°C y 32.9/32.9°C respectivamente; sin embargo, para las muestras N° 6 a 9 las temperaturas más altas se dieron a las 15 hrs.: 31.6/31.9°C, 32.2/31.5°C, 32.3/31.4°C y 32.0/31.2°C respectivamente.

c. Del análisis comparativo solo de los muros de madera, sin considerar los muros de quincha ni de ladrillo cemento, se obtuvo lo siguiente:

- Los muros N°1 a 3, desde las 8 hrs. hasta las 16 hrs., tuvieron temperaturas más bajas (de 26.6 a 30.1°C) que los muros N° 7 a 9 (de 27.7 a 31.0°C).
- A partir de las 17 hrs. hasta las 20 hrs., la temperatura de los muros N° 1 a 3 descendieron hasta 26.2/28.5°C, 26.3/28.2°C y 26.2/27.7°C respectivamente, mientras

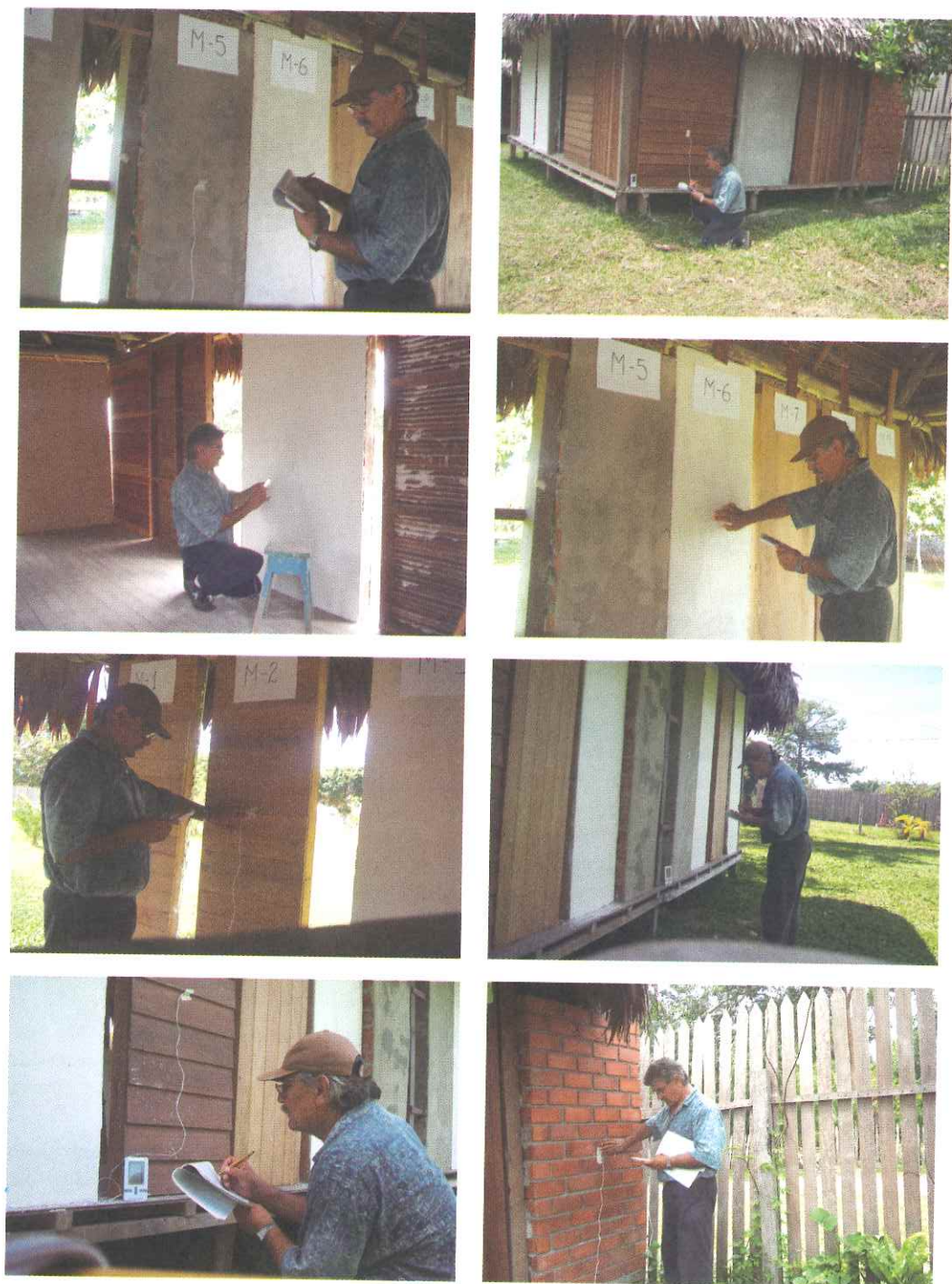


Figura 10. Panel que presenta la secuencia de toma de datos.  
Fotografías: Manuel Villena, 2011.



Tabla 1. Tipo de revestimiento por muro/panel

N°	Cara interior	Cara exterior	Ancho muro
1	Machihembrado horizontal de madera	Ripas de madera + revestimiento de yeso	110 mm
2	Machihembrado horizontal de madera	Machihembrado vertical de madera	100 mm
3	Ripas de madera + revestimiento de yeso	Ripas de madera + revestimiento de yeso	123 mm
4	Ladrillo tubular de 6 huecos 12 x 15 x 24 cm. revestimiento cemento arena 1:4		150 mm
5	Ladrillo King Kong estándar 9 x 12 x 23 cm. revestimiento cemento arena 1:4		160 mm
6	Quincha + revestimiento de yeso	Quincha + revestimiento de yeso	120 mm
7	Triplay de 6 mm	Machihembrado vertical de madera	90 mm
8	Triplay de 6 mm	Traslapado horizontal de madera	90 mm
9	Triplay de 6 mm	Ripas de madera + revestimiento de yeso	105 mm

Fuente: Mediciones propias, 2011

Tabla 2. Temperatura en muros: interior – exterior

N°	8 Horas		9 Horas		10 Horas		11 Horas		12 Horas		13 Horas		14 Horas	
	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT
1	26.6	27.1	27.6	28.6	28.4	30.2	29.1	30.5	30	30.4	30.7	31.7	31.4	32.3
2	26.6	26.7	28.7	28.9	29.8	29.9	30.2	31.4	30.7	30.6	31	31.2	31.7	32.3
3	26.3	26.7	27.5	28.9	28.6	29.9	29.2	30.7	30.2	30.7	30.9	31.7	31.3	32.2
4	27.7	27.9	28.1	28.6	28.6	29.8	30.1	30.6	31.1	31.7	31.7	32.2	32.7	32.7
5	27.6	27.9	28.2	28.5	28.8	29.9	29.9	30.5	31	31.3	31.8	32	32.9	32.9
6	26.7	27	27.9	29.2	29.1	29.4	29.6	29.9	30.2	30.4	31	31.7	31.5	31.9
7	27.3	27.6	28.7	29.4	29.2	30.2	29.9	30.9	30.6	31.8	31.1	32.3	31.6	31.9
8	27.7	28.1	29	29.4	29.9	30.8	30.1	31	30.7	31.5	31.3	32.5	31.7	31.8
9	27.6	27.8	28.6	29.3	29.7	30.3	30.2	31.3	31	31.7	31.4	32.5	31.8	31.9

N°	15 Horas		16 Horas		17 Horas		18 Horas		19 Horas		20 Horas		Prom. final	
	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT	INT	EXT
1	30.8	31.3	30	30.9	29.2	30.1	28	29.6	27.1	29.1	26.2	28.5	28.9	30
2	31.1	31.5	30.1	31.1	29.3	29.9	28.3	29.2	27.3	28.7	26.3	28.2	29.3	30
3	31	31.5	30.1	30.9	29.3	29.9	28.3	28.9	27.2	28.2	26.2	27.7	28.9	29.8
4	32.6	32.2	32	31.3	31.8	30.8	31.2	30.2	30.9	29.6	30.4	29.1	30.7	30.5
5	32.5	32	32.1	31.2	31.9	30.7	31.3	29.9	30.8	29.4	30.5	29	30.7	30.4
6	31.6	31.9	31	30.5	30.1	29.7	29	29	28.5	28.5	28.3	28	29.6	29.8
7	32.2	31.5	30.9	30.5	29	29.2	28	27.9	27	27.2	25.8	26.5	29.3	29.8
8	32.3	31.4	31	30.6	29.2	28.8	28.1	27.9	27.3	27.2	25.9	26.6	29.6	29.8
9	32	31.2	30.9	30.1	29.1	28.4	28.1	27.5	27.2	27.1	25.8	26.6	29.5	29.7

Fuente: Mediciones propias, 2011

que los muros N° 7 a 9 llegaron a los niveles más bajos: 25.8/26.5°C, 25.9/26.6°C y 25.8/26.6°C respectivamente.

- d. A las 15 hrs. los muros N° 1 a 6, tanto en las caras interiores como exteriores, iniciaron un descenso de temperatura; sin embargo, los muros N° 7 a 9 solo en las caras interiores aumentaron de temperatura. Lo contrario sucedió con los exteriores que disminuyeron de temperatura.
- e. Del análisis del cuadro se tiene que a las 15 hrs. se inició un proceso de cambio para los muros N° 1 al 6, los cuales presentaron un ligero descenso de temperatura de  $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$  (de 31.9 a 31.6°C), mientras que los muros N° 7 a 9 subieron  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  de temperatura (de 31.7 a 32.2°C).
- f. De la Tabla 2 se tiene que a las 16 hrs. se inició el descenso de transmisión de calor hacia las caras interiores de los muros, siendo las más bajas a las 20 hrs. para los muros N° 7 a 9 (25.8/26.5°C, 25.9/26.6°C y 25.8/26.6°C, caras interiores y exteriores respectivamente). Le siguen los muros N° 1 al 3 (26.2/28.5°C, 26.3/28.2°C y 26.2/27.7°C respectivamente), luego el muro N° 6 con 28.3/28.0°C y, finalmente, los muros N° 4 y 5 con 30.4/29.1°C y 30.5/29.0°C, caras interiores y exteriores respectivamente.

Para el análisis de temperaturas se muestra la descripción de los materiales utilizados en cada uno de los paneles-muro, así como las temperaturas promedio interior/exterior alcanzadas; luego, los promedios a las 14 y 15 hrs., donde se aprecian cambios importantes, y finalmente los promedios a las 20 hrs., hora de la última toma de datos tanto interior como exteriormente.

Las características que presentan los paneles N° 1 a 9, así como las temperaturas registradas, son las siguientes:

#### Panel Muro 1

Elaborado a base de un machihembrado horizontal clavado en la cara interior, y ripas de madera clavadas con revoque de yeso en la cara exterior, con un espesor de 110 mm, este muro presentó una temperatura prome-

dio interior/exterior de 28.9/30.0°C, alcanzó una máxima de 31.4/32.3°C a las 14 hrs. y una temperatura de 26.2/28.5°C. a las 20 hrs.

#### Panel Muro 2

En machihembrado horizontal clavado en la cara interior y machihembrado vertical clavado en la cara exterior, con un espesor de 100 mm, esta muestra presentó una temperatura promedio interior/exterior de 29.3/30.0°C, alcanzó una máxima de 31.7/32.3°C a las 14 hrs. y una temperatura de 26.3/28.2°C. a las 20 hrs.

#### Panel Muro 3

Elaborado con ripas de madera en ambas caras del panel, clavadas y con revoque de yeso también en ambas caras, con un espesor de 123 mm, esta muestra registró una temperatura promedio de 28.9/29.8°C, alcanzó una máxima de 31.3/32.2°C a las 14 hrs. y una temperatura de 26.2/27.7°C a las 20 hrs.

#### Muro Ladrillo 4

Construido a base de ladrillo tubular de 6 huecos, de medidas 12 x 15 x 24 cm, fabricado industrialmente en Pucallpa, con un tarrajeo elaborado con cemento y arena en ambas caras, y un espesor de muro de 150 mm, este muro presentó una temperatura promedio de 30.7/30.5°C, una máxima de 32.7/32.7°C a las 14 hrs. y una temperatura de 30.4/29.1°C a las 20 hrs.

#### Muro Ladrillo 5

De ladrillo King Kong estándar de 18 huecos, medidas 9 x 12 x 23 cm., con tarrajeo a base de cemento y arena en ambas caras, con un espesor de muro de 160 mm, este muro presentó una media interior/exterior de 30.7/30.4°C, alcanzó su máxima a las 14 hrs. con 32.9/32.9°C y su mínima a las 20 hrs. con 30.5/29.0°C.

#### Panel Muro 6

Fabricado con quincha, un revestimiento primario de barro y paja sobre caña, según una proporción de 2 kg de paja por cada 100 kg de tierra; enrasado con el marco del panel y con revoque final de yeso por ambas caras, con un ancho de panel de 120 mm, el muro presentó un promedio de temperatura

de 29.6/29.8°C, alcanzó su máxima a las 15 hrs. con 31.6/31.9°C y a las 20 hrs. registró 28.3/28.0°C.

#### Panel Muro 7

De triplay de 6 mm de espesor clavado al bastidor en la cara interior y machihembra-do vertical clavado igualmente en la cara exterior, con un espesor de panel de 90 mm, esta muestra obtuvo una temperatura promedio 29.3/29.8°C, alcanzó una máxima de 32.2/31.5°C a las 15 hrs. y una temperatura final de 25.8/26.5°C a las 20 hrs.

#### Panel Muro 8

También elaborado con triplay de 6 mm, clavado al bastidor en la cara interior y traslapado horizontal de madera clavado igualmente en la cara exterior, con un espesor de panel de 90 mm, presentó una temperatura promedio de 29.6/29.8°C, alcanzó una máxima de 32.3/31.4°C a las 15 hrs. y una mínima de 25.9/26.6°C a las 20 hrs.

#### Panel Muro 9

Elaborado con triplay de 6 mm clavado al bastidor en la cara interior y ripas de madera clavadas igualmente en la cara exterior, con revoque de yeso, con un espesor de panel de 105 mm, llegó a presentar una temperatura media de 29.5/29.7°C, alcanzó una máxima de 32.0/31.2°C a las 15 hrs. y una mínima a las 20 hrs. de 25.8/26.6°C.

#### Análisis y conclusiones respecto a la trasmisión de calor en muros

Para llevar a cabo una investigación de esta naturaleza, es importante la aplicación de un método que permita la recolección, ordenamiento y procesamiento de los datos obtenidos. Por ello, luego de la fabricación de las muestras constructivas y su ubicación aleatoria en su lugar definitivo, estas fueron numeradas para establecer un orden en la medición. Luego del análisis realizado sobre la base de las tres mediciones (8 hrs. a 20 hrs. c/u), se concluye en datos representados en la

Tabla 3. Resultado de las mediciones

N°	Cara interior	Cara exterior	Espesor Muro mm	Temp.°C 20hrs. Int./Ext.	Temp. °C Promedio Int. /Ext.
1	Triplay 6 mm	Machihembrado vertical de madera	90	25.8 / 26.5	29.3 / 29.8
2	Triplay 6 mm	Ripas de madera + revestimiento de yeso	105	25.8 / 26.6	29.5 / 29.7
3	Triplay 6 mm	Traslapado horizontal de madera	90	25.9 / 26.6	29.6 / 29.8
4	Machihembrado horizontal	Ripas de madera + revestimiento de yeso	110	26.2 / 28.5	28.9 / 30.0
5	Ripas de madera + revestimiento de yeso	Ripas de madera + revestimiento de yeso	123	26.2 / 27.7	28.9 / 29.8
6	Machihembrado horizontal de madera	Machihembrado vertical de madera	100	26.3 / 28.2	29.3 / 30.0
7	Quincha + revestimiento de yeso	Quincha + revestimiento de yeso	100	28.3 / 28.0	29.6 / 29.8
8	Ladrillo King Kong estándar 9 x 12 x 23 cm. revestimiento cemento arena 1:4		150	30.5 / 29.0	30.7 / 30.4
9	Ladrillo tubular de 6 huecos 12 x 15 x 24 cm. revestimiento cemento arena 1:4		160	30.4 / 29.1	30.7 / 30.5

Fuente: Mediciones propias, 2011

Tabla 3, donde se muestra en orden ascendente los resultados de las mediciones de transmisión de calor en cada uno de los muros.

Los materiales influyen en la captación y transmisión de calor de los elementos constructivos; de la Tabla 3 también se deduce que los paneles de madera ocupan los primeros lugares, es decir, presentan la menor temperatura a las 20 hrs. (promedio 26.0 a 27.4°C interior/exterior). Le sigue el panel de quincha (28.3/28.0°C interior/exterior) y, finalmente, los muros de ladrillo (promedio 30.5/30.5°C interior/exterior).

La transmisión de calor no se mantiene estable a lo largo del día, existen fluctuaciones que generarán variaciones en la temperatura de los muros. Luego de realizar un análisis comparativo se concluyó que desde las 15 hrs. hasta las 20 hrs. el descenso de la temperatura

en el caso de los muros de ladrillo es bastante lento (promedio de 32.6 /32.1°C interior/exterior a 30.5/29.1°C interior/exterior). Le sigue el muro de quincha (31.6/31.9°C interior/exterior a 28.3 /28.0°C interior/exterior) y, finalmente, los muros de madera (promedio, de 31.6 /31.4°C interior/exterior a 26.0 /27.4°C interior/exterior).

Esto indica que la madera logra una baja transmisión de calor exterior/interior en los muros analizados y que, por cierto, se puede utilizar cualquiera de ellos en la construcción de edificaciones en la zona de estudio. Sin embargo, para darle un aspecto de solidez es conveniente emplear los muros con ripas de madera y revestimiento de yeso, que contribuirán a otorgar una protección ante los insectos xilófagos, hongos, etc., y también una elevada protección contra los incendios.

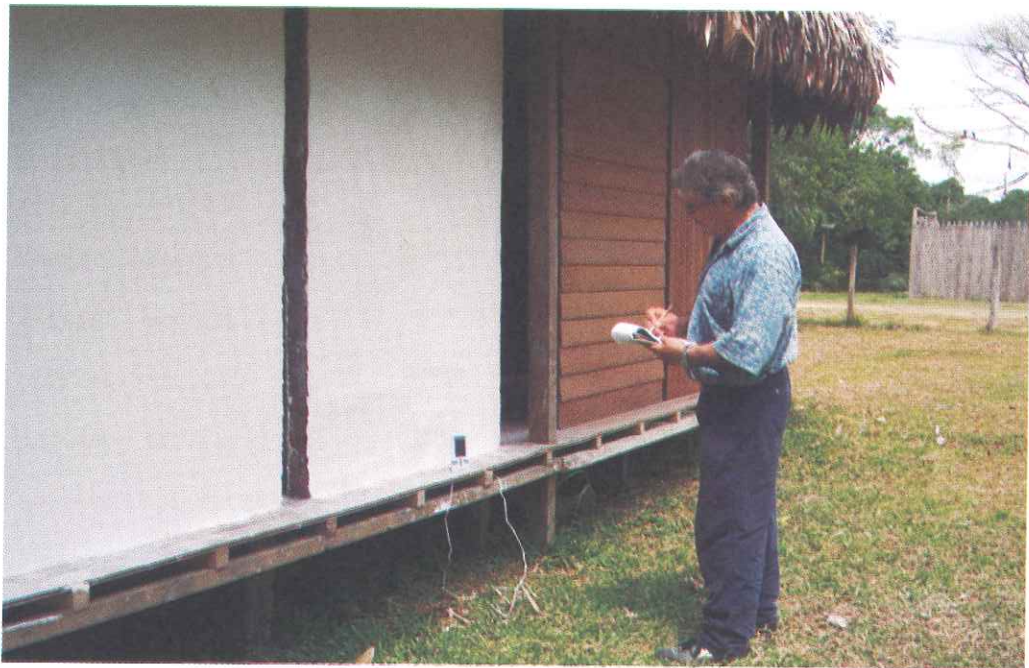


Figura 11. Muro revocado con yeso.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011

Tabla 3. Resultados de las mediciones de temperatura interior/exterior en orden ascendente en los muros.

Entre los aspectos relevantes del experimento se aprecia que los muros con ripas revocados con yeso presentan un mejor comportamiento frente a la incidencia de los rayos del sol que los muros de ladrillo y de quincha.

Lo interesante de este experimento es que el empleo de ripas y revestimiento con yeso le da un sentido de firmeza, seguridad y estabilidad al elemento constructivo, lo cual podría ser beneficioso para la población y también más fácilmente aceptado por esta. A esto se suma que el revoque de yeso aporta una protección ante el fuego y contra insectos xilófagos, y permite un mantenimiento más efectivo. En mérito a estas bondades de los muros con revestimiento de yeso, sería recomendable utilizarlos (ver Figuras 11 y 12).



Figura 12. Muro con ripas de madera.  
Fotografía: Manuel Villena, 2011

## Referencias

Corporación Chilena de la Madera. (2010). *Manual de construcción de viviendas de madera*. Santiago de Chile, Chile: CORMA.

Inia, itto y prompex. (2000). *Maderas del Perú, catálogo de promoción de especies*. Lima, Perú.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.010 madera*. Lima, Perú: autor.

Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2011). *Reglamento Nacional de Edificaciones, Norma E.070 albañilería*. Lima, Perú: autor.

Organización Internacional de las Maderas Tropicales. (1993). *Utilización industrial de nuevas especies forestales en el Perú*. Lima, Perú: autor.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena. (Ed.). (1989). *Manual del grupo andino para el secado de maderas*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena. (Ed.). (1988). *Manual del grupo andino para la preservación de maderas*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena. (Ed.). (1984). *Manual de clasificación visual para maderas estructural*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena. (Ed.). (1981). *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena. (Ed.). (1981). *Descripción general y anatómica de 105 maderas del grupo andino*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

PADT-REFORT, Junta del Acuerdo de Cartagena. (Ed.). (1980). *Cartilla de construcción con madera*. Lima, Perú: Junta del Acuerdo de Cartagena.

Villena, M. (2012). *Evaluación y alternativas del empleo de madera para edificaciones de selva baja, Pucallpa-Perú* (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Ingeniería. Lima, Perú.

