

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS  
PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE  
UNIDADES DE ALBAÑILERIA DEL SECTOR  
CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**Ingeniero Civil**

**Autores:**

Jairo Rossel Naupa Yupanqui

Luis Ivan Salinas Lujan

**Asesor:**

Ing. Wiston Azañedo Medina

<https://orcid.org/0000-0003-1737-3500>

Trujillo - Perú

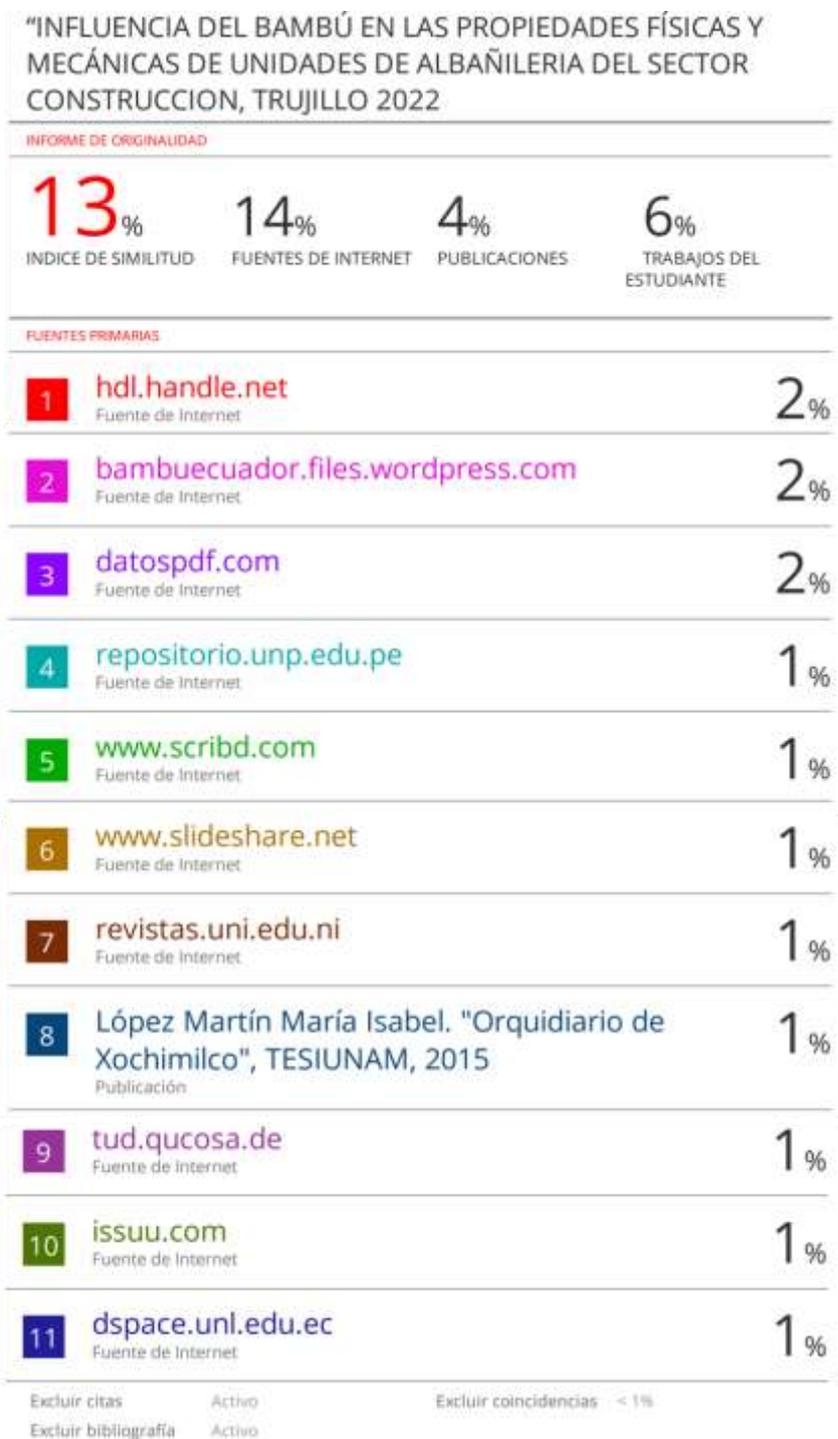
**JURADO EVALUADOR**

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Nixon Brayan Peche Melo</b>	<b>70615775</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 2	<b>German Sagastegui Vasquez</b>	<b>45373822</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

Jurado 3	<b>Cintha Vanessa Alvarado Ruiz</b>	<b>71412783</b>
	Nombre y Apellidos	Nº DNI

## INFORME DE SIMILITUD



## **DEDICATORIA**

Mi dedicación de este trabajo va destinada a mis padres que siempre están conmigo, apoyándome en cualquier dificultad presentada. También dedico este estudio a mis hermanos por el apoyo y cariño singular e incondicional que me brindan.

*Naupa Yupanqui, Jairo Rossel*

Dedico este trabajo los seres que más amo, por su compañía y apoyo en cada segundo de mi existencia, no solo con su presencia física si no también con la mente, corazón y alma, con todo mi amor y afecto se lo dedico a mis padres. A mis hermanos, familiares, y verdaderos amigos, que, de nombrarlos a todos aquí seguramente llenarían toda la página.

*Salinas Lujan, Luis Ivan*

## **AGRADECIMIENTO**

Mis agradecimientos van primero hacia Dios por la salud, fuerza y sabiduría desde inicios de mi existencia. Asimismo, a mis padres y maestros que me acompañaron en este camino, por cada una de sus clases interesantes y llenas de aprendizajes, por sus consejos, por su orientación educativa y por su apoyo constante en formar un gran profesional y poder desarrollar este gran trabajo.

*Naupa Yupanqui, Jairo Rossel*

Mi agradecimiento profundo hacia Dios por hacer de mí uno de los hombres más afortunados del planeta.

*Salinas Lujan, Luis Ivan*

**TABLA DE CONTENIDO**

<b>JURADO EVALUADOR</b>	<b>2</b>
<b>INFORME DE SIMILITUD</b>	<b>3</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>4</b>
<b>AGRADECIMIENTO</b>	<b>5</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>11</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>14</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</b>	<b>19</b>
<b>1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA</b>	<b>19</b>
<b>1.2. BASES TEÓRICAS</b>	<b>25</b>
<b>1.2.1. BAMBÚ</b>	<b>26</b>
1.2.1.1. Tipos / Clases	28
1.2.1.2. Múltiples ventajas o beneficios del bambú	29
1.2.1.3. Desventajas del bambú	31
1.2.1.4. Especies de bambú usadas en la construcción	33
1.2.1.5. El fuego relacionado con el bambú en la construcción	34
1.2.1.6. Pruebas de resistencia mecánica del bambú según su especie	34
1.2.1.7. Recomendaciones para el corte del bambú	35
1.2.1.8. Sistemas de secado	36
1.2.1.8.1. Importancia del secado	36
1.2.1.8.2. Además, según Cerrón Oyague (2014):	37
1.2.1.8.3. Métodos de secado según Ordóñez et al. (2002)	38
1.2.1.8.4. Métodos de secado según Morán Ubidia (2015)	40

1.2.1.9.	Sistemas de protección y preservación del bambú según Ordóñez et al. (2002)	43
1.2.1.9.1.	Protección contra hongos	43
1.2.1.9.2.	Métodos de preservación	45
1.2.1.10.	Protección natural contra insectos	51
1.2.1.11.	Agentes del deterioro Ordóñez et al. (2002)	51
1.2.1.12.	Madurez y calidad Morán Ubidia (2015)	52
1.2.1.13.	Recomendaciones claves para el buen uso del bambú Morán Ubidia (2015)	53
1.2.1.14.	Características no deseadas en un tallo Morán Ubidia (2015)	55
1.2.1.15.	Bambú, preguntas frecuentes Morán Ubidia (2015)	55
<b>1.2.2.</b>	<b>UNIDAD DE ALBAÑILERÍA</b>	<b>57</b>
1.2.2.1.	Conceptos	57
1.2.2.2.	Características que deberían tener los ladrillos —o, en parte, las unidades de albañilería en general— aptos para muros de albañilería, según Del Río (1975), Moreno (1981), Somayaji (2001) y Gallegos (2005) (como se citó en Palacios Delgado, 2019)	57
1.2.2.3.	Tipología de unidades de albañilería	58
1.2.2.3.1.	Unidades sólidas o macizas	58
1.2.2.3.2.	Unidades huecas	58
1.2.2.3.3.	Unidades perforadas	58
1.2.2.3.4.	Unidades tubulares	58
1.2.2.4.	Propiedades de los ladrillos o unidades de albañilería en general, según Gallegos & Casabonne (2005) y Palacios Delgado (2019)	58
1.2.2.4.1.	Propiedades relacionadas con la resistencia estructural	59
1.2.2.4.2.	Principales propiedades relacionadas con la durabilidad	59
1.2.2.4.3.	Propiedades físicas	59
1.2.2.4.4.	Propiedades mecánicas	60
1.2.2.5.	Clasificación de las unidades de albañilería, según Gallegos & Casabonne (2005)	
	Unidades de arcillas o ladrillos cerámicos	61
1.2.2.5.1.	Unidades de concreto	61
1.2.2.5.2.	Unidades sílico-calcáreas o sílice-cal	62
1.2.2.5.3.	Unidades apilables	62
<b>1.2.3.</b>	<b>MATERIALES EMPLEADOS EN LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>62</b>
1.2.3.1.	Ácido Bórico y bórax	62
1.2.3.2.	Piedra confitillo	63
1.2.3.3.	Cemento para Prefabricado (Pacasmayo)	64

1.2.3.4.	Mesa Vibradora	64
1.2.3.5.	Molde Metálico	65
<b>1.2.4.</b>	<b>MARCO NORMATIVO PERUANO</b>	<b>65</b>
<b>1.3.</b>	<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>65</b>
<b>1.4.</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>65</b>
<b>1.4.1.</b>	<b>OBJETIVO GENERAL</b>	<b>65</b>
<b>1.4.2.</b>	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>66</b>
<b>1.5.</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>67</b>
<b>1.6.</b>	<b>ANTECEDENTES TEÓRICOS</b>	<b>67</b>
 <b><u>CAPÍTULO II: METODOLOGÍA</u></b>		 <b>78</b>
 <b>2.1.</b>	 <b>ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN</b>	 <b>78</b>
<b>2.2.</b>	<b>TIPO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>78</b>
<b>2.2.1.</b>	<b>POR EL PROPÓSITO</b>	<b>78</b>
<b>2.2.2.</b>	<b>SEGÚN EL NIVEL</b>	<b>78</b>
<b>2.3.</b>	<b>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</b>	<b>78</b>
<b>2.4.</b>	<b>CLASIFICACIÓN DE VARIABLES</b>	<b>79</b>
<b>2.4.1.</b>	<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>79</b>
<b>2.4.2.</b>	<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>79</b>
<b>2.5.</b>	<b>POBLACIÓN Y MUESTRA</b>	<b>80</b>
<b>2.5.1.</b>	<b>POBLACIÓN</b>	<b>80</b>
<b>2.5.2.</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>81</b>
2.5.2.1.	Técnicas de muestreo	81
2.5.2.2.	Tamaño de Muestreo	81
<b>2.6.</b>	<b>MATERIALES, INSTRUMENTOS Y MÉTODOS</b>	<b>82</b>
<b>2.6.1.</b>	<b>TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS SEGÚN ÑAUPAS ET AL., (2014)</b>	<b>82</b>
2.6.1.1.	La Observación	82
2.6.1.2.	Instrumento de recolección de datos	82
<b>2.6.2.</b>	<b>ANÁLISIS DE DATOS</b>	<b>82</b>
<b>2.7.</b>	<b>PROCEDIMIENTOS</b>	<b>83</b>
<b>2.7.1.</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE PROCEDIMIENTOS</b>	<b>83</b>
2.7.1.1.	Diseños de unidades de albañilería	83
2.7.1.2.	Granulometría del agregado	84

2.7.1.3.	Elaboración de las unidades de albañilería con bambú	85
2.7.1.4.	Elaboración de Ladrillos según cada diseño	88
2.7.1.5.	Ejecución de los ensayos de laboratorio	89
2.7.1.5.1	Granulometría del agregado	89
2.7.1.5.2	Variación Dimensional	90
2.7.1.5.3	Alabeo	91
2.7.1.5.4	Succión	91
2.7.1.5.5	Absorción	93
2.7.1.5.6	Resistencia a la Compresión	94
<b>2.8.</b>	<b>ASPECTOS ÉTICOS</b>	<b>95</b>
 <b><u>CAPÍTULO III: RESULTADOS</u></b>		 <b><u>96</u></b>
<b>3.1.</b>	<b>ENSAYO DE ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO</b>	<b>96</b>
<b>3.1.1.</b>	<b>ARENA GRUESA</b>	<b>96</b>
<b>3.1.2.</b>	<b>PIEDRA CONFITILLO</b>	<b>97</b>
<b>3.2.</b>	<b>ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	<b>98</b>
<b>3.3.</b>	<b>ENSAYO DE ALABEO</b>	<b>98</b>
<b>3.4.</b>	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b>	<b>102</b>
<b>3.5.</b>	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>	<b>107</b>
<b>3.6.</b>	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	<b>112</b>
 <b><u>CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES</u></b>		 <b><u>117</u></b>
<b>4.1.</b>	<b>DISCUSIÓN</b>	<b>117</b>
<b>4.1.1.</b>	<b>ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ESTUDIADAS</b>	<b>117</b>
<b>4.1.2.</b>	<b>LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>128</b>
<b>4.2.</b>	<b>CONCLUSIONES</b>	<b>129</b>
<b>4.3.</b>	<b>RECOMENDACIONES</b>	<b>130</b>
 <b><u>REFERENCIAS</u></b>		 <b><u>132</u></b>
 <b><u>ANEXOS</u></b>		 <b><u>136</u></b>

<b>ANEXO N° 1: OBTENCIÓN DEL BAMBÚ COMO PRODUCTO FINAL DESDE SU MATERIA PRIMA HASTA LA FABRICACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO N° 1.1: SELECCIÓN Y CORTE DE CULMOS DE BAMBÚ</b>	<b>136</b>
<b>ANEXO N° 1.2: PRESERVACIÓN DEL BAMBÚ POR EL MÉTODO QUÍMICO</b>	<b>138</b>
<b>ANEXO N° 1.3: SECADO DEL BAMBÚ (ÚLTIMO PASO EN LA PREPARACIÓN DE LA CAÑA)</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO N° 1.4: PREPARACIÓN DE LAS CAÑAS DE BAMBÚ PARA HABILITAR LOS TIPOS DE ADICIONES DE BAMBÚ A LA MEZCLA DE CONCRETO PARA LADRILLO</b>	<b>140</b>
<b>ANEXO N° 2: ELABORACIÓN DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA</b>	<b>143</b>
<b>ANEXO N° 3: ENSAYOS DE LABORATORIO</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO N° 3.1: GRANULOMETRÍA DE LOS MATERIALES</b>	<b>148</b>
<b>ANEXO N° 3.2: ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL EN LOS LADRILLOS DE CONCRETO Y LOS DE ARCILLA COCIDA.</b>	<b>152</b>
Anexo N° 3.2.1: Variación dimensional en el “largo” del ladrillo.	153
Anexo N° 3.2.2: Variación dimensional en el “ancho” del ladrillo	163
Anexo N° 3.2.3: Variación dimensional en el “alto” del ladrillo	173
<b>ANEXO N° 3.3: ENSAYO DE ALABEO EN LOS LADRILLOS DE CONCRETO Y DE ARCILLA</b>	<b>182</b>
<b>ANEXO N° 3.4: ENSAYO DE SUCCIÓN EN LOS LADRILLOS DE CEMENTO Y DE ARCILLA</b>	<b>193</b>
<b>ANEXO N° 3.5: ENSAYO DE ABSORCIÓN EN LOS LADRILLOS DE CEMENTO Y DE ARCILLA</b>	<b>204</b>
<b>ANEXO N° 3.6: ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN EN LOS LADRILLOS DE CEMENTO Y DE ARCILLA</b>	<b>215</b>

**ÍNDICE DE TABLAS**

<b>Tabla 1</b>	Consumo de energía para fabricar diferentes materiales para la construcción.....	31
<b>Tabla 2</b>	Valores especificados de resistencias y módulos de elasticidad de bambúes leñosos, MPa (kg/cm <sup>2</sup> ).....	35
<b>Tabla 3</b>	Propiedades de diseño de diferentes materiales estructurales y del bambú .....	35
<b>Tabla 4</b>	Población de muestras para ensayos según tipo. ....	80
<b>Tabla 5</b>	Número total de muestras para cada ensayo.....	81
<b>Tabla 6</b>	Dosificación establecida para 110 ladrillos artesanales de concreto.....	83
<b>Tabla 7</b>	Dosificación establecida para 15 unidades de albañilería de concreto según tipo. ....	83
<b>Tabla 8</b>	Granulometría de la arena gruesa. ....	96
<b>Tabla 9</b>	Granulometría de la piedra confitillo.....	97
<b>Tabla 10</b>	Alabeo de unidades de ladrillo artesanal de arcilla. ....	98
<b>Tabla 11</b>	Alabeo de unidades de ladrillo industrial de arcilla. ....	98
<b>Tabla 12</b>	Alabeo de unidades de ladrillo patrón de concreto.....	99
<b>Tabla 13</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 0 % de bambú. ....	99
<b>Tabla 14</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M de bambú. ....	100
<b>Tabla 15</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M de bambú. ....	100
<b>Tabla 16</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M de bambú. ....	100
<b>Tabla 17</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V de bambú. ....	101
<b>Tabla 18</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V de bambú. ....	101
<b>Tabla 19</b>	Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V de bambú. ....	101
<b>Tabla 20</b>	Succión de unidades de ladrillo artesanal de arcilla. ....	102
<b>Tabla 21</b>	Succión de unidades de ladrillo industrial de arcilla. ....	102
<b>Tabla 22</b>	Succión de unidades de ladrillo patrón de concreto. ....	103
<b>Tabla 23</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 0 % bambú. ....	103

<b>Tabla 24</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M bambú.....	104
<b>Tabla 25</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M bambú.....	104
<b>Tabla 26</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M bambú.....	105
<b>Tabla 27</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V bambú. ....	105
<b>Tabla 28</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V bambú. ....	106
<b>Tabla 29</b>	Succión de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V bambú. ....	106
<b>Tabla 30</b>	Absorción de unidades de ladrillo artesanal de arcilla. ....	107
<b>Tabla 31</b>	Absorción de unidades de ladrillo industrial de arcilla. ....	107
<b>Tabla 32</b>	Absorción de unidades de ladrillo patrón de concreto. ....	108
<b>Tabla 33</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 0 % de bambú.....	108
<b>Tabla 34</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M de bambú. ....	109
<b>Tabla 35</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M de bambú. ....	109
<b>Tabla 36</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M de bambú. ....	110
<b>Tabla 37</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V de bambú. ....	110
<b>Tabla 38</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V de bambú.....	111
<b>Tabla 39</b>	Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V de bambú. ....	111
<b>Tabla 40</b>	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo artesanal de arcilla. ....	112
<b>Tabla 41</b>	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo industrial de arcilla. ....	112
<b>Tabla 42</b>	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo patrón de concreto.....	113
<b>Tabla 43</b>	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 0 % de bambú. .....	113
<b>Tabla 44</b>	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M de bambú. ....	114
<b>Tabla 45</b>	Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M de bambú. ....	114

<b>Tabla 46</b> Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M de bambú. ....	115
<b>Tabla 47</b> Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V de bambú. ....	115
<b>Tabla 48</b> Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V de bambú. ....	116
<b>Tabla 49</b> Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V de bambú. ....	116
<b>Tabla 50</b> Resistencia a la compresión de unidades de albañilería de concreto con respecto al ladrillo patrón. ....	117
<b>Tabla 51</b> Resistencia a la compresión de unidades de albañilería de concreto con respecto al ladrillo de arcilla artesanal. ....	118
<b>Tabla 52</b> Resistencia a la compresión de unidades de albañilería de concreto con respecto al ladrillo Industrial marca Lark de arcilla. ....	119
<b>Tabla 53</b> Resultados de ensayo de succión de las unidades de albañilería según cada tipo establecido. ....	120
<b>Tabla 54</b> Resultados de ensayo de absorción de las unidades de albañilería según cada tipo establecido. ....	120
<b>Tabla 55</b> Masa promedio recibido de las unidades de albañilería estudiadas. ....	121
<b>Tabla 56</b> Resultados de los ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión de las unidades de albañilería según cada tipo establecido. ....	121
<b>Tabla 57</b> Clase de unidad de albañilería para fines estructurales. ....	122
<b>Tabla 58</b> Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales. ....	122
<b>Tabla 59</b> Clase de unidad de albañilería según cada tipo estudiado. ....	123

**ÍNDICE DE FIGURAS**

<b>Figura 1</b>	Partes del bambú .....	27
<b>Figura 2</b>	Corte del bambú .....	36
<b>Figura 3</b>	Secado natural del bambú .....	38
<b>Figura 4</b>	Secado artificial del bambú .....	39
<b>Figura 5</b>	Secado del bambú en estufa .....	39
<b>Figura 6</b>	Secado del bambú en estufa solar .....	40
<b>Figura 7</b>	Secado del bambú sobre caballete .....	41
<b>Figura 8</b>	Secado y almacenado del bambú bajo techo .....	41
<b>Figura 9</b>	Secado del bambú en secadores solares .....	42
<b>Figura 10</b>	Secado de bambú en hornos idénticos a los que se utilizan para la madera .....	42
<b>Figura 11</b>	Secado del bambú con inyección de aire caliente .....	43
<b>Figura 12</b>	Corte del bambú en tiempo prudente .....	44
<b>Figura 13</b>	Preservación del bambú por remojo .....	45
<b>Figura 14</b>	Diseño de protección para construcciones de bambú .....	46
<b>Figura 15</b>	Preservación del bambú por los extremos mediante absorción de las hojas .....	46
<b>Figura 16</b>	Perforaciones del bambú para mejorar la penetración del preservador .....	47
<b>Figura 17</b>	Preservado del bambú con el método de Boucherie .....	47
<b>Figura 18</b>	Método Boucherie simple, poniendo el preservador en el extremo del bambú .....	48
<b>Figura 19</b>	Método de Boucherie modificado .....	48
<b>Figura 20</b>	Métodos tradicionales de preservación del bambú .....	49
<b>Figura 21</b>	Procedimiento de la preservación química del bambú .....	50
<b>Figura 22</b>	Preservación química de la solución química .....	51
<b>Figura 23</b>	Edades del bambú en crecimiento .....	53
<b>Figura 24</b>	Recomendaciones para el correcto uso del bambú .....	54

<b>Figura 25</b>	Características indeseadas en un culmo de bambú .....	55
<b>Figura 26</b>	Cemento para prefabricado Pacasmayo .....	64
<b>Figura 27</b>	Diseños de las diferentes unidades de albañilería.....	84
<b>Figura 28</b>	Plano de ubicación de ladrillera para elaboración de las unidades de albañilería .....	85
<b>Figura 29</b>	Plano de localización de ladrillera para la elaboración de las unidades de albañilería .....	86
<b>Figura 30</b>	Plano de localización provincial de ladrillera para la elaboración de las unidades de albañilería.....	86
<b>Figura 31</b>	Plano de localización del bambú (guadua angustifolia) .....	87
<b>Figura 32</b>	Bambú (guadua angustifolia).....	87
<b>Figura 33</b>	Diagrama básico de elaboración de las unidades de albañilería .....	88
<b>Figura 34</b>	Curva granulométrica del agregado fino y datos granulométricos .....	97
<b>Figura 35</b>	Análisis de la resistencia a la compresión con respecto a ladrillo patrón (LS) .....	117
<b>Figura 36</b>	Análisis de la resistencia a la compresión con respecto a ladrillo de arcilla artesanal .....	118
<b>Figura 37</b>	Análisis de la resistencia a la compresión con respecto a ladrillo industrial LARK de arcilla. ....	119
<b>Figura 38</b>	Proceso de corte de culmos de bambú .....	136
<b>Figura 39</b>	Culmos (o cañas) de bambú .....	137
<b>Figura 40</b>	Componentes para la solución química – bórax y ácido bórico .....	138
<b>Figura 41</b>	Inmersión del bambú en la poza excavada que contenía la solución de agua, borax y ácido bórico. ....	138
<b>Figura 42</b>	Ecurrido del bambú para despedir el exceso de preservante.....	139
<b>Figura 43</b>	Secado al aire libre de las cañas de bambú .....	140

<b>Figura 44</b>	Corte de las cañas de bambú en secciones más pequeñas .....	140
<b>Figura 45</b>	Procedimiento adicional con el bambú para obtener las adiciones del concreto para elaborar los tipos de ladrillos.....	141
<b>Figura 46</b>	Palillos largos de 19.5 cm y 9.5 cm organizados y listos para ser usados en los ladrillos tipo 1P, 2P y 3P .....	142
<b>Figura 47</b>	Paja o fibras de bambú organizadas y listas para ser usadas en los ladrillos tipo 1F, 2F y 3F .....	142
<b>Figura 48</b>	Mezcla de concreto para el ladrillo con 0 % de bambú (Tipo L).....	143
<b>Figura 49</b>	Mezcla de concreto con 1 medida de paja de bambú (Tipo 1F) .....	143
<b>Figura 50</b>	Mezcla de concreto con 2 medidas de paja de bambú (Tipo 2F).....	144
<b>Figura 51</b>	Mezcla de concreto con 3 medidas de paja de bambú (Tipo 3F).....	144
<b>Figura 52</b>	Forma de elaboración de los ladrillos tipos 1P, 2P y 3P.....	145
<b>Figura 53</b>	Mesa vibradora empleada para la elaboración de todos los ladrillos (L, 1P, 2P, 3P, 1F, 2F y 3F).....	145
<b>Figura 54</b>	Molde metálico empleado para la elaboración de todos los ladrillos (L, 1P, 2P, 3P, 1F, 2F y 3F).....	146
<b>Figura 55</b>	Ladrillos elaborados esperando su curado (L, 1P, 2P, 3P, 1F, 2F y 3F).....	146
<b>Figura 56</b>	Ladrillos transportados, codificados y organizados en almacén.....	147
<b>Figura 57</b>	Agrietamiento de ladrillos hechos con palillos (3P).....	147
<b>Figura 58</b>	Herramientas y equipos de laboratorio para el ensayo de granulometría .....	148
<b>Figura 59</b>	Granulometría del agregado fino .....	148
<b>Figura 60</b>	Granulometría de la piedra confitillo .....	149
<b>Figura 61</b>	Ejemplo del ensayo de Variación dimensional realizado .....	152
<b>Figura 62</b>	Ensayo de alabeo realizado .....	182
<b>Figura 63</b>	Ensayo de succión realizado para los ladrillos de concreto, de arcilla artesanales e industriales .....	193

**Figura 64** Sumergido de los ladrillos de concreto y de arcilla durante 24 horas en agua 204

**Figura 65** Ladrillos en el horno, y puestos en balanza, para encontrar sus respectivos pesos secos ..... 204

**Figura 66** Refrentado de ladrillos de concreto y de arcilla..... 215

**Figura 67** Ladrillos puestos en prensa hidráulica ..... 215

**Figura 68** Ladrillos luego del ensayo de compresión ..... 215

## RESUMEN

La presente investigación realizada en Trujillo, en Universidad Privada del Norte, determinó la influencia del bambú en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería. Posee un método experimental según las Normas Técnicas Peruanas 399.604, 399.613 y 400.012, y E.070. Asimismo, se involucraron 106 unidades diseñadas y fabricadas propiamente y 39 adquiridas. La emisión de CO<sub>2</sub> es un problema mundial, y la elaboración de ladrillos de manera artesanal está relacionado con aquello, debido a que en su etapa de cocción se queman diferentes componentes como llantas usadas, plásticos y otros residuos como combustible —además de la explotación de canteras—, generando emisiones contaminantes atmosféricos; y aquel problema es una de las causas de la neumonía y diarrea que matan a 1,4 millones de niños anualmente. Se determinó que, por un lado, la adición de bambú en 2.5 %, 5 % y 7.5 % (bambú en forma de palillos), incrementó 30.39 kg/cm<sup>2</sup>, 31.85 kg/cm<sup>2</sup> y 27.26 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, asimismo, con la adición de bambú en 4 %, 8 % y 12 % (bambú en forma de fibras), incrementó 64.31 kg/cm<sup>2</sup>, 45.28 kg/cm<sup>2</sup> y 32.69 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente, y todos estos valores con respecto a un ladrillo de referencia (ladrillo patrón).

**PALABRAS CLAVES:** Unidades de albañilería, bambú, resistencia a la compresión, contaminación atmosférica.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

Desde la antigüedad, los ladrillos mantienen un papel muy importante en la construcción de la morada donde el ser humano habita y se protege de diversos sucesos. Por tanto, sus características físicas y mecánicas son trascendentales a tener en cuenta previamente en los cálculos y diseño de una edificación; dentro de las que se incluyen el tamaño, el peso, la resistencia a la compresión, resistencia al corte, etc., las cuales dependen de la geometría y composición del ladrillo en su correcta fabricación. Aquellas propiedades son puestas a prueba durante acontecimientos de desastres naturales, o, en último caso, provocados por el hombre. Por ello, es necesario y proactivamente conveniente encontrar la manera de mejorar sus propiedades físicas y mecánicas a fin de que las edificaciones tengan un punto más a favor de su resistencia y durabilidad. Por otro lado, de manera más profunda, en el mundo existe una causa fuertemente ligada con la emisión de CO<sub>2</sub>. Aunque se quiera eliminar, aún siguen existiendo lugares de su fabricación, en donde se demuestra un mínimo esfuerzo por mitigar su negativo impacto. Es sabido que la elaboración de ladrillos artesanales genera un impacto negativo en la calidad del aire, por un lado, debido a los hornos en la etapa de cocción, en la que la quema de ramas y hojas frescas de eucalipto o leña, genera una contaminación elevada a la atmósfera y su uso no controlado ocasiona deforestación de bosques y erosión de suelos (Programa Regional Aire Limpio, 2009) y por otro lado, debido a la explotación de canteras. El Programa Regional Aire Limpio (2009), argumentó que existe la práctica entre los hornos artesanales de emplear leña, llantas usadas, plásticos, aceites y otros residuos como combustible para los hornos, y que estas prácticas generan emisiones de contaminantes atmosféricos que deterioran la calidad del aire en el ambiente inmediato de las ladrilleras y en los centros poblados o ciudades de los alrededores.

Por si fuera poco, otra de las problemáticas es la menor resistencia a la compresión de los ladrillos en relación con su elevado peso, en comparación con ladrillos que fueran realizados con otros materiales como el bambú. En relación con lo anterior, y para finalizar, lamentablemente la neumonía y la diarrea matan juntas a 1,4 millones de niños cada año, a pesar de que pueden evitarse por medio de algunas soluciones en la que está involucrada la reducción de la contaminación del aire (UNICEF, 2016). Esto es un indicativo crítico que debería apelar a nuestra conciencia, o, por lo menos, a nuestros sentimientos.

Existen hoy en día ciertos tipos de ladrillos huecos, los cuales podrían llegar a tener un enorme beneficio en la reducción de la carga de las edificaciones, además de la reducción del material y combustibles para elaborarlos; sin embargo, como se menciona en el trabajo de Rozo et al. (2014) realizado en Colombia, los ladrillos huecos, debido a sus propiedades mostradas, no son aptos para su uso en mampostería estructural. De existir ladrillos huecos que aportaran bajas magnitudes de cargas a las edificaciones y que a la vez tengan una gran resistencia mecánica, entonces aquel problema que impide su uso en la mampostería estructural quedaría eliminado.

En el trabajo de Moreno Pelayes & García Torres (2019) estudiado en Nicaragua, se centraron en la utilización de fibras naturales de bambú para la estabilización de adobes, en donde se llegó a resultados favorables en cuanto a sus propiedades de resistencia a la compresión simple. Este es un indicador positivo que muestra que las fibras de bambú pueden ayudar enormemente a incrementar las propiedades mecánicas del ladrillo. Sin embargo, es posible que aún exista en la región una escasa investigación relacionada con la construcción con adobe, en donde hay nula o poca realización de ensayos y estudios en laboratorios que comprueben la resistencia para su correcto empleo, incentivando un pensamiento erróneo de que las viviendas en adobe son obsoletas y no resistentes.

Según Aguilera Morán (2016), la industria del ladrillo evoluciona cada vez más, sin embargo, la producción predominante en la localidad de Aguascalientes, México, sigue siendo de manera artesanal con poca información acerca de su control de calidad, en consecuencia, las unidades pueden presentar variaciones que repercuten de manera directa en sus propiedades físicas y mecánicas.

En el trabajo de Durand Orellana (2017) se realizaron ensayos en laboratorio para obtener propiedades que las normativas E.070 (albañilería) y E.080 (adobe) exigen para las unidades de albañilería que pretendían elaborar. Se determinó que dichas unidades elaboradas de suelo-cemento poseen propiedades semejantes a las unidades tradicionales, y así pueden ser una alternativa para la construcción sostenible. Como en este y con el trabajo de Chino & Gutarra (2017), en el que se evidencia que ir en la búsqueda de materiales alternativos que mejoren las propiedades de los ladrillos tiene muchas posibilidades de ser un camino viable —en cuyo caso se logró elaborar una unidad de albañilería resistente y con buen comportamiento térmico, cumpliendo satisfactoriamente con las normativas E.070, E.080 y la norma española (UNE 41410)—. Por otro lado, yendo por el lado ambiental, Pontificia Universidad Católica del Perú (s.f.) muestra que el 40 % de la producción anual de ladrillos en San Jerónimo corresponde a la producción artesanal y el 60 % restante a la mecanizada; en relación con ello MINAM (2012) sentencia, enunciando que “Según cifras del Estudio Diagnóstico Sobre las Ladrilleras Artesanales en el Perú [...] Cusco y Puno son las regiones con mayor cantidad de industrias ladrilleras a nivel nacional con 473 y 435 fábricas, respectivamente”. Otro dato más preocupante es que las ciudades de Arequipa y Cusco, en sus planes de acción para prevención de la contaminación del aire, identificaron a las ladrilleras artesanales como la segunda fuente de emisión de contaminantes del aire, luego de las fuentes móviles (Programa Regional Aire Limpio, 2009).

Al recorrer ciertos lugares en la ciudad de Trujillo se puede apreciar que aún existen variedad de ladrilleras artesanales. No hace falta citar fuentes para saber que existen diversos lugares de aquellos, tales como en La Esperanza, en Alto Trujillo, etc. Al ver la cantidad de viviendas construidas de manera artesanal con materiales artesanales (ladrillos) se evidencia de manera básica y clara la existencia de ladrilleras artesanales. Además, sí se puede referenciar páginas web en donde se anuncian la venta de aquellas unidades artesanales, que tienen respectivamente como nombres y ubicaciones: (*Ladrillo - Distribuidora Arroyo - Avenida Carlos Wisse, 345 - Sto. Dominguito Trujillo, La Libertad | UbicoMe.Pe*) y (*Fabrica De Ladrillos y Ferreteria - TRUJILLO PERU | Fabrica De Ladrillos Y Ferreteria*) Por tanto, es de conocer también que, debido a la cualidad artesanal, aquellas unidades de albañilería presentan un control de calidad menor a comparación de las unidades industriales, lo cual predispone riesgos.

El análisis, el diseño, los materiales, la construcción, el control de calidad y la inspección de las edificaciones de albañilería están bajo la norma E.070 y E.080. Además, los métodos de muestreo y ensayo de unidades de albañilería de arcilla y de concreto están normadas por las Normas Técnicas Peruanas NTP 399.613 y NTP 399.604 respectivamente, con las cuales se controlan las características físicas y mecánicas de dichas unidades, como en resistencia a la compresión, variación dimensional, alabeo, entre otras.

Rifqi et al. (2022) presento como un “ladrillo de bambú laminado influye en sus propiedades físico-mecánicas debido a que es un material anisotrópico como la madera; además, confirma que el proceso de conservación con 2.5 % de bórax reduce la resistencia de sus propiedades mecánicas, así como la influencia de ello al ser un ladrillo curado o no”.

González García & Lizágarra Mendiola (2015) presentaron como “la utilización de residuos agrícolas secos en unidades de albañilería eleva la resistencia requerida con

“Influencia del bambú en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería del sector construcción, Trujillo 2022” respecto a las normativas de construcción, además de la utilidad de los residuos orgánicos secos en la construcción para así haya una reducción en la contaminación ambiental”.

Gareca et al. (2020) señalaron como “los residuos inorgánicos se pueden utilizar en la fabricación de ladrillos de manera más ecológica, además de ello se evidenció que aportaron en la obtención de mejores resultados de las propiedades mecánicas de los ladrillos fabricados en beneficio del sector constructivo y ambiental”.

Se puede apreciar que los trabajos de investigación anteriormente citados están de acuerdo con la adición de material vegetal en la composición de ladrillos de construcción civil, evidenciando no solo un aumento de las propiedades mecánicas de la unidad de albañilería de estudio, sino que también una manera más ecológica de la fabricación de ello, beneficiando al cuidado ambiental para nuestra sociedad actual y futura. Teniendo lo anterior en cuenta, en este proyecto de investigación se tomará como elemento vegetal al bambú, con el cual se fabricarán varios diseños de ladrillos en diferentes proporciones del elemento vegetal, así como de los agregados, tomando ello como una iniciativa para el aumento del uso vegetal en la construcción en la ciudad de Trujillo-Perú y así reducir la gran contaminación de las ladrilleras artesanales y una mayor seguridad de las viviendas.

A continuación, se presentan 2 empresas del rubro de ingeniería civil en el que aplican ladrillos ecológicos en sus trabajos; Kontiki SAC: ha implementado la fabricación de ladrillos ecológicos amigables con el medio ambiente en su proceso de fabricación, debido que no usan ningún combustible para cocinarlos ya que son cocidos al frío debido a ciertos polímeros (aditivos no tóxicos).

Otra empresa sería, ECOLADRILLOS SAC: es una empresa del rubro de la construcción que busca la utilización de ladrillos ecológicos e implementa la investigación y nuevas formas de construcción amigables con el medio ambiente.

La investigación cada vez va creciendo exponencialmente, así como diferentes formas de construcción para el beneficio de la sociedad, teniendo ello en cuenta y considerando mejorar como sociedad, vemos que cada vez nuestro sistema constructivo se estanca en el pasado y no es capaz de crecer todavía, así como la innovación en cuanto a los materiales que se emplean para dicho propósito, poniéndolo de forma directa desde tiempos de la colonia española seguimos utilizando los ladrillos de tierra cocida, en los cuales su fabricación es altamente contaminante con el medio ambiente y en muchos casos es informal sin ninguna supervisión por el estado.

Tomando lo mencionado anteriormente, se puede saber con certeza que lo que usamos para construir los muros de nuestra vivienda es un material adecuado, vemos en muchos casos los grandes problemas que a los años conlleva la construcción de viviendas con material precario, provocando rajaduras, humedecimiento y en los peor de los casos volviendo inhabitable la vivienda por el mal estado en que se encuentra. Todo ello, empieza por la necesidad de la población, debido a la falta de ingresos, desconocimiento, mala contratación de obreros y muchas otras causas. Asimismo, se puede señalar que en la ciudad de Trujillo no es excepción a ello, teniendo como ejemplo la gran cantidad de ladrilleras artesanales en diferentes puntos de la ciudad, que no tienen ninguna autorización de funcionamiento y ninguna fiscalización de ello, trabajando de manera imprudente y provocando una gran contaminación ambiental y produciendo ladrillos que no cumplen con los requerimientos normativos para su utilización.

En función a todo lo mencionado, los aspectos normativos que indican las propiedades físico-mecánicas de los ladrillos de albañilería no se toman en cuenta en su mayoría en la ciudad de Trujillo y en muchas otras desde la antigüedad hasta la actualidad, estando debido a ello y muchos otros aspectos en un país del tercer mundo teniendo tanta

riqueza vegetal y mineral, así como gran capacidad humana para ser un gran país y brindar una adecuada calidad de vida a las personas.

La investigación presentada busca ver como la participación del Bambú en la elaboración de ladrillos puede mejorar mucho las capacidades físico-mecánicas de estas y así poder ser implementadas en la construcción de una manera constante en favor del medio ambiente y el desarrollo de la sociedad. Asimismo, la aplicación de este recurso vegetal se aplicará en diferentes cantidades en varias muestras de ladrillos y así completar una adecuada mezcla que pueda cumplir y sobrepasar los estándares normativos mínimos y balancear el aspecto comercial con la fabricación del mismo.

Tomando lo mencionado anteriormente la aplicación de materia vegetal en la fabricación de unidades de albañilería, busca una reducción de la contaminación provocada por las ladrilleras artesanales y la implementación de mejores materiales en la construcción en busca de una mejora constructiva, pero al no implementarse lo señalado se prolongará el aumento de la contaminación ambiental, así como el aumento de la informalidad y el desconocimiento de la población de las normativas constructivas presentes en nuestro país, declinándose por una sociedad anticuada y conformista que no genera señales de desarrollo y progreso para un mayor futuro y mejora de la calidad de vida de las futuras generaciones.

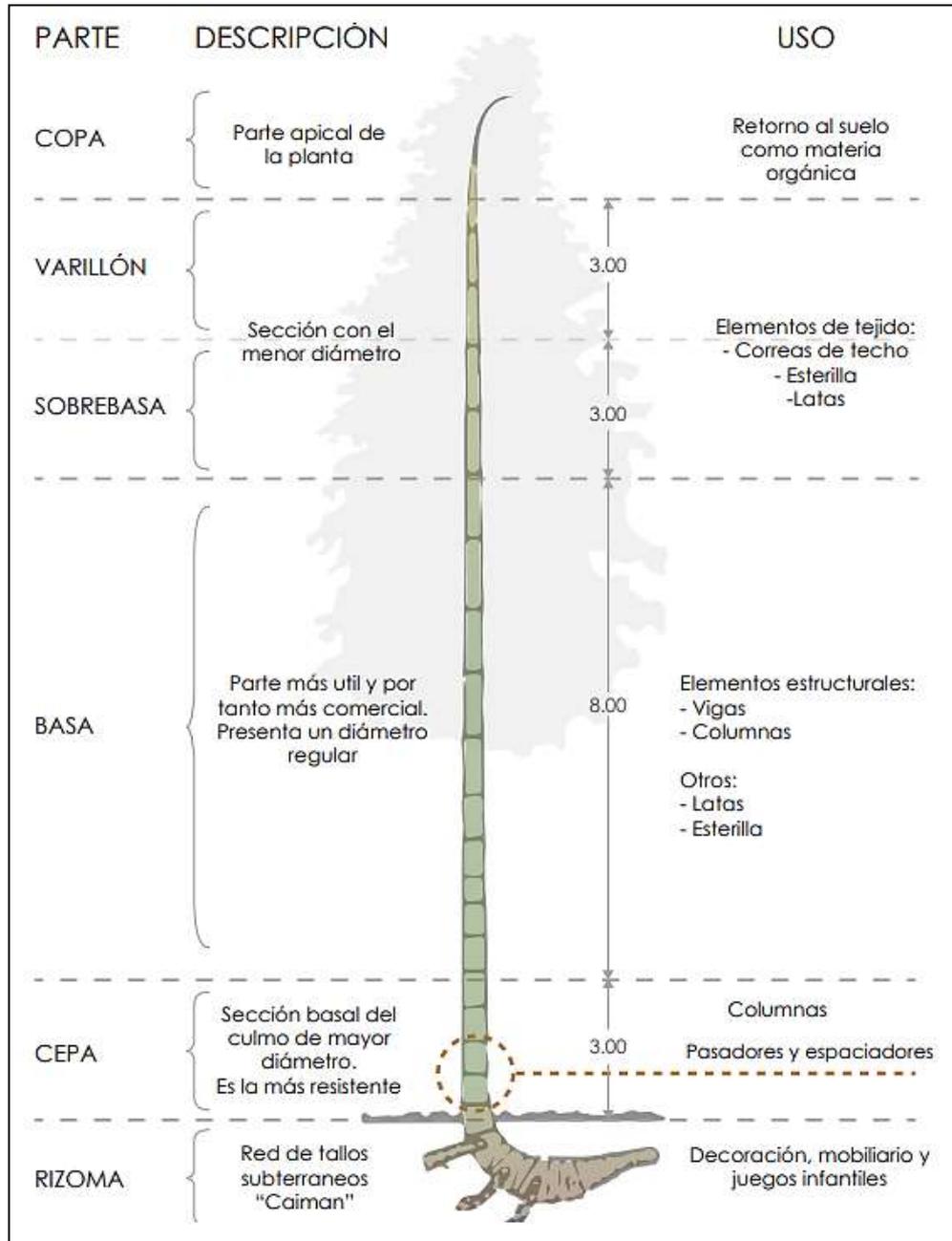
## **1.2. Bases teóricas**

A continuación, se presentarán las bases teóricas que se necesitaron para el desarrollo del presente proyecto de investigación:

El bambú es una planta de la familia de las gramíneas. Algunos son herbáceos (tienen el aspecto de la hierba) y otros leñosos (desarrollan varios culmos), y los culmos (cañas o tallos) “van de 1 hasta 60 m de altura y un diámetro de hasta 30 cm cerca de la base” (Ordóñez et al., 2002). Gramíneas, es un término para definir al mismo tipo que pertenecen los cereales (avena, maíz, trigo y arroz), los forrajes, la caña de azúcar y otros pastos (Ordóñez et al., 2002).

A continuación, se señalan las partes del bambú. Las diferentes especies son muy parecidas entre sí, excepto algunas que varían en algunas características. Generalmente los bambúes presentan lo señalado en la (Figura 1), por ejemplo, las guaduas, al igual que los otros bambúes presentan culmo —también llamado caña— y se diferencian por presentar rizomas y ramas.

**Figura 1**  
*Partes del bambú*



*Nota:* La figura ilustra la información de las partes del bambú, y los usos que se les da a cada una de ellas. Tomado de Lucila Aguilar Arquitectos. (2017). *Manual para la Construcción con Bambú*.

Es conocida como la planta de más rápido crecimiento del planeta; además, al bambú se le conoce como “la planta mil usos” en el Manual para la construcción sustentable con Bambú, por parte de CONAFOR-México (Ordóñez et al., 2002). Posteriormente, Lucila Aguilar Arquitectos (2017) indica que el bambú tiene más de 5 mil usos documentados. Avanzando en el tiempo, INBAR (2020) indica en su video publicado que el bambú es muy versátil, todas sus componentes tienen usos, y se llegó, según lo que se indica, a más de 10,000 usos documentados.

Aquella cantidad de usos se debe a que, de esta sorprendente planta, quizás la más sorprendente de la naturaleza, “se pueden obtener: alimento, ropa, material para construcción, celulosa para papel y medicinas; igual que otras plantas, protege el suelo y captura dióxido de carbono” (Ordóñez et al., 2002). Con relación a esto último, no en vano Oscar Hidalgo López, pionero del bambú, la llama el regalo de Dios, en su libro publicado en 2003.

#### **1.2.1.1. Tipos / Clases**

Según (Ordóñez et al., 2002), menciona que “los diferentes tipos de bambú se agrupan en cuatro géneros principales: *Arundinaria*, *Bambusa*, *Phyllostachy* y *Sasa*, la mayoría tienen hojas perennes”.

Se estima que existen más de 1700 especies de bambú a nivel global (INBAR, 2020). Se distribuyen en áreas tropicales y subtropicales, “y 70 géneros en todo el mundo, al menos 500 especies de bambú son originarias de China, distribuidas en 39 géneros” según CBRC, 2011 (como se citó en Cerrón Oyague, 2014). El Perú es el tercer país de América con mayor diversidad de bambú, en donde se han registrado 90 especies de bambúes entre leñosas (59) y herbáceas (31) (Londoño, 2021). Según ella misma, la Selva Central del Perú y la región de San Martín son unos de los lugares más ricos en diversidad de bambú.

Los bambúes pueden crecer nativamente en diferentes lugares andino-amazónicos nativos. La *Guadua angustifolia* es una especie nativa de los países andino-amazónicos. Por ejemplo, en México se pueden encontrar bambúes desde el nivel del mar hasta altitudes de más de 4,000 m, según señala (Ordóñez et al., 2002). En el caso de Perú, la *Guadua angustifolia* se desarrolla hasta los 2,000 m s.n.m, en la Amazonía se le encuentra formando bosques naturales y en otras regiones en plantaciones (MVCS, 2015) y es la que se usó como material para el presente proyecto.

### 1.2.1.2. Múltiples ventajas o beneficios del bambú

- ✓ Crece muy rápido (puede alcanzar hasta 50 cm por día, y llegar a más de 30 m de altura). El récord mundial de crecimiento es de 90 cm por día.
- ✓ Es eco amigable: Absorbe más CO<sub>2</sub> (captura o secuestro) que el Eucalipto, ayudando a reducirlo en el ambiente. Un bosque de bambú incrementa en un 20 % el carbón almacenado. Y su follaje permite albergar distintas especies. Por si fuera poco, es parte del ecosistema de diversos seres vivos (Cerrón Oyague, 2014).
- ✓ Es resistente. Es ligero, flexible y sismorresistente.
- ✓ Es moderno, sustentable, elegante y atractivo (se pueden elaborar patinetas, tablas de surf, tablas de snowboard y bicicletas).
- ✓ Es una principal alternativa de solución para luchar contra el cambio climático (INBAR, 2020).
- ✓ El bambú mantiene su diámetro (no engrosa o disminuye)
- ✓ Aporta materia orgánica al suelo que lo alimenta. Una tonelada de bambú puede aportar al año más de 8 toneladas de materia orgánica al suelo —es una planta mejoradora del suelo— (Panorama Agropecuario, 2015).
- ✓ Por su sistema de raíces y tallos (su fuerte rizoma se va extendiendo rápidamente sobre el suelo), el bambú ayuda a la conservación y recuperación de suelos, ya que

con sus raíces forma un sistema de redes que lo fijan evitando su erosión (Ordóñez et al., 2002). Y en 2 años puede recuperar áreas degradadas en un 75 % (INBAR, 2020).

- ✓ Producción de oxígeno, que es cuatro veces más que la de otras especies (Ordóñez et al., 2002).
- ✓ Es rentable. Existe un mercado en permanente crecimiento. A nivel mundial, 1.5 billones de personas usan, consumen y comercializan bambú.
- ✓ Brinda oportunidades e ingresos sustentables.
- ✓ Es muy versátil. Se puede realizar alimento, platos ecológicos, cervezas o medicinas. Incluso, el carbón de bambú se utiliza para generar energía eléctrica; calculándose que una comunidad de 250 hogares requeriría solo 180 kg de bambú seco para generar suficiente electricidad durante 6 horas.
- ✓ Perú cuenta con una superficie total de bosque mixto de bambú que asciende a unos 3.6 millones de hectáreas en las tierras bajas de la región baja amazónica, y cuenta con 190 000 hectáreas de bosques naturales de bambú puro (INBAR, 2020).
- ✓ Los culmos se producen asexualmente en abundancia año tras año, por lo que no hay necesidad de replantar.
- ✓ Su fuerte rizoma se va extendiendo rápidamente sobre el suelo donde se desarrolla, ayudando a proteger el suelo de la erosión (Ordóñez et al., 2002).
- ✓ Al ser un material liviano es fácil de transportar, almacenar, facilita y da las posibilidades de construir estructuras rápidas, temporales o permanentes.
- ✓ Los bambúes no tienen corteza o partes que puedan considerarse como desperdicio, se usan en su totalidad.
- ✓ Es una alternativa de material para diferentes modalidades de construcción (viviendas, puentes, equipamiento, otras estructuras).

- ✓ Su uso en pisos laminados muestra una gran resistencia a la abrasión.
- ✓ La especie guadua angustifolia en particular posee grandes cualidades físico mecánicas idóneas para construcciones sismo resistentes. Tiene la capacidad para soportar alto esfuerzo a la compresión, flexión y tracción.
- ✓ La capa externa, epidermis, ofrece una altísima resistencia a la tracción, igualable al acero (Cerrón Oyague, 2014).
- ✓ El bambú puede utilizarse en combinación con todo tipo de materiales de construcción, incluso el concreto, como elemento de refuerzo, según una de las fuentes primarias, Hidalgo López (1978).
- ✓ La energía requerida para transformar el bambú es mucho menor que la de otros materiales de construcción para su obtención y transformación (ver Tabla 1).

**Tabla 1**

*Consumo de energía para fabricar diferentes materiales para la construcción*

Material	Energía x esfuerzo
Concreto	240 MJ/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>
Acero	1.500 MJ/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>
Madera	80 MJ/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>
Bambú	30 MJ/m <sup>3</sup> por N/mm <sup>2</sup>

Donde:  
 MJ = Mega Joules      N = Newton  
 m<sup>3</sup> = metros cúbicos      mm<sup>2</sup> = milímetros cuadrados

*Nota:* Los valores de la presente tabla dan a conocer que el bambú consume menos energía dentro de un grupo de materias primas. Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

### 1.2.1.3. Desventajas del bambú

- ✓ **Preservación:** Como la madera, requiere preservadores (inmediatamente después del corte) para protegerlo en contra de hongos o insectos (generalmente su durabilidad es menor que la de la madera).

- ✓ **Inflamabilidad:** La madera con secciones robustas conserva su capacidad de carga durante un incendio por más tiempo en comparación con el bambú, debido a la protección de capa carbonizada formada. Entonces, es un material inflamable; la propagación ante el fuego es rápida, por lo que debe cubrirse con una sustancia o material a prueba de fuego.
- ✓ **Formas del bambú:** Sus tallos no son rectos ni de secciones regulares, presentando dificultades para resolver las uniones estructurales, y también para su industrialización y prefabricación (Ordóñez et al., 2002).
- ✓ El bambú es vulnerable ante los rayos ultravioleta y al agua, a la humedad, por lo tanto, requiere de protección durante el manejo, la ejecución y mantenimiento del proyecto. La estructura no debe estar en contacto directo con el suelo y humedades permanentes.
- ✓ Es posible que su comportamiento estructural varíe mucho dependiendo de la especie y esta a su vez del lugar donde crece, la edad, contenido de humedad, y de la sección del culmo a ser utilizada.
- ✓ El bambú al secarse se contrae y su diámetro se reduce. Se debe prever que las piezas estén secas y/o tomar en cuenta este cambio.
- ✓ La sección redonda y la vulnerabilidad de rajarse (como en el caso de insertar clavos a base de martillazos) complica muchas veces la ejecución de las uniones, anclajes, soportes.
- ✓ Gasta el filo de las herramientas más que en la madera.
- ✓ Disponibilidad de pocas herramientas dedicadas al bambú (Cerrón Oyague, 2014).

#### 1.2.1.4. Especies de bambú usadas en la construcción

“Del bambú pueden obtenerse diversos elementos para la construcción, como esterillas, latillas, cintas, laminados de manera artesanal o industrial y procesado como lo vienen desarrollando en China y Japón” (Cerrón Oyague, 2014).

**La *Guadua angustifolia*:** Al género *Guadua* se le considera que tiene su origen en la región amazónica de Brasil, Perú, Bolivia, Ecuador, Colombia y Venezuela (Ordóñez et al., 2002). Morán Ubidia (2015) señala que la *Guadua angustifolia* utilizada en Perú, y sobresale entre otras especies de su género por una de sus propiedades, tales como la relación peso-resistencia, siendo comparado con el acero y otras fibras de alta tecnología; además, está considerado como un material ideal para construcciones sismorresistentes. Finalmente, la *Guadua angustifolia* es el bambú más fuerte del mundo estructuralmente, en laminados y aglomerados, según (Panorama Agropecuario, 2015).

Según Cerrón Oyague (2014), su crecimiento puede llegar hasta 12 cm de diámetro, 2 cm de espesor y a los 3 meses llega al 80 % o 90 % de su altura definitivamente. También indica que, al usar pernos, el espaciamiento entre ellos no debe ser inferior a 150 mm ni superior a 250 mm, en todo caso debe existir un entrecruzado entre cada perno. La distancia desde el perno hasta el extremo libre del elemento debe ser superior a 150 mm en uniones sometidas a tracción y 100 mm en uniones sometidas a compresión (NSR-10 Título G).

**La *Guadua aculeata*:** Es una de las más utilizadas en México por las comunidades rurales, es un material fuerte, resistente y duradero, para la construcción (Ordóñez et al., 2002).

***Guadua Velutina*:** Por el diámetro que alcanzan sus culmos o cañas, se ha utilizado regionalmente para la construcción de casas rurales (Ordóñez et al., 2002).

### **1.2.1.5. El fuego relacionado con el bambú en la construcción**

De manera superficial se puede señalar que es cierto que las construcciones con bambú tienen la limitación del número de pisos debido al fuego, es decir, en caso de incendios. Entrando en contexto, se ejemplifica que si un edificio de bambú construido con bambú, de gran cantidad de pisos, se incendia, este corre un elevado riesgo de colapsar antes de que los ocupantes logren evacuar. Esa es una de las razones más importantes por las que las construcciones de bambú, casi en su totalidad, se realizan hasta dos niveles, para que así, las personas logren evacuar a la salida de la edificación antes de que esta se desplome. Sin embargo, se le puede buscar y llegar a encontrar una solución a este gran problema; de eso trata la ingeniería. Positivamente, en relación con esto último, en un trabajo para candidato a PhD, para The University of Queensland, de (Gutierrez Gonzalez & Maluk, 2020), declara que “comprender el comportamiento mecánico del bambú durante un incendio es esencial para desarrollar una sólida estrategia de seguridad contra incendios, que es fundamental para los edificios de mediana y gran altura”. Además, él, en el desarrollo de aquel trabajo científico, ha explorado la manera y en qué cantidades, el fuego afecta la resistencia a compresión y a tracción del bambú en caso de algún incendio ocurrido en alguna vivienda, abriendo así un nuevo e importante campo de estudio para dicho material, para ser tomado más en cuenta en la construcción debido a sus ventajas, y para trabajar en desarrollar más conocimientos de cómo adaptarlo a la industria de la construcción, para así, con el tiempo, poder reemplazar a los materiales convencionales.

### **1.2.1.6. Pruebas de resistencia mecánica del bambú según su especie**

De manera breve y general se muestra a continuación las magnitudes de resistencia mecánica que el bambú posee (en el ciertos casos igual o mayor que la del concreto).

**Tabla 2**

Valores especificados de resistencias y módulos de elasticidad de bambúes leñosos, MPa ( $\text{kg}/\text{cm}^2$ ).

		<i>Guadua aculeata</i>	<i>Guadua angustifolia</i>	<i>Bambusa oldhamii</i>
Flexión	$f_b'$	23.2 (235)	25.6 (260)	33.7 (340)
Tensión paralela a la fibra	$f_m'$	20.6 (210)	36.4 (370)	58.1 (590)
Compresión paralela a la fibra	$f_{cu}'$	16.9 (170)	23.7 (240)	20.4 (205)
Cortante paralelo a la fibra	$f_{vs}'$	3.3 (30)	1.9 (18)	2.6 (25)
Módulo de elasticidad promedio	$E_{0.10}$	18 500 (185 000)	18 500 (185 000)	20 500 (205 000)
Módulo de elasticidad correspondiente al 5º percentil	$E_{0.05}$	10 000 (100 000)	12 000 (122 000)	12 000 (122 000)

Nota: La tabla muestra los valores de resistencia de tres denominaciones de bambú, siendo la guadua angustifolia la de mayor resistencia a la compresión. Tomado de (Bambuterra & Ordóñez Candelaria, 2020) – YouTube.

**Tabla 3**

Propiedades de diseño de diferentes materiales estructurales y del bambú

Material	Resistencia de diseño (R) $\text{kg}/\text{cm}^2$	Masa por volumen (M), $\text{kg}/\text{m}^3$	Relación de resistencia (R/M)	Módulo de elasticidad (E) $\text{kg}/\text{cm}^2$	Relación de rigidez (E/M)
Concreto	82	2 400	0.032	127400	53
Acero	1630	7 800	0.209	2140000	274
Madera	76	600	0.127	112000	187
Bambú	102	600	0.170	203900	340

Nota: Se muestra los valores beneficiosos del bambú, tales como su gran resistencia a la compresión, superior a la del concreto, además de la relación masa-volumen, entre otras características. Tomado de (Bambuterra & Ordóñez Candelaria, 2020) – YouTube.

### 1.2.1.7. Recomendaciones para el corte del bambú

Para comenzar, según Cerrón Oyague (2014) para la construcción se cortan solo los bambúes maduros —cuando su tejido se endurece— y son los que tienen entre 3 y 5 años; los menores de 3 años son aún más vulnerables al ataque de insectos xilófagos como el *Dinoderus minutus*.

Por otro lado, el programa televisivo de México, (Panorama Agropecuario, 2015), recomendó que para que la planta se desarrolle como debe ser, se le debe cortar lo más bajo posible (sobre el primer nudo que sale del suelo), y siempre sobre un nudo, y nunca a la mitad del entrenudo, pues quedaría un vaso que podría llenarse de agua y puede ser un foco de infección (Figura 2).

**Figura 2**  
*Corte del bambú*



*Nota:* Se muestran los cortes incorrectos en comparación a los correctos que se le practica al bambú. Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

### 1.2.1.8. Sistemas de secado

#### 1.2.1.8.1. Importancia del secado

**Según Ordóñez et al. (2002):**

- ✓ Es el primer paso para preservar el bambú.
- ✓ El bambú contiene gran cantidad de agua en sus paredes, por lo cual es necesario extraerla antes de usarlo, para reducir su peso y distorsiones estando en uso, y sobre todo, para reducir su deterioro por agentes biológicos como insectos y hongos.
- ✓ Se le debe secar hasta que alcance un contenido de humedad en equilibrio con las condiciones ambientales (temperatura y humedad) del lugar en que vaya a utilizarse,

para disminuir pérdidas o ganancias de humedad, fenómeno que genera la contracciones o hinchamientos del bambú provocando deformaciones y rajaduras.

#### **1.2.1.8.2. Además, según Cerrón Oyague (2014):**

- ✓ El bambú se contrae con la pérdida de humedad y se dilata cuando se aumenta, para reducir al mínimo los cambios de dimensión del bambú se debe secar, entre 10 % y 15 %. Al perder agua el bambú se contrae, en longitud y en diámetro.
- ✓ El secado reduce el peso de las piezas, por lo tanto, el costo del transporte es menor, y su manipulación es más fácil.
- ✓ Por debajo del 15 %, los organismos que dañan el bambú no viven, se previene el ataque de hongos e insectos.
- ✓ El contenido de humedad es uno de los factores que influye en las propiedades físicas y mecánicas del bambú, las propiedades mecánicas aumentan con el contenido de humedad baja.
- ✓ Los pegantes actúan mejor en piezas secas.
- ✓ Los bambúes que van a recibir tratamiento con químicos, por lo general deben estar secos, lo que mejora las condiciones de aplicabilidad de los preservantes.
- ✓ El terminado de piezas de bambú seco es mucho mejor y más fácil que cuando contiene humedad.
- ✓ Según la NTC 5301 el contenido de humedad para el uso del bambú rollizo en construcción en climas tropicales debe estar entre 16 % y 22 %, en climas templados entre 9 % y 13 %.

### 1.2.1.8.3. Métodos de secado según Ordóñez et al. (2002)

El secado se puede acelerar manejando dos factores:

- Temperatura
- Circulación del aire

Por un lado, la temperatura se eleva para convertir al agua en vapor, y, por otro lado, dicho vapor es removido de la superficie del bambú por la velocidad del aire circundante.

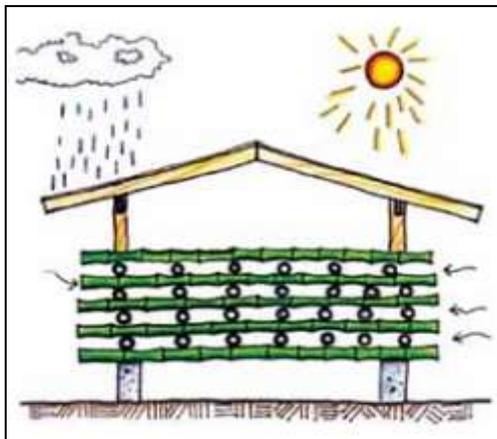
#### **Secado natural:**

Los culmos de bambú se apilan horizontalmente, bajo cubierta, protegidos del sol y de la lluvia, manteniendo espacio entre los bambúes, para que el aire circule entre los culmos.

Dos meses serán suficientes para asegurar un buen secado.

#### **Figura 3**

*Secado natural del bambú*

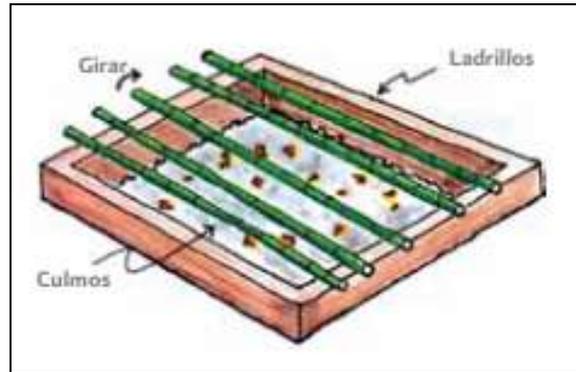


*Nota:* Referencia para el secado del bambú al ambiente. Tomado de: (Ordóñez et al., 2002).

#### **Secado artificial a fuego abierto:**

Sobre una cama de carbón encendido y a una distancia de aproximadamente 50 cm se colocan las piezas de bambú horizontalmente cuidando de girar continuamente los tallos con el fin de conseguir un secado uniforme. Con este método se puede acelerar el secado, su desventaja es que si no se tiene experiencia se puede quemar y rajar el bambú.

**Figura 4**  
*Secado artificial del bambú*



*Nota:* Se muestra una de los métodos para el secado del bambú. Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

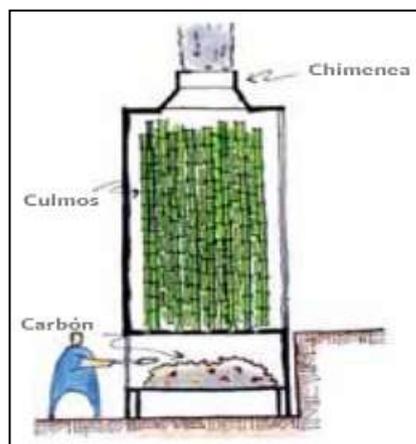
**Secado en estufa:**

Los culmos se colocan verticalmente en un horno sellado con una quema controlada de material o guadua secos. Dura alrededor de tres semanas, trabajando día y noche.

La guadua pierde entre el 50 % y 60 % de su peso inicial, y se detectan rápidamente las fallas y grietas que pueden presentar en un futuro.

La mayor ventaja de este método es que el humo de la combustión se adhiere a las paredes del bambú, proporcionándole resistencia contra los insectos.

**Figura 5**  
*Secado del bambú en estufa*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

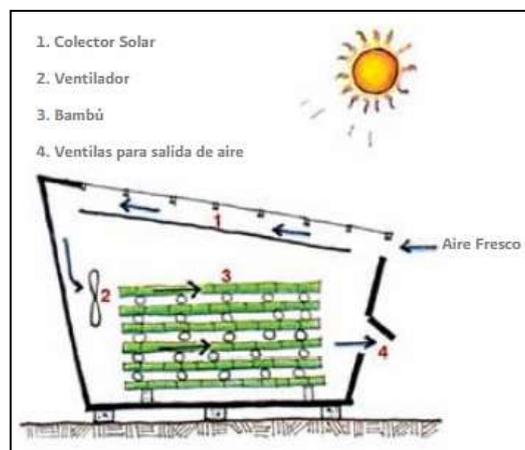
### **Secado por estufa solar:**

Este método se realiza en una cámara especial (como lo muestra el gráfico) a base de la energía solar para calentar el aire que pasa a través del bambú. La velocidad del aire caliente se puede regular por medio de ventiladores y la humedad mediante ventanillas.

Este método es más rápido que el secado natural y disminuye el riesgo de grietas y rajaduras del secado en estufa, pues aquí los cambios de temperatura son menos drásticos.

### **Figura 6**

*Secado del bambú en estufa solar*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

#### **1.2.1.8.4. Métodos de secado según Morán Ubidia (2015)**

### **Secado al aire libre:**

Secado sobre caballete: Apoyar las cañas sobre caballetes, aislándolas del contacto directo con el suelo natural. El tiempo de secado varía entre 2 y 6 meses, según el clima.

**Figura 7**  
*Secado del bambú sobre caballete*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

Secado y almacenamiento bajo techo: Las cañas se protegen del contacto directo del sol que pueden provocar rajaduras o torceduras.

**Figura 8**  
*Secado y almacenado del bambú bajo techo*



*Nota:* En este método se organizan de manera eficiente los culmos de bambú por donde el aire pueda circular mejor. Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Secado con secador solar:**

- ✓ Pasivo (a): Se utiliza un invernadero cerrado cuyas paredes son de plástico o vidrio.
- ✓ Activo (b): Se la añade a la infraestructura básica una serie de ventiladores que aceleran el aire caliente entre las cañas, reduciendo el tiempo del proceso.

**Figura 9**

*Secado del bambú en secadores solares*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Métodos alternativos de secado:**

- ✓ Horno

**Figura 10**

*Secado de bambú en hornos idénticos a los que se utilizan para la madera*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

- ✓ Inyección de aire caliente: Con un ventilador y mangueras de plástico conectadas al interior de cada caña se inyecta aire caliente.

### **Figura 11**

*Secado del bambú con inyección de aire caliente*



Nota: Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

#### **1.2.1.9. Sistemas de protección y preservación del bambú según Ordóñez et al. (2002)**

Como el bambú posee una durabilidad natural baja, a diferencia de la madera, se puede aplicar sustancias preservadoras contra el ataque de hongos e insectos, alargando su vida en servicio.

Las sustancias solubles en agua que se utilizan para preservar el bambú son los mismos que se usan para madera: sales de CCA y los compuestos de boro (ácido bórico y bórax).

La protección contra el ataque de hongos se logra también con un buen secado y diseño en la construcción.

##### **1.2.1.9.1. Protección contra hongos**

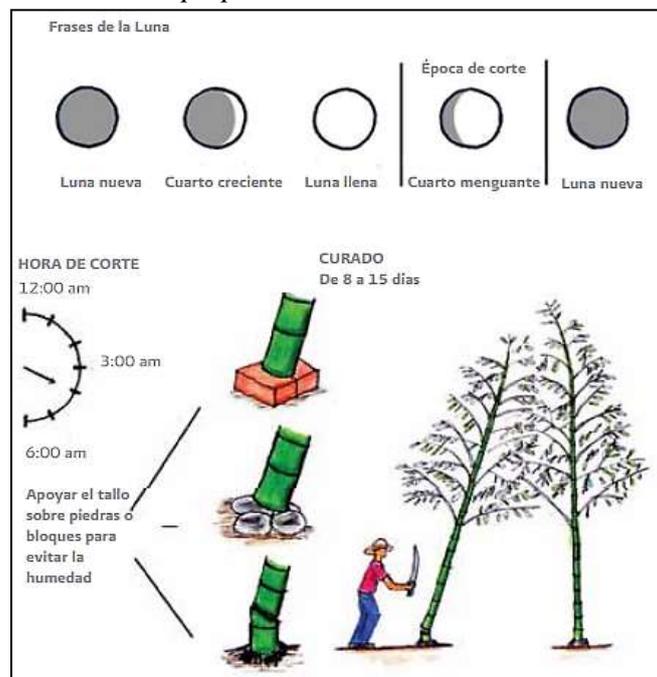
Corte: Se realiza en el cuarto de menguante de la luna, ya que en este tiempo es cuando ésta ejerce menos influencia sobre el movimiento de líquidos en la tierra, y atracción

de la gravedad es mayor, con lo que los líquidos de todas las plantas no suben por los tallos tan fácilmente.

**Hora de corte:** Durante el día y especialmente en las horas de sol, la planta es fotosintética y fisiológicamente activa, en cambio en la noche, el contenido de humedad disminuye cuando una parte del agua regresa al rizoma o al ruelo. Por esta razón, el bambú se debe cortar dos horas antes de que aparezca el sol.

**Curado:** Una vez que los culmos son cortados, se dejan sobre una base, por ejemplo, una piedra, lo más verticalmente posible con ramas y hojas, entre 8 y 15 días, dependiendo de las condiciones climáticas; como la asimilación de nutrientes continúa en las hojas, los contenidos de humedad y de almidón se reducen. Con el tiempo los almidones contenidos en las paredes se transforman en compuestos alcohólicos, que ayudan a repeler eficientemente el ataque de los agentes biológicos degradadores.

**Figura 12**  
*Corte del bambú en tiempo prudente*



*Nota:* Recomendaciones para el corte y cuidado naturales de los culmos de bambú. Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

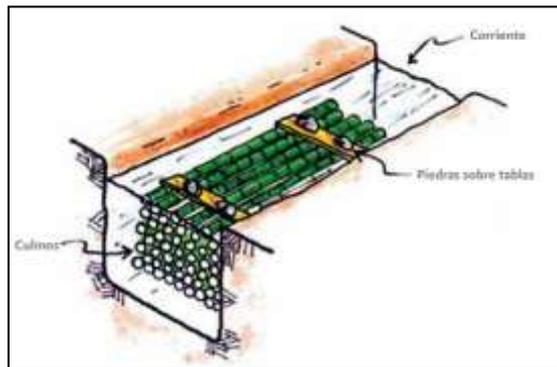
### 1.2.1.9.2. Métodos de preservación

**Remojo:** Los culmos recién cortados son colocados en corrientes de agua (ríos o estanques) durante aproximadamente cuatro semanas. Después el bambú se seca a la sombra.

Este método ayuda a evitar el riesgo de ataque de hongos, pero no contra los insectos.

#### Figura 13

*Preservación del bambú por remojo*



*Nota:* Tener en cuenta la mezcla correcta de sustancias necesarias para realizar la preservación. Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

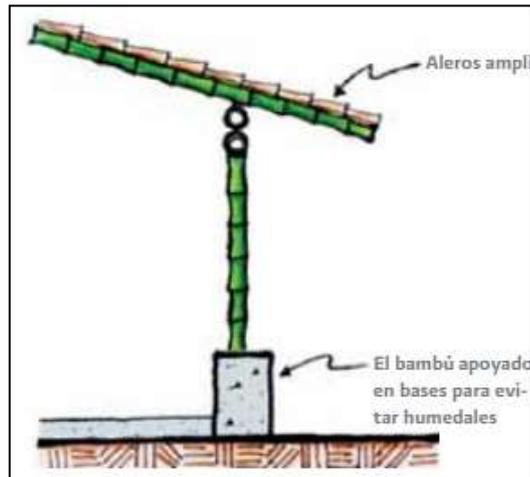
**Encalanado:** Los culmos o tiras de bambú, se pintan con cal apagada  $\text{Ca(OH)}_2$ , este método se utiliza principalmente para material a usar en construcciones ornamentales, puesto que la cal absorbe la humedad y reduce el ataque de hongos.

**Diseño constructivo:** Se puede proteger al bambú (de la humedad y el sol) y mantener buena circulación de aire, con un buen diseño de la construcción.

**Construcción elevada:** Se coloca el bambú sobre bases de piedra o concreto para evitar el deterioro por las salpicaduras de la lluvia. También se pueden aplicar cal o pinturas para evitar la absorción del agua.

**Figura 14**

*Diseño de protección para construcciones de bambú*

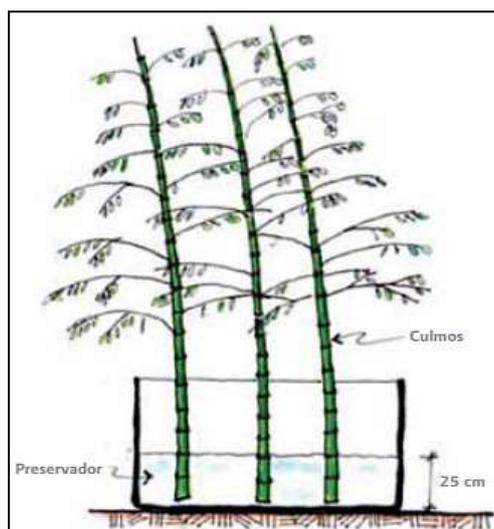


*Nota:* La presente es una de las maneras de proteger el bambú en el aspecto constructivo. Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Tratamiento por los extremos:** Los tallos recién cortados, con sus ramas y hojas, se colocan en tanques con el líquido preservador, como la absorción de las hojas continúa, los preservadores son succionados. Solo es aplicable a bambúes cortos y con contenido de humedad alto. Tampoco es muy eficiente y requiere de periodos muy largos.

**Figura 15**

*Preservación del bambú por los extremos mediante absorción de las hojas*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Método de tanque abierto:** Muy recomendado por su facilidad, economía y alta efectividad. Los culmos se colocan en tanques con la solución preservadora (generalmente ácido bórico y bórax) por varios días y la solución penetra por difusión.

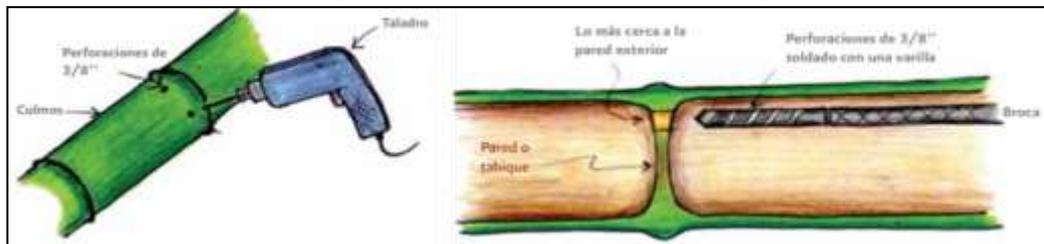
Una de las recomendaciones para mejorar la absorción es hacer dos orificios en los entrenudos de 3/8 de pulgada o hacer una perforación (lo más cerca posible a cada una de las paredes del culmo) de 3/8 de pulgada a lo largo del culmo, atravesando varios entrenudos, entre 3 y 4 m.

El tiempo de remojo para una preservación efectiva, depende de la especie, la solución preservadora, la edad, o la condición de los tallos o culmos.

Los tallos de las guaduas se sumergen durante ocho horas y después se escurren dos horas más.

**Figura 16**

*Perforaciones del bambú para mejorar la penetración del preservador*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Método de Boucherie:** Se sustituya el agua contenida en las paredes del bambú verde por soluciones con preservador (Figura 17). Es bastante económico.

**Figura 17**

*Preservado del bambú con el método de Boucherie*

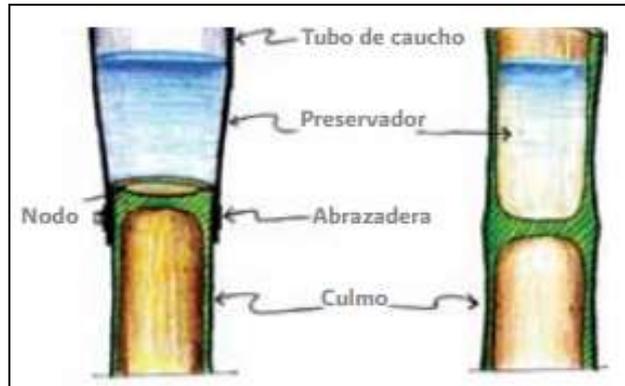


*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

Uno de los métodos de Boucherie más sencillo es hacer penetrar el preservador por la acción de la gravedad (Figura 18).

**Figura 18**

*Método Boucherie simple, poniendo el preservador en el extremo del bambú*

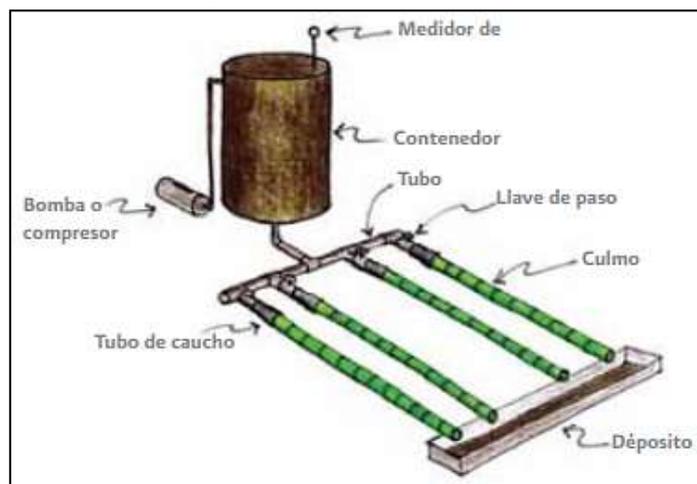


*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Método de Boucherie modificado:** Se pueden tratar más culmos al mismo tiempo aplicándoles también presión al contenedor, reduciendo el tiempo de varios días que tarde el método común, a unas cuantas horas (3 a 8 horas), lo que conviene en un método de tratamiento más rápido, eficiente y aplicable a gran escala.

**Figura 19**

*Método de Boucherie modificado*



*Nota:* Tomado de (Ordóñez et al., 2002).

**Preservación tradicional según Morán Ubidia (2015):**

El método de vinagrado es económico, inocuo y comprobado por la sabiduría popular. Sin embargo, ni éste ni los otros métodos tradicionales reemplazan la preservación química.

En el vinagrado la caña cambia temporalmente de color verde a naranja y huele a alcohol.

**Figura 20**

*Métodos tradicionales de preservación del bambú*



*Nota:* Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

**Preservación química según Morán Ubidia (2015):**

El método de inmersión en solución de bórax y ácido bórico, es el más recomendado, por su eficacia, costo, y seguridad para usuarios y medio ambiente.

La preparación de la solución se indica en la (Figura 22).

Según algunos expertos, la inmersión debe realizarse con cañas secadas durante una semana como máximo y que aún conservan su color verde.

1. Preparación de la poza: Por cada 100 litros de agua se recomienda entre 2 y 2.5 kg de cada uno de los químicos: bórax y ácido bórico en una poza excavada cubierto con plástico o en una de concreto, con pendiente en el fondo.
2. Perforación de los tabiques internos
3. Inmersión
4. Escurrido: Una vez terminado el proceso de inmersión, se debe escurrir el exceso de preservante contenido en el interior de las cañas. Para ello se inclina las cañas cabeza abajo y se giran dos veces al día durante dos días.

**Figura 21**

*Procedimiento de la preservación química del bambú*



*Nota:* Se ilustran los cuatro pasos para la preservación química, mostrados anteriormente.

Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

**Figura 22**  
*Preservación química de la solución química*



*Nota:* Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

#### 1.2.1.10. Protección natural contra insectos

Según lo que menciona el especialista en el cultivo, el Dr. Rafael Bejarano López — con doctorado en el cultivo e industrialización del bambú— señala que el *Bambú Oldhamii*, por ejemplo tiene en su hoja caulinar (identificadora de especies de bambú) una sustancia que lo protege contra el ataque de insectos; además, el *Oldhamii* tiene la cualidad de un polvo blanco que es un insecticida natural y que lo pierde cuando la planta llega a un estado juvenil (6 meses) en la que dejan de crecer sus hojas caulinares y las bota al suelo, porque ya su pared se ha endurecido (Panorama Agropercuario, 2015).

#### 1.2.1.11. Agentes del deterioro Ordóñez et al. (2002)

- ✓ Hongos y mohos manchadores (ocasionan manchas y pueden afectar ligeramente su resistencia.
- ✓ Hongos de pudrición (Dañan seriamente la resistencia del culmo
- ✓ Insectos (escarabajos y termitas, en otros casos por gorgojos o barrenadores). La Guadua en especial tiene una resistencia natural contra las termitas, que se reduce en lugares con mucha humedad.

### 1.2.1.12. Madurez y calidad Morán Ubidia (2015)

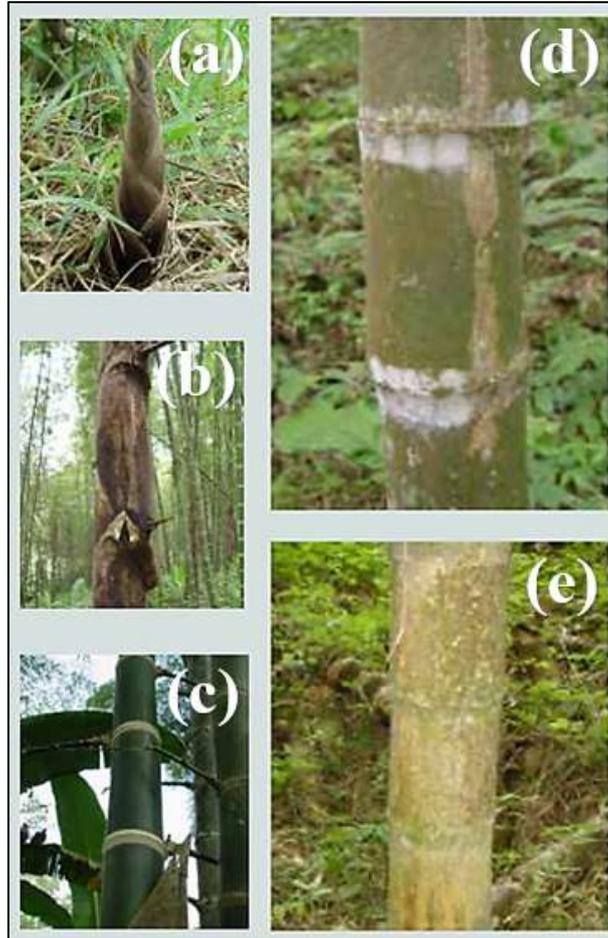
La madurez se alcanza a los 4 años y el método más seguro para conocer la edad de la caña es marcarla desde su nacimiento. Sin embargo, existen algunas características exteriores, que pueden contribuir a su selección adecuada (Figura 23).

- ✓ Brote nuevo (a): Los tallos nuevos del bambú se llaman brotes y nacen del rizoma. Los brotes nacen protegidos por vainas de color café llamadas “hojas caulinares”.
- ✓ Brote en crecimiento (b): Antes de un año, los brotes llegan a su altura máxima, pero conservan sus hojas caulinares.
- ✓ Tallo tierno y verde (c): Cuando el tallo tiene entre 1 y 3 años, y aunque ha perdido sus hojas caulinares, es demasiado tierno para usarlo en la construcción. Posee un color verde brillante.
- ✓ Tallo maduro (d): Cuando el tallo tiene más de 4 años, está listo para su corte y aprovechamiento.  
  
Se dice que está maduro cuando posee un color verde opaco, y el tallo está parcialmente cubierto con manchas de líquenes (entidad formada por un hongo y algas o cianobacterias) blancos.
- ✓ Tallo sobre maduro (e): Los tallos están cubiertos totalmente de color amarillo blanquecino (perdiendo sus características físicas y mecánicas).

Este tallo se corta para proveer abono a las demás plantas o para usarse como leña.

**Figura 23**

*Edades del bambú en crecimiento*



*Nota:* Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

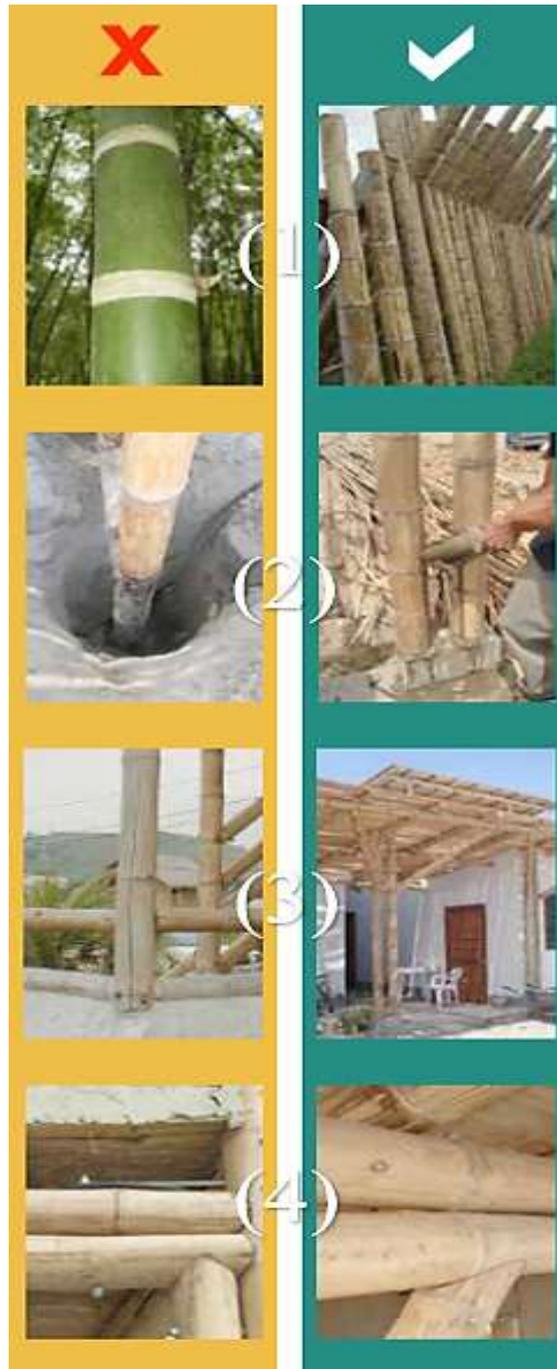
### **1.2.1.13. Recomendaciones claves para el buen uso del bambú Morán Ubidia (2015)**

- ✓ Para contar con bambú de calidad es necesario usar cañas maduras (1), por su resistencia y menor contenido de humedad, que hayan sido debidamente preservadas (inmunizadas) y secadas.
- ✓ Mantener columnas y paredes aisladas de la humedad del suelo (2) (en el caso de columnas o paredes de bambú).
- ✓ Proteger las cañas de la lluvia y de los rayos solares directos (3), pues estos las deterioran. Por ejemplo, para la caña chancada, es necesario recubrirla con mortero de arena-cemento o con mezcla de materiales orgánicos con tierra (tipo quincha).

- ✓ Evitar la carga sobre el entrenudo (4), pues pueden aplastar la caña. Es recomendable colocar las cargas sobre los nudos. Además, es necesaria la presencia de un nudo en cada extremidad de las cañas para evitar que se fisure.

**Figura 24**

*Recomendaciones para el correcto uso del bambú*



*Nota:* Se ilustran las cuatro comparativas de las recomendaciones para el buen uso del bambú. Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

#### 1.2.1.14. Características no deseadas en un tallo Morán Ubidia (2015)

- ✓ Huecos o rajaduras, pues pueden presentar defectos mecánicos.
- ✓ Con deformaciones o conicidad alta.
- ✓ Con entrenudos muy largos. Los entrenudos mayores a 50 cm no son recomendables para la construcción.
- ✓ Con pudrición o síntomas de enfermedad (no confundir la pudrición con las manchas blancas de los líquenes).

#### Figura 25

*Características indeseadas en un culmo de bambú*



*Nota:* Tomado de (Morán Ubidia, 2015).

#### 1.2.1.15. Bambú, preguntas frecuentes Morán Ubidia (2015)

**¿Cuánto tiempo se requiere para cosechar un bambú como la *Guadua angustifolia*?**

Su madurez, donde alcanza su mayor capacidad de resistencia, se estima dependiendo de las condiciones del sitio, alrededor de 4 años, lo que posibilita un rápido aprovechamiento en comparación con los árboles. Además, tiene la capacidad de generar nuevos brotes, sin necesidad de volver a sembrar, por ello es un recurso altamente renovable.

**¿Pueden reemplazar los bambúes a la madera?**

Así es. No existe estructura u objeto de madera que no pueda ser construido con bambú rollizo o bambú procesado.

**¿El bambú es un material altamente inflamable?**

El fuego no se propaga fácilmente; la preservación con bórax y ácido bórico contribuye a su protección.

**¿El bambú se considera un material sismo-resistente?**

Por ser liviano, flexible, resistente, por su forma cilíndrica y hueca, el bambú es un material que, al ser usado con un buen diseño estructural, contribuye a resistir los sismos y es una solución constructiva idónea en suelo de baja capacidad portante. Se debe aplicar la Norma E.100 Bambú.

**¿El bambú es un material durable?**

Si se cosecha cuando está maduro, es preservado y secado adecuadamente, se protege de la humedad y de la acción directa del sol y se aplica un mantenimiento apropiado, su durabilidad está garantizada por más de 50 años.

**¿Las edificaciones de bambú requieren mayor mantenimiento?**

Al igual que toda edificación, se requiere mantenimiento para eliminar el polvo y hongos, así como mantener su textura y color original.

**¿Es más barato construir con bambú?**

Al igual que todos los materiales, el costo de construcción depende mucho del diseño del proyecto y de su ubicación. En el caso de las viviendas, para las cuales una gran parte del presupuesto se destina a las instalaciones, los acabados y la carpintería, construir con bambú no permite un ahorro muy significativo comparado a la albañilería confinada. Sin embargo, para proyectos que requieren de grandes espacios con techo liviano, el uso del bambú suele ser una opción muy económica.

## 1.2.2. Unidad de albañilería

### 1.2.2.1. Conceptos

La Normativa Técnica Peruana del Reglamento Nacional de Edificaciones (E.070 Albañilería) indica que una unidad de albañilería abarca a los ladrillos y a los bloques en cuya elaboración se utiliza arcilla, sílice-cal o concreto, como materia prima.

### 1.2.2.2. Características que deberían tener los ladrillos —o, en parte, las unidades de albañilería en general— aptos para muros de albañilería, según Del Río (1975), Moreno (1981), Somayaji (2001) y Gallegos (2005) (como se citó en Palacios Delgado, 2019)

- ✓ Estar bien moldeado, lo que da lugar a caras planas, lados paralelos y los bordes y ángulos agudos.
- ✓ Debe ser poroso, pero sin exceso. Para poder tomar bien el mortero, no debe contener sales solubles para no dar origen a la eflorescencia, debe poseer un sonido metálico al ser golpeado con un martillo u otro objeto similar, puesto que cuando se da este sonido es una muestra que el ladrillo está bien cocido y no tiene defectos como fisuras.
- ✓ Contar con una geometría homogénea, compacta, luciente y exenta de caliches, no debe estar demasiado cocido ya que produciría una unidad de color violáceo o negruzco, con una estructura vitrificada y brillante, con deformaciones y grietas. Un ladrillo demasiado cocido es muy duro pero la resistencia queda anulada por las fisuras.
- ✓ Tampoco debe estar poco cocido o blando, pues podría desmoronarse fácilmente y daría un sonido sordo. En resumen, las características físicas del ladrillo son que debe tener una buena cocción, un color uniforme, un sonido claro y seco al ser golpeado.

### **1.2.2.3. Tipología de unidades de albañilería**

La tipología de dichas unidades se realiza en el área neta, medida en proporción a la superficie bruta de la cara de asiento y en las características de los alvéolos, mas no de acuerdo al tamaño de ellas ni con la materia prima con que son elaboradas; es decir que para el mismo tipo puede haber ladrillos o bloques (Gallegos & Casabonne, 2005).

#### **1.2.2.3.1. Unidades sólidas o macizas**

Es la unidad sólida para muros portantes con 70 % de área de asentado y con un máximo de 30% de huecos perpendiculares a la cara de asiento.

#### **1.2.2.3.2. Unidades huecas**

El área alveolar excede el 30 % del área bruta. Por otro lado, cuando los alvéolos se llenan con concreto líquido, la albañilería pasa a ser tratada como sólida.

#### **1.2.2.3.3. Unidades perforadas**

Tienen más del 30 % de área alveolar, pero con la diferencia de las unidades huecas que los tamaños de los alvéolos son reducidos (menos de 4 cm x 5 cm) y no pueden llenarse con concreto líquido.

#### **1.2.2.3.4. Unidades tubulares**

Los alvéolos están dispuestos no perpendiculares a la cara de asiento, sino más bien paralelos.

#### **1.2.2.4. Propiedades de los ladrillos o unidades de albañilería en general, según Gallegos & Casabonne (2005) y Palacios Delgado (2019)**

#### **1.2.2.4.1. Propiedades relacionadas con la resistencia estructural**

- ✓ Resistencia a la compresión
- ✓ Resistencia a la tracción
- ✓ Variabilidad dimensional con relación a la unidad promedio, y, principalmente, la variabilidad de la altura de ella.
- ✓ Alabeos, medidos como concavidades o convexidades en las superficies de asiento
- ✓ Succión o velocidad inicial de absorción en la cara de asiento
- ✓ Textura de la cara de asiento

#### **1.2.2.4.2. Principales propiedades relacionadas con la durabilidad**

- ✓ Resistencia a la compresión
- ✓ Absorción
- ✓ Absorción máxima
- ✓ Coeficiente de saturación

#### **1.2.2.4.3. Propiedades físicas**

- ✓ **Peso específico aparente:** Propiedad que tiene la muestra que relaciona el peso sólido de una muestra y su volumen.
- ✓ **Variación dimensional:** Define la altura de las hiladas, ya que se manifiesta con mayores variaciones. A mayor variación dimensional, mayor espesor de la junta y mientras mayor sea el espesor de la junta, menor será la resistencia a compresión y la resistencia a la fuerza cortante del muro de albañilería.
- ✓ **Alabeo:** Interpretado como concavidades o convexidades en las superficies de asiento, el mayor alabeo (concavidad o convexidad) del ladrillo conduce a efectos semejantes al de la variación dimensional.

- ✓ **Absorción:** Se define como la diferencia de peso entre el ladrillo saturado (durante 24 h de inmersión) y el peso del ladrillo seco, la cual se expresa en porcentaje.
- ✓ **Succión:** Es la velocidad inicial con la que el ladrillo toma agua por capilaridad, medida en gramos de agua absorbidos por cada cm<sup>2</sup> de superficie puesta en contacto con el agua en un minuto; en otras palabras, es la cantidad de agua que asciende por tensión capilar en una pieza.
- ✓ **Color:** Depende de la intensidad del quemado y de la composición química de la materia prima.
- ✓ **Textura:** Es la apariencia que presenta como resultado de la forma de elaboración.
- ✓ **Eflorescencia:** Manchas blanquizas o amarillentas; se rechazan si pasan del 25 % de su superficie.
- ✓ **Sonido:** Al ser golpeado con un martillo u objeto similar producirá un sonido metálico.
- ✓ **Disgregación:** No debe desprenderse por efecto de roce, no debe manchar el agua, tolerable 3 % que no cumpla.
- ✓ **Partiduras:** 10 % para ladrillos artesanales y 5 % para ladrillos industriales (Gallegos & Casabonne, 2005).

#### 1.2.2.4.4. Propiedades mecánicas

- ✓ **Resistencia a la compresión:** Es, por si sola, la principal propiedad de la unidad de albañilería, debido a que define no solo el nivel de su calidad estructural sino también su calidad en situación de exposición.
- ✓ **Resistencia a la tracción:** Es el ensayo más utilizado para determinar la resistencia al corte o resistencia a la tracción diagonal.

- ✓ **Resistencia a la congelación:** Capacidad de los ladrillos de soportar bajas temperaturas sin perder sus propiedades ni sufrir fracturas.
- ✓ **Resistencia al fuego:** Propiedad física de los ladrillos que consiste en soportar altas temperaturas sin sufrir daños.
- ✓ **Aislamiento térmico:** Propiedad física que no permite la transferencia de calor, ya que tiene una baja conductividad térmica.

#### **1.2.2.5. Clasificación de las unidades de albañilería, según Gallegos & Casabonne (2005) Unidades de arcillas o ladrillos cerámicos**

Son usualmente ladrillos. Se fabrican ladrillos de arcilla (compuestas de sílice y alúmina con cantidades variables de óxidos metálicos y otros ingredientes) sólidos, perforados y tubulares.

El color de las unidades va normalmente del amarillo al rojo y su textura es lisa cuando es moldeada con contacto con moldes metálicos, y rugosa cuando se realiza en moldes de madera arenados.

##### **1.2.2.5.1. Unidades de concreto**

Las unidades de concreto pueden ser ladrillos y bloques. Se producen en los tipos sólido y hueco, y se elaboran exclusivamente por moldeo asistido por presión o vibración, o por la combinación de ambas. Lo peculiar de su fabricación es que las mezclas pueden ser dosificadas para producir unidades de resistencia variables.

Se elaboran casi exclusivamente de cemento *portland*, agregados y agua, y, dependiendo de ocasiones específicas, pueden también contener otros ingredientes como pigmentos y agregados especiales.

Es un arte producirlas, pues se debe obtener una resistencia adecuada con la mínima densidad y con el mismo contenido de cemento, de modo que sea posible reducir el costo de los materiales.

#### **1.2.2.5.2. Unidades sílico-calcareas o sílice-cal**

Estas pueden llegar a ser ladrillos y bloques, y se producen en los tipos sólidos, hueco y perforado.

Son elaboradas con la cal —viva o hidratada, arena natural o roca triturada o una combinación de ellas.

Estas unidades siempre se forman mediante moldeado de alta presión. Su color natural es prácticamente blanco con ligero tinte gris, amarillo, o rosado, dependiendo del color de la arena empleada.

#### **1.2.2.5.3. Unidades apilables**

Este tipo de unidades no requieren uso de mortero a diferencia de las unidades anteriores.

### **1.2.3. Materiales empleados en la investigación**

#### **1.2.3.1. Ácido Bórico y bórax**

El bórax como tal no es el mejor insecticida. Pero si mezclas bórax con jugo de limón (o con ácido cítrico), se va a crear un nuevo compuesto que es ácido bórico. La fórmula química del ácido bórico es  $H_3BO_3$  y del bórax es  $Na_2B_4O_7 \cdot 10H_2O$ . El ácido bórico es uno de los reconocidos productos más eficaz contra cucarachas y hormigas. Asimismo, el bórax como el ácido bórico tienen el mismo aspecto, en forma de polvo blanco, y muchas veces son confundidos (Laboratorio Alquera, n.d.).

Teniendo en cuenta lo anterior la mezcla de estos dos productos químicos ayuda en la preservación de un material frente a los insectos, obteniendo así un mayor tiempo de utilidad del material tratado con estos químicos.

### **1.2.3.2. Piedra confitillo**

Se usa como agregado para el concreto: se une a la pasta (cemento Portland y agua), para formar una masa semejante a una roca pues la pasta endurece debido a la reacción química entre el Cemento y el agua. Constituye aproximadamente del 60 al 75 % del volumen total del concreto, por eso su selección es importante: debe tener una resistencia adecuada y no contener materiales que pudieran causar deterioro del concreto. Es un agregado grueso muy importante para la constitución del concreto. Por ello se utiliza para el llenado de columnas, vigas o pisos, afirmado de carreteras y como relleno ornamental en áreas de estacionamiento de vehículos, jardines, etc. Asimismo, se extrae la piedra de la cantera y se transporta en volquete de 15 m<sup>3</sup> directamente a la planta chancadora, por lo cual ingresa por una tolva directamente a la trituradora y sale por las fajas transportadoras de diferentes dimensiones como piedra de 3/4 piedra de 1/2 y confitillo. También, la dosificación de la mezcla depende de la calidad de los agregados ya que las canteras cuentan con diferentes características y propiedades (Martinez, 2017).

Señalando todo lo anterior, se pueda considerar a este material con muchos usos para la construcción en diferentes procesos constructivos de los cuales si es usado correctamente se puede obtener muchos beneficios y avances en la obra.

### 1.2.3.3. Cemento para Prefabricado (Pacasmayo)

**Figura 26**

*Cemento para prefabricado Pacasmayo*



*Nota:* Obtenido de la ficha técnica de Pacasmayo

Cemento Portland Tipo I - Prefabricados. Diseñado para brindar mayor productividad en elementos prefabricados. Ofrece altas resistencias iniciales y menor tiempo de fraguado. Es ideal para fabricar elementos de concreto como bloques, adoquines, cercos, bordillos y postes, entre otros. Diseñado para la fabricación continua de elementos prefabricados. Debido a sus características permite optimizar el consumo del cemento en los diseños de los elementos prefabricados. Asimismo posee una resistencia inicial alta, ya que su rápido desarrollo de resistencia permite agilizar el avance de los proyectos (Pacasmayo, s.f.).

### 1.2.3.4. Mesa Vibradora

Máquina bloquetrera tipo mesa vibradora de 0.60 m x 0.60 m con capacidad para 1 molde. Accionada con motor a gasolina o eléctrico de 3 HP, 400 bloques en jornada de 8 horas. La función de esta máquina es para comprimir y aligerar en la producción y la calidad de un ladrillo más sólido y consistente (FAMACOM, n.d.).

### **1.2.3.5. Molde Metálico**

Se uso un molde metálico para los ladrillos a elaborar el cual tenía las dimensiones de 12 cm x 22 cm x 8.5 cm del cual es desmoldable manualmente y de un uso aprox. Para la fabricación de 2 millares de ladrillos antes que sufra deformaciones por el desgaste.

### **1.2.4. Marco normativo peruano**

#### **Normas Técnicas Peruanas**

Las normas NTP 399.613, NTP 399.604, NTP 400.012 y NTP 400.037 establecen procedimientos para el muestreo, granulometría y ensayos de las propiedades físicas y mecánicas de las unidades de albañilería.

#### **Reglamento Nacional de Edificaciones (E.070)**

Establece los requisitos y exigencias para el diseño, análisis, los materiales, la construcción, el control de calidad e inspección de edificaciones de albañilería compuestas principalmente por muros confinados y muros armados.

### **1.3. Formulación del problema**

¿De qué manera influye la participación del bambú en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería del sector construcción, Trujillo 2022?

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo general**

Determinar la influencia del bambú en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería del sector construcción, Trujillo 2022.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

**OE 1:** Determinar los efectos de las unidades de albañilería al incorporar el bambú en forma de palillos en cantidades de 0 %, 2.5 %, 5 % y 7.5 % con respecto al volumen del ladrillo patrón (LS).

**OE 2:** Determinar la importancia de la participación del bambú en forma de fibras con cantidades de 4 %, 8 % y 12 % con respecto al peso del ladrillo patrón (LS) en las unidades de albañilería.

**OE 3:** Obtener el bambú como producto final desde su materia prima, para la fabricación de las unidades de albañilería, elaborando así las unidades de albañilería con la participación del bambú según normativa E.070, NTP 399 604, NTP 399 613.

**OE 4:** Determinar las propiedades de Variación dimensional, Alabeo, Absorción, Succión y Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería con participación del bambú según normativa NTP 399 604 y NTP 399 613.

**OE 5:** Comparar las propiedades físicas y mecánicas entre las unidades de albañilería elaboradas con bambú y las tradicionales.

### 1.5. Hipótesis

La participación del bambú influye en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería del sector construcción, Trujillo 2022

### 1.6. Antecedentes teóricos

González García & Lizágarra Mendiola (2015) en su investigación de tipo de diseño experimental, determinó las propiedades físico-mecánicas de ladrillos de arcilla recocida incorporando residuos agrícolas, en el cual se generó 6 muestras, en donde a 5 de ellas se adicionaron 5 % y 8 % de residuos agrícolas: de aserrín (M1-5%), semilla de uva (M2-5%) y (M4-8%), semilla de cereza (M3-5%) y (M5-8%), y caña de azúcar (M6-5%), y en la última muestra (M0) sin adiciones. Para la cocción de ladrillos se utiliza hornos intermitentes a cielo abierto, con capacidades máximas de 30 000 ladrillos. Para la prueba de la resistencia a la compresión se realizó de acuerdo a las normas NCMT 2 01 001/02; la NMX-C-441-ONNCCE-2013 y la NMX-C-404-ONNCE-2012. Para la determinación de la granulometría se empleó el Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.). Además, se analizaron los resultados de la resistencia a la compresión y absorción mediante una regresión lineal múltiple del tipo  $Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + \dots + b_nX_n$ , y con el programa estadístico del SPSS (Statistical Product and Service Solutions) con el propósito de conocer la correlación entre las variables independientes y la variable dependiente. Por otro lado, en cuanto a las pruebas de resistencia a la compresión, los ladrillos de las ladrilleras cumplen con sus normativas NCMT 2 01 001/02, NMX-C-441-ONNCCE-2013, excepto con la NMX-C-404-ONNCCE-2012 que es más exigente, con una dispersión de los resultados entre la mínima resistencia de 42.12 kg/cm<sup>2</sup> y la máxima de 91.79 kg/cm<sup>2</sup>. Se

concluyó que es factible adicionar residuos agrícolas en la fabricación de ladrillos, y que, para lograr la resistencia a la compresión requerida para un ladrillo estructural, se necesita elevar la temperatura de cocción alrededor de 1000 °C, mientras que para un ladrillo no estructural se recomienda elevarla a 900 °C.

Teniendo en cuenta lo anterior, este trabajo motiva a la utilización de residuos agrícolas en la fabricación de unidades de albañilería, ya que eleva la resistencia requerida por norma con respecto a la absorción y resistencia a la compresión, siendo una base para tener en cuenta que la utilización de materia orgánica en elaboración de ladrillos influye en las propiedades físicas y mecánicas.

Gareca et al. (2020) desarrollaron su investigación de tipo de diseño experimental desarrollada en la ciudad de Sucre, Bolivia, en donde se pretendió contribuir a la disminución de su contaminación, determinando las características físicas y mecánicas de ladrillos ecológicos mediante técnicas que permitan identificar el proceso adecuado para producir un ladrillo de óptima calidad a través de una selección de residuos inorgánicos, a la vez que se convierte en una alternativa más como material constructivo. La muestra fue de tipo aleatorio simple con 78 probetas (5 muestras de cada material y tipo de dosificación), con tres tipos diferentes de dosificaciones para cada material: poliestireno (PS), polietileno de baja densidad (PEBD), polipropileno (PP) y tereftalato de polietileno (PET). Asimismo, los instrumentos utilizados para determinar las características de los ladrillos ecológicos fueron una máquina universal de ensayo, un molde de 5 cm x 5 cm x 5 cm y horno de secado. Entonces, se determinó que las características de los ladrillos ecológicos responden a las propiedades físicas y mecánicas que se establecen en la norma colombiana, peruana y chilena. En los ladrillos elaborados con PET, PS, PEBD y PP, es posible obtener una

resistencia similar al de ladrillo de primera calidad tradicional de arcilla, capaz de competir con las propiedades físico-mecánicas y de costo, con un valor ecológico añadido.

Esta investigación, con sus resultados y conclusiones, motiva a seguir fomentando la elaboración de materiales de construcción con diversos materiales (ya sea orgánicos o inorgánicos), pues es muy posible –como en este caso lo fue– que sean positivos para sus propiedades, además, que se convierte en un impacto ambiental positivo.

El aporte dado en la investigación descrita, se enfoca en el impacto ambiental positivo que genera la utilización de residuos orgánicos, de lo cual se busca también obtener en la presente investigación con el uso del bambú.

Rifqi et al. (2022) en su investigación de tipo de diseño experimental desarrollada en Politécnica Estatal de Banyuwangi, Java Oriental, Indonesia determinó las características de la disposición de los ladrillos laminados de Bambú Ori Banyuwangi en función de la resistencia a la compresión, a la flexión y a la tracción. La muestra de bambú laminado estuvo conformada por 30 objetos de ensayo, dentro de los cuales 10 estuvieron destinados para la prueba de resistencia a la compresión (5 sin curado y 5 con curado), otros 10 para la prueba de resistencia a la tracción (5 sin conservación y 5 con curado), y otros 10 para la prueba de resistencia a la flexión (5 sin curado y 5 con conservación). El ensayo del bambú laminado se realizó utilizando el método de ensayo de la madera referido al conjunto de normas SNI. A través de los ensayos de resistencia a compresión, tracción y flexión, se notó que el proceso de conservación del bambú laminado con 2.5 % de bórax le da una tendencia a la baja en sus propiedades mecánicas mencionadas. Se concluyó que existe relación entre

la disposición de los ladrillos laminados de Bambú Ori Banyuwangi y su resistencia de propiedades mecánicas.

El aporte que realiza la investigación al presente proyecto es el de dar a conocer que la estructura del bambú curado influye en las propiedades físico-mecánicas debido a que es un material anisotrópico como la madera; además, confirma que el proceso de conservación con 2.5 % de bórax reduce la resistencia de sus propiedades mecánicas.

Ponce Palafox et al. (2020) en su investigación de tipo de diseño experimental en la cual buscó la dosificación adecuada de agregados, polvo de mármol, cemento, arena y cal comercial de albañilería para que los ladrillos alcancen una resistencia a compresión adecuada para construir muros de mampostería en viviendas de baja altura. El programa experimental en la primera etapa incluye 160 ensayos de resistencia a compresión en ladrillos individuales, 3 ensayos a compresión en muretes, 3 ensayos de adherencia en muretes y 48 ensayos de absorción en piezas individuales. Se realizó 16 dosificaciones modificables de cemento, cal, arena y polvo de mármol, y dentro de cada una de aquellas 16 se realizaron 10 muestras, de las cuales 3 fueron ensayadas a los 7 días, otras 3 a los 14 días, y 3 más a los 28 días, y se dejó una pieza como testigo. Se emplearon los tamices para extraer los residuos en el polvo de mármol. Para la prueba de absorción de ladrillos se empleó la norma NMX-C-037-ONNCCE-2013. Para la prueba de adherencia se hicieron con base a la norma NMX-C-082-ONNCCE-2013. Con respecto al ensayo de compresión se utilizó la máquina indicada para ello, y sus ensayos también se realizó según su normativa, la NMX-C-036-ONNCCE-2013. Encontraron que, al aumentar la cantidad de polvo de mármol, la resistencia a compresión disminuye, además, que esta resistencia aumenta, al aumentar los

días de curado. Los resultados experimentales de esta investigación evidencian que es viable elaborar ladrillos a base de polvo-residuo de mármol para construir muros de mampostería en zonas de baja amenaza sísmica.

Esta investigación evidencia otra manera viable de elaborar ladrillos, en los que se añaden compuestos inorgánicos con la finalidad de encontrar otra alternativa para la construcción, empleando los residuos de la industria, a la vez que se reduce la contaminación.

El aporte brindado por la investigación descrita se basa en el desarrollo de una adecuada dosificación para la elaboración de ladrillos de manera convencional, para construcciones convencionales y además de ayudar a reducir la contaminación, ello asemeja a un enfoque del proyecto en búsqueda de obtener un ladrillo eco amigable.

Aguilera Morán (2016) en su trabajo de tipo de diseño no experimental destinado para la ciudad de Aguascalientes, México, analizó las propiedades físico-mecánicas de los tabiques de barro recocido artesanales mediante pruebas con el fin de evaluar el grado de cumplimiento de los requerimientos mínimos expresados en las normas de regulación vigentes. Se realizó un análisis de marco muestral para seleccionar el número de ladrilleras en objeto de experimentación, en base a la metodología estadística con la fórmula de “Tamaño de la muestra para la población finita y conocida”, de la cual se conoció que el número de ladrilleras de estudio serían 38. Los instrumentos de medición se agruparon en dos. Por un lado, el instrumento A, que consistió en las pruebas de laboratorio aplicables basadas en normas nacionales e internacionales (evaluar propiedades físicas y mecánicas de las muestras del suelo que conformaron el tabique), y por otro lado, el instrumento B estuvo

dictada por la Normativa ONNCE en concordancia con las normas NMX-C-404-ONNCE-2012, NMX-C-038-ONNCE-2013, NMX-C-037-ONNCE-2013, NMX-C-036-ONNCE-2013 (evaluar las propiedades físicas y mecánicas de las piezas de tabique). Los resultados de resistencia a la compresión fueron decisivos para la medición de todas las características analizadas en este trabajo para los ladrillos de tabique de barro rojo recosido. Se concluyó que los resultados obtenidos en el trabajo han sido útiles para la medición del control de calidad para el municipio de Aguascalientes y su área conurbada, debido a que no hay una normatividad existente.

El presente trabajo muestra lo importante que es realizar ensayos de laboratorio a los materiales de construcción (en este caso de ladrillos), para así poder tener criterios que parametrizan características correctas en las propiedades de cada material y con respecto al lugar.

El aporte brindado de lo detallado anteriormente, se basa en que el tener un control adecuado de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos, además de regirse de la norma establecida según cada país, ayuda al desarrollo de construcciones con materiales adecuados para el diseño establecido.

Para el Municipio de Ocaña, Colombia, Afanador García et al. (2012) determinaron en su investigación de tipo de diseño no experimental que la resistencia a la fractura en ladrillos macizos fabricados manualmente de arcilla como materia prima, aplicando los ensayos de resistencia mecánica a la compresión y a la flexión. La toma de la muestra para la clasificación del suelo para establecer los porcentajes de arenas, limos y arcillas, para elaborar los ladrillos cerámicos (165 ladrillos por chirca, de 16 chircales) se hizo mediante

un muestreo sistemático por el método de cuarteos sucesivos. Para la clasificación granulométrica y las medidas de plasticidad se empleó los límites de Atterberg, y la clasificación de arcillas y limos por el método de análisis granulométrico por medio de hidrómetro. Para la definir las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos fue empleada la NTC 4017. Los resultados de los ladrillos producidos en Ocaña no cumplen las resistencias establecidas para Colombia. La resistencia a la compresión de muros en ladrillo macizos de arcilla cocida tiene valores bajos en comparación a la especificación del NTC 4205, representando un alto grado de vulnerabilidad en viviendas construidas con el sistema de resistencia sísmica de mampostería confinada.

Esta investigación, como muchas otras, muestran las diferentes pruebas que se le aplican a las unidades de albañilería, y la utilidad que ellas tienen en la búsqueda por conocer las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos.

El aporte brindado en la investigación desarrollada se enfoca en que la mayoría de las ladrilleras artesanales no busca la generación de un buen producto, sino se enfocan más en lo económico, perjudicando a la sociedad. Teniendo ello en mente, se plantea en el presente proyecto la elaboración de unidades de albañilería con bambú de una manera artesanal y eco amigable.

Moreno Pelayes & García Torres (2019) en su investigación de tipo de diseño experimental elaboraron un prototipo de mejora de adobes para su uso en sistemas constructivos sismo-resistentes, con la finalidad de lograr una mejora en las propiedades de resistencia. La población está definida por la utilización de fibras naturales de bambú obtenidas fácilmente desde procesos manuales para ser aplicadas en las mezclas como estabilizantes de los mismos, obteniendo 12 adobes de 30 cm x 30 x cm 12 cm de alto con

una determinada dosificación, 12 adobes de 30 cm x 30 cm x 12 cm de alto con otra dosificación, 7 medias unidades de 14 cm x 30 cm x 12 cm de alto con una dosificación, y 6 medias unidades de 14 cm x 30 cm x 12 cm de alto con otra dosificación. Por otro lado, como instrumentos para la recolección de los datos, se diseñó una ficha la cual, con consiste en una ficha de campo para el levantamiento de información de la elaboración y dosificación de las mezclas, validó los procedimientos realizados y las piezas obtenidas. Los ensayos de laboratorio destinados a la clasificación de los suelos y mezclas según las Normas ASTM, fueron la Granulometría por lavado (ASTM D 422-02), Límites de Atterberg (límite líquido y plástico) (ASTM D 4318-02), Humedad in Situ (ASTM D 2216-08), Clasificación SUCS (ASTM D 2938-02), Resistencia a la compresión simple (NORMA E.080). Por otra parte, los resultados muestran que una referencia para la proporción adecuada del material base para este estudio son los suelos con 40 % de arena, 40 % de limos y 20 % de arcillas. En cuanto a la plasticidad para la mezcla de adobe, es conveniente utilizar suelos con bajo índice de plasticidad, ya que, cuanto más alto sea, mayor será la cantidad de agua contenida en la masa que lo convierte en moldeable y una vez seco, se tendrán mayores retracciones, por cuanto evaporará un volumen mayor de agua. Con la realización del trabajo se concluyó que la técnica de utilización de bambú es una técnica viva en evolución, a la vez que se genera un impacto ecológico menor, ya que las virutas y aserrín del bambú son considerados desechos utilizándose en la quema; asimismo, el empleo de fibras de bambú dio resultados que superaron los estándares normativos de resistencia a la compresión simple para adobes.

La investigación muestra un gran aporte al escaso conocimiento que se tiene acerca del bambú aplicado en la elaboración de materiales de construcción tales como ladrillos. Asimismo, nos ayuda a entender que la aplicación de este gran recurso natural no solo ayuda al medio ambiente, sino que influencia de gran manera en la resistencia a la compresión de los ladrillos.

La labor de Hidalgo López (1978) su investigación de tipo de diseño experimental que fue llevada a cabo en el Laboratorio de Resistencia de Materiales de la División de Ingeniería de la Universidad del Valle, Ciudad de Cali, Colombia, y su objetivo estuvo direccionado a formar una nueva conciencia sobre el bambú “la guadua” e impulsar el desarrollo de nuevas y sencillas técnicas de construcción con este maravilloso material. Se prepararon las muestras con base al bambú “*Bambusa guadua*”, obtenido del guadual de propiedad de la Granja Agrícola del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Se utilizaron un total de 36 guaduas que fueron cortadas en diferentes épocas del año entre las 9 am y las 12 pm. El diámetro varió entre 9 cm y 12 cm y su altura entre 17 m y 23 m. El espesor promedio de la pared en la base fue de 22 mm y en la parte media del tallo, de 10 mm aproximadamente. Con respecto a las edades, se cortaron los culmos con edades entre 9 meses y 7 años. De cada *guadua* solo se utilizaron los primeras 3 o 4 tramos; de cada una se obtuvieron muestras para los ensayos de tracción y compresión, teniendo cuidado de que las mismas destinadas al mismo tipo de ensayo, quedaran separadas tres metros entre sí, a lo largo del tallo de 12 m. Entonces, para la prueba de resistencia a la tracción se ensayaron un total de 163 cintas de 50 cm x 10 mm x 3 mm (5 % por tracción en el entrenudo, 46 % por tracción en el nudo, 6 % por esfuerzo cortante, 11 % por esfuerzo cortante y tracción, 17 % por tracción en el nudo dentro del agarre y 15 % por desgarramiento dentro del agarre). Para el módulo de elasticidad a la tracción se obtuvieron 65 muestras. En el ensayo de compresión participaron un total de 76 muestras consistentes en cilindros cortados de diferentes tramos correspondientes a la parte inferior, media y superior de *guaduas* de distintas edades. Por si fuera poco, para el esfuerzo cortante, se ensayaron 27 muestras tomadas de *guaduas* de diferentes edades tomadas por recomendación de Motol Otta en “Studies on the properties of Bamboo Stem, No. 12”. Por otro lado, los instrumentos utilizados fueron varios detallados

explícita e implícitamente en el texto del libro. En otro orden de cosas, los resultados muestran que la máxima resistencia a la tracción obtenida fue de  $3213 \text{ kg/cm}^2$  en una muestra sin nudo en el centro, tomada del tramo superior de 3 1/2 años de edad, y la mínima fue de  $1017 \text{ kg/cm}^2$  en una muestra sin nudo en el centro tomada del tramo superior (inferior al anterior) de un bambú de 5 años, y la resistencia promedio fue de  $1919 \text{ kg/cm}^2$ . Con respecto a el módulo de elasticidad a la tracción, varió entre  $135000 \text{ kg/cm}^2$  (aproximadamente la misma que la del concreto) y  $277000 \text{ kg/cm}^2$ , donde el valor promedio fue de  $215000 \text{ kg/cm}^2$ . Y se vio que el módulo de elasticidad en las cintas es mucho mayor que en las tablillas. Para los ensayos a compresión, se obtuvieron los resultados más favorables en el tramo superior de los culmos, y en *guaduas* y se observó que la resistencia a la compresión aumenta con la edad de la guadua; asimismo no se observó que el nudo incrementa su resistencia a la compresión, donde en muestras sin nudo en el centro fue de  $705 \text{ kg/cm}^2$  como máximo (*guadua* de 6 años) y  $226 \text{ kg/cm}^2$  como mínimo, y en las muestras con nudo en el centro fue de  $636 \text{ kg/cm}^2$  como máximo y  $261 \text{ kg/cm}^2$  como mínimo (*guadua* de un año). Por si fuera poco, para los ensayos de esfuerzo cortante, el máximo valor fue de  $114 \text{ kg/cm}^2$  y el mínimo de  $45 \text{ kg/cm}^2$ , y el promedio de  $93 \text{ kg/cm}^2$ . Finalmente, en este trabajo se concluyó una serie de cosas. Una de ellas es que la pared externa del culmo del bambú para la elaboración de cintas, es 2.9 veces más resistente que la interna, debido a que las fibras son más compactas. Otra es que un cable hecho con cintas de *guadua* puede tener una resistencia a la tracción entre 48 % y 133 % mayor que una tablilla con igual área transversal. Por otro lado, se comprobó que la zona más débil del tallo es la del nudo y la de mayor resistencia la del entrenudo; por ello se recomienda que al elaborar los cables que los nudos de las cintas no coincidan. Por si fuera poco, se comprobó que la resistencia a la tracción comienza a decrecer en la guadua entre los 5 y 6 años. También, los ensayos a compresión realizados evidencian la excelente resistencia a la compresión que tiene el bambú empleado, incluso mayor

resistencia que la del concreto, y que no se observó que el nudo mejorara dicha resistencia, mas si se comprobó que la resistencia aumenta con la edad, la máxima fue con bambúes de 7 años. Se enlisto muchas más conclusiones que muestran los beneficios del bambú, mientras tanto, se señala de manera general que el bambú es una planta con grandes propiedades físicas y mecánicas y con diversos beneficios llegando obtenerse de manera autosustentable y eco amigable.

En esta investigación acerca del bambú elaborado por el pionero del bambú, Hidalgo López (1981), se le realizaron diversos estudios y se obtuvo un conocimiento más amplio acerca de aquella planta, tales como las propiedades físicas y mecánicas de la *guadua*, elaboración de cables de refuerzo y estribos. Se comenzó relatando de manera amplia acerca del bambú *guadua*, luego se enseña a construir estructuras tipo A hechas con bambú, también se da a conocer acerca de las armaduras tridimensionales prefabricadas para techos, también estuvo presente la técnica de construcción de Bambú-cemento, y, por último, se trata el tema del concreto reforzado con cables de bambú y se creó estribos para columnas hechos de bambú, entre otros amplios y completos descubrimientos. Aquel conocimiento obtenido en dicho trabajo ha sido y sigue siendo de base de gran importancia para generar más conocimientos y para elaborar las normativas correspondientes que ahora ciertos países poseen.

El aporte brindado en la investigación detallada anteriormente es muy beneficioso para el proyecto, debido a que nos informa a detalle de todos los estudios realizados al bambú en diferentes edades y tipos que hay. Asimismo, nos da a entender una nueva perspectiva de uso del bambú en la construcción.

## **CAPÍTULO II: METODOLOGÍA**

### **2.1. Enfoque de la Investigación**

La presente investigación tiene un enfoque de tipo Cuantitativo, por lo que se midió la variable de estudio “propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería”, y se utilizó el método experimental en laboratorio, según las Normas Técnicas Peruanas 399 604, 399 613 y 400.012.

### **2.2. Tipo de Investigación**

#### **2.2.1. Por el propósito**

La presente investigación según el propósito que posee es aplicada, ya que no se dará origen a un nuevo conocimiento, sino que se empleó la información de las normativas peruanas y los conocimientos adquiridos en base a las variables estudiadas aplicándolas en varias muestras.

#### **2.2.2. Según el nivel**

La presente investigación según el nivel es explicativa, ya que se encargó de buscar el porqué de los hechos, mediante el establecimiento de relaciones causa – efecto, mediante la prueba de la hipótesis planteada, así como de las variables involucradas. (Ñaupas et al., 2014)

### **2.3. Diseño de investigación**

Según el diseño, la presente investigación desarrollada es experimental y Preexperimental ya que se manipuló una variable independiente (influencia del bambú) para tener consecuencias positivas en la variable dependiente (propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería) (Ñaupas et al., 2014). Además, se verá la comparación de las muestras con bambú en diferentes porcentajes.

## **2.4. Clasificación de Variables**

### **2.4.1. Variable Independiente**

Influencia del bambú

La utilización de fibras naturales de bambú para la estabilización de adobes, en donde se llegó a resultados favorables en cuanto a sus propiedades de resistencia a la compresión simple, es un indicador positivo que muestra que las fibras de bambú pueden ayudar enormemente a incrementar las propiedades mecánicas del ladrillo (Moreno Pelayos & García Torres, 2019).

### **2.4.2. Variable Dependiente**

Propiedades físico-mecánicas de unidades de albañilería

Se denomina propiedades físico-mecánicas a las características de un material al someterse a diferentes procesos de laboratorio como: compresión, tracción, congelamiento, succión, peso específico aparente, alabeo, succión, entre otros; definiendo así la calidad del material a emplearse en una determinada actividad.

## 2.5. Población y Muestra

### 2.5.1. Población

La población de estudio está conformada por 145 unidades de albañilería de los cuales son:

**Tabla 4**

*Población de muestras para ensayos según tipo.*

Tipo de ladrillo	Cantidad
<b>Industrial de arcilla cocida (I)</b>	12
<b>Artesanal de arcilla cocida (A)</b>	12
<b>Bambú (0 %) + concreto (LS)</b>	15
<b>Bambú (0 %) + concreto (L)</b>	14
<b>Bambú fibra (4 % M) + concreto (1F)</b>	15
<b>Bambú fibra (8 % M) + concreto (2F)</b>	17
<b>Bambú fibra (12 % M) + concreto (3F)</b>	15
<b>Bambú palillos (2.5 % V) + concreto (1P)</b>	15
<b>Bambú palillos (5 % V) + concreto (2P)</b>	15
<b>Bambú palillos (7.5 % V) + concreto (3P)</b>	15
<b>TOTAL</b>	<b>145</b>

*Nota:* 2.5 % V, 5 % V y 7.5 % V (corresponden a porcentajes de bambú del volumen del ladrillo); 4 % M, 8 % M y 12 % M (corresponden a porcentajes de bambú del peso del ladrillo).

### 2.5.2.1. Técnicas de muestreo

La presente investigación tiene un muestreo no probabilístico, ya que no todos tienen la probabilidad de ser elegidos y se utilizan “procedimientos que no utilizan la ley del azar ni el cálculo de probabilidades” Ñaupas et al., (2014). Asimismo, —según el mismo autor— se subdivide para esta investigación en muestreo por cuotas, debido a que consiste en formar grupos por características en común, en este caso será por:

- Tipos de diseño.
- Porcentaje de bambú.

Asimismo, la cantidad se tendrá en cuenta según lo estipulado en las NTP 399.613 y la NTP 399.604.

### 2.5.2.2. Tamaño de Muestreo

La muestra en la presente investigación abarca 106 unidades diseñadas y fabricadas por los investigadores y 39 unidades adquiridas de almacenes. Por ello se determinó las muestras necesarias por cada ensayo desarrollado en la presente investigación según la normativa NTP 399.613 y 399.604, detallándolo a continuación:

**Tabla 5**

*Número total de muestras para cada ensayo.*

ENSAYO	Ladrillos de arcilla		Ladrillos de concreto + bambú							
	(I)	(A)	LS	L	1F	2F	3F	1P	2P	3P
<b>Variación dimensional</b>	12	12	15	14	15	17	15	15	15	15
<b>Alabeo</b>	6	6	3	3	3	3	3	3	3	3
<b>Succión</b>	6	6	5	4	5	5	5	5	5	5
<b>Absorción</b>	6	6	5	4	5	5	5	5	5	5
<b>Resistencia a la compresión</b>	6	6	5	6	5	6	5	5	5	5

*Nota:* Esta tabla muestran las cantidades de unidades empleadas para cada ensayo.

## 2.6. Materiales, Instrumentos y Métodos

Se tomó en cuenta todo lo señalado en las Normas Técnicas Peruanas 399.613 y 399.604, teniendo en cuenta cada ensayo relacionado al proyecto de investigación y con todos los equipos y herramientas necesarias para desarrollar un adecuado método de ensayo.

### 2.6.1. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos según Ñaupas et al., (2014)

La técnica de recolección de datos a utilizar para la presente investigación es:

#### 2.6.1.1. La Observación

La observación de manera directa, en la que se realiza un registro visual de lo que ocurre en una situación real, clasificado y consignando los datos de acuerdo con un esquema previsto y de acuerdo con cada muestra sometida a las diferentes pruebas de laboratorios contempladas en la Norma Técnica Peruana 399 604 y 399 613.

#### 2.6.1.2. Instrumento de recolección de datos

En función a la técnica mencionada, el instrumento que se utilizará para la recolección de datos será el siguiente:

**Guía de Observación;** el cual es el más utilizado en ingeniería, en el cual se anotarán los resultados de cada ensayo de laboratorio en el que se someterán las 145 muestras en hojas de cálculo que se organizarán según la Norma Técnica Peruana 399 604 y 399 613. (**Anexos**)

### 2.6.2. Análisis de datos

La presente investigación es **experimental**, por ello se determinó un análisis de datos por **Inferencia Estadística**, ya que se manipulará una variable independiente (Influencia del bambú) para tener consecuencias positivas en la variable dependiente (Propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería). Además, se verá la comparación de las muestras con bambú en diferentes porcentajes y sin ello, mediante la aplicación de ensayos en laboratorio según Norma Técnica Peruana 399 604 y 399 613.

## 2.7. Procedimientos

Se estableció el siguiente procedimiento para la ejecución del proyecto de investigación experimental.

### 2.7.1. Descripción de procedimientos

#### 2.7.1.1. Diseños de unidades de albañilería

Para ello se tomó en cuenta las consideraciones mencionadas para unidades de albañilería en la norma E.070, teniendo como material principal el concreto. Además, se tomó en consideración lo siguiente.

**Tabla 6**

*Dosificación establecida para 110 ladrillos artesanales de concreto.*

Ladrillo	CEMENTO (bol.)	ARENA (m <sup>3</sup> )	PIEDRA CONFITILLO (m <sup>3</sup> )	AGUA (m <sup>3</sup> )
L	1	0.22	0.17	0.11

*Nota:* Se partió desde la dosificación general que muestra la tabla para elaborar los ladrillos que contienen concreto.

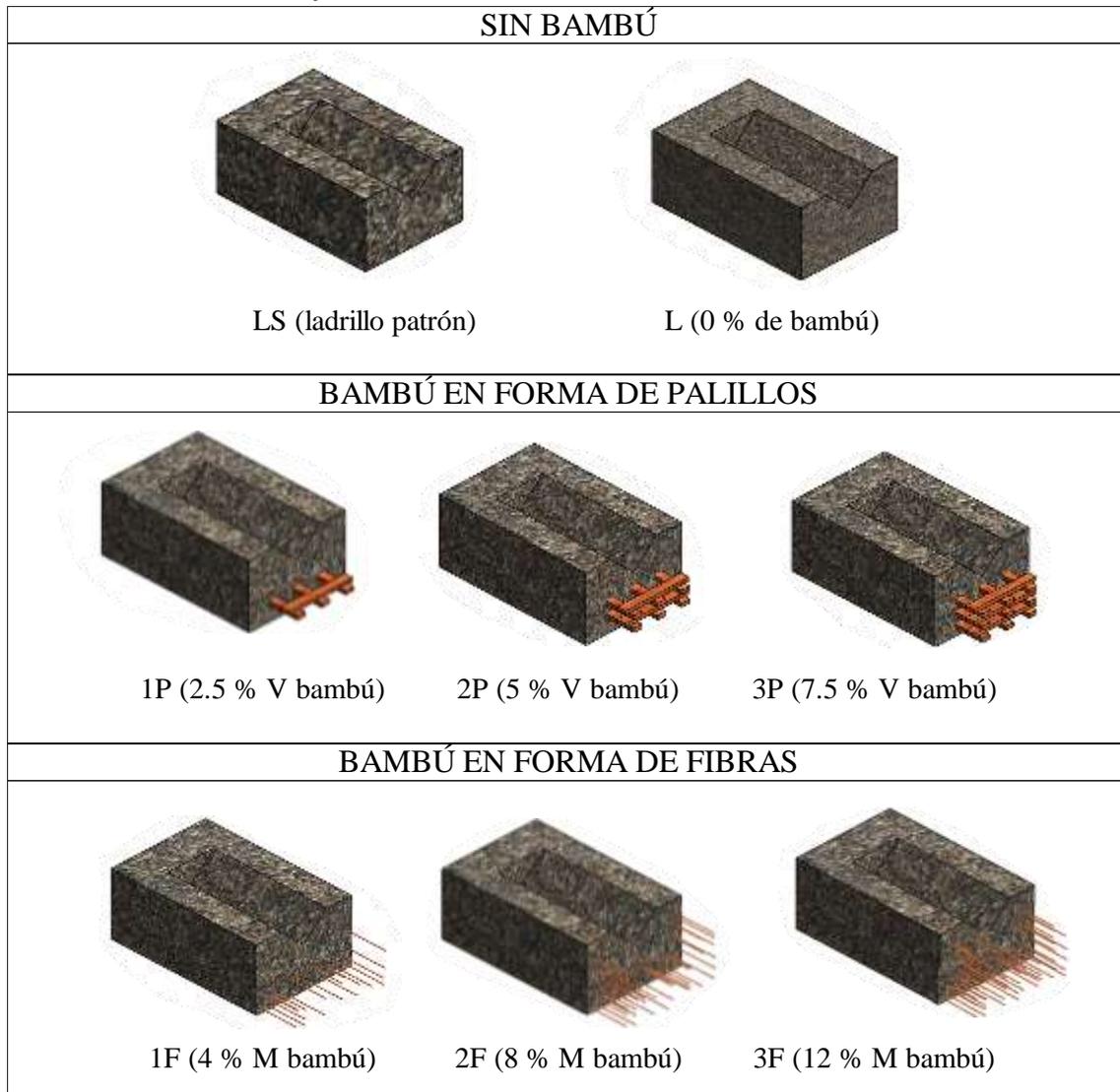
**Tabla 7**

*Dosificación establecida para 15 unidades de albañilería de concreto según tipo.*

TIPOS	CEMENTO (bol.)	ARENA (m <sup>3</sup> )	PIEDRA CONFITILLO (m <sup>3</sup> )	AGUA (m <sup>3</sup> )	BAMBÚ	
					Volumen con respecto a LS	Peso con respecto a LS
L	0.136	0.030	0.023	0.0147	-	-
1F	0.136	0.030	0.023	0.0147	-	164 g
2F	0.136	0.030	0.023	0.0147	-	328 g
3F	0.136	0.030	0.023	0.0147	-	492 g
1P	0.136	0.030	0.023	0.0147	57.8 cm <sup>3</sup>	-
2P	0.136	0.030	0.023	0.0147	115.5 cm <sup>3</sup>	-
3P	0.136	0.030	0.023	0.0147	173.3 cm <sup>3</sup>	-

*Nota:* 1F ,2F y 3F (corresponden a ladrillos de concreto con adición de fibras de bambú en diferentes cantidades); 1P, 2P y 3P (corresponden a ladrillos de concreto con adición de palillos de bambú en diferentes cantidades).

**Figura 27**  
*Diseños de las diferentes unidades de albañilería*



*Nota:* La imagen presenta 3 clases de ladrillos de concreto, siendo en total 8 tipos de ladrillos elaborados.

### 2.7.1.2. Granulometría del agregado

Para ello se determinó la granulometría de la arena gruesa y piedra confitillo según la normativa NTP 400.012 y NTP 400.037, teniendo en cuenta el proceso detallado en ello.

Procedimiento:

- a) Obtención de muestra de agregado del depósito.
- b) Se realizó el método de cuarteo de lo extraído y se seleccionó la muestra a usar.
- c) Colocación de la muestra de arena gruesa y piedra confitillo en horno por 24 h.

d) Se seleccionó la cantidad requerida para la realización del ensayo de cada agregado.

e) Se procedió a seleccionar los tamices a usar en el ensayo de cada agregado de acuerdo a norma.

f) Se realizó el tamizado con la muestra requerida y se obtuvo los resultados que luego se analizaran en gabinete.

### 2.7.1.3. Elaboración de las unidades de albañilería con bambú

Las unidades de albañilería se elaboraron artesanalmente en el sector barrio 4A- Alto Trujillo, provincia de Trujillo, departamento de La Libertad.

**Figura 28**

*Plano de ubicación de ladrillera para elaboración de las unidades de albañilería*



*Nota:* La imagen representa brevemente el lugar donde fueron elaboradas las unidades de albañilería, en Alto Trujillo, Barrio 4A. La presente fue extraída de Google Earth Pro.

**Figura 29**

*Plano de localización de ladrillera para la elaboración de las unidades de albañilería*



*Nota:* Figura extraída de Google Earth Pro.

**Figura 30**

*Plano de localización provincial de ladrillera para la elaboración de las unidades de albañilería*



*Nota:* Figura extraída de Google Earth Pro.

**Figura 31**  
*Plano de localización del bambú (*guadua angustifolia*)*



Nota: Figura extraída de Google Earth Pro.

**Figura 32**  
*Bambú (*guadua angustifolia*)*



Nota: Para la selección de las cañas de bambú se practicaron las recomendaciones presentadas en las Figuras 23 y 25. Figura extraída de Google Earth Pro.

#### 2.7.1.4. Elaboración de Ladrillos según cada diseño

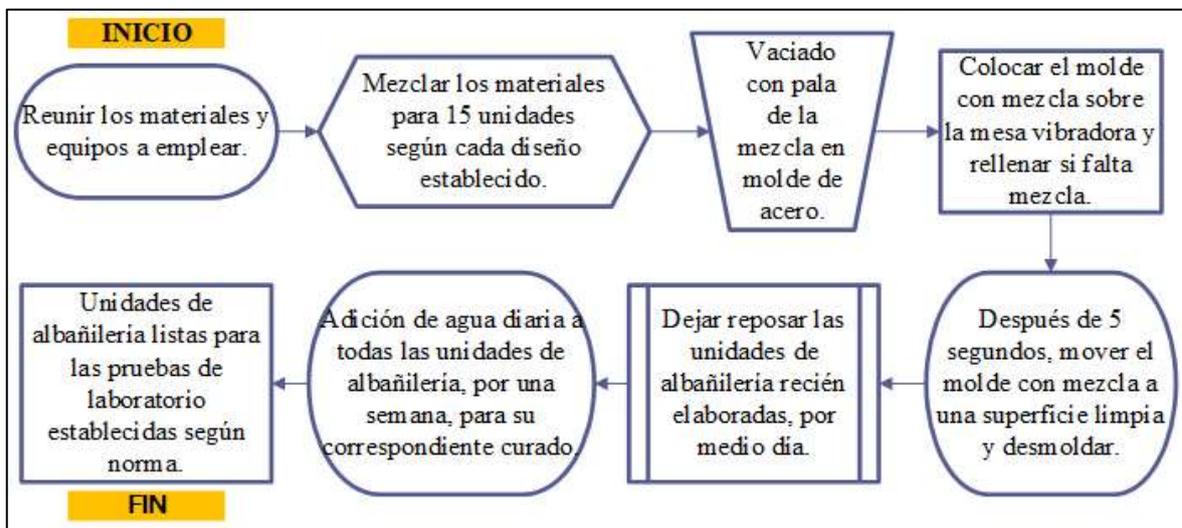
Primeramente, se reunió todos los materiales a utilizar (**ANEXO 2**), como:

- ✓ Cemento Portland Tipo I – Prefabricados.
- ✓ Arena Gruesa, Piedra confitillo y agua.
- ✓ Molde metálico 12 cm x 22 cm x 8.5 cm.
- ✓ Mesa vibradora eléctrica.
- ✓ Herramientas manuales (pala, carretilla, badilejo, entre otros)

Seguido de ello se siguió los siguientes pasos para la obtención de las unidades de albañilería según cada tipo señalado en la **Figura 33** y de acuerdo con la dosificación de la **Tabla 7**.

**Figura 33**

*Diagrama básico de elaboración de las unidades de albañilería*



*Nota:* Se muestra el flujo de trabajo.

### **2.7.1.5. Ejecución de los ensayos de laboratorio**

#### **2.7.1.5.1 Granulometría del agregado**

##### **Materiales y Equipos**

- Piedra confitillo
- Arena gruesa
- Juego de tamices
- Balanza con aprox. A 0.1 g
- Horno 110 °C
- Brocha y bandeja

##### **Normativa**

Se aplicó la NTP 400.012 y NTP 400.037.

##### **Procedimiento**

Primero, se empleó la muestra de cada agregado por el método de cuarteo según la cantidad indicada y se colocara ello en el horno a 110 °C por un periodo determinado en norma; después se pasó a retirar el agregado y a vaciar en recipientes según la cantidad necesaria y se anota su peso. Asimismo, se limpiaron los tamices con la brocha antes de comenzar el ensayo.

Luego, se procedió con el armado de los tamices y el vaciado de la muestra de agregado pesado, seguido de ello se tapó y se realizó un tamizado manual en forma circular y para los lados por el periodo de un minuto para poder obtener un buen resultado.

Finalmente, se registraron los pesos del agregado retenido en cada tamiz y en el fondo. Todo ello se anotó en una base de datos. Y la suma de estas cantidades debe tener

una diferencia no mayor del 1% de la cantidad de ingreso; si es mayor, el procedimiento se debe repetir. Teniendo lo anterior en cuenta se calculó el por ciento retenido, por ciento retenido acumulado y el por ciento pasantes en cada tamiz.

### 2.7.1.5.2 Variación Dimensional

#### Materiales y Equipos

- Vernier o regla metálica de 30 cm.
- Trapo y hojas de apunte.
- 10 unidades de ladrillos de cada diseño establecido.

#### Normativa

Se aplicó la NTP 399.613 y NTP 399.614

#### Procedimiento

Se midió el largo ancho y altura de las 10 unidades de ladrillos, teniendo en cuenta las caras superiores e inferiores. Asimismo, las medidas se tomaron de cada extremo y en el centro de cada cara de las unidades de albañilería.

*Ecuación 1:* Porcentaje de variación nominal.

$$V(\%) = \frac{Dn - Dp}{Dn} * 100$$

V(%): Porcentaje de variación nominal

Dn: Dimensión nominal

Dp: Dimensión promedio

### 2.7.1.5.3 Alabeo

#### **Materiales y Equipos**

- Varilla de acero con borde recto.
- Una regla o cuña de medición graduadas en mediciones de 1 mm.
- Plancha de vidrio de 35 cm x 35 cm.
- Brocha y libreta de apuntes.

#### **Normativa**

Se aplicó la NTP 399.613

#### **Procedimiento**

Se tomaron las unidades de albañilería debidamente limpias y con nomenclatura correspondiente.

Primero, se colocaron los ladrillos sobre la base de vidrio. Luego, se observó el tipo de alabeo que posee, si la superficie es cóncava o convexa, con la ayuda de la varilla metálica colocándola a lo largo de cada unidad, así se procedió a introducir la cuña metálica u hojas milimétricas en donde se presentó mayor alabeo y se procedió a registrar los resultados.

### 2.7.1.5.4 Succión

#### **Materiales y Equipos**

- Bandeja impermeable rectangular
- Soportes anti corrosibles para el ladrillo
- Dispositivo de tiempo
- 6 unidades de ladrillos de cada diseño establecido.
- Horno con Temperatura  $100 \pm 5$  °C
- Agua, broca y trapo

## Normativa

Se aplicó la NTP 399.613

## Procedimiento

Primero, se pesó cada ladrillo necesario para el ensayo y se secó en el horno hasta que tuvo un peso constante.

Luego, se colocó en una bandeja nivelada, se añadió agua hasta que queden cubiertos los apoyos para los ladrillos, unos 3 a 10 mm manteniendo el nivel constante durante todo el ensayo.

Asimismo, se asentaron las unidades de albañilería según tipo en los apoyos y se controló un minuto cada una e inmediatamente se procedió a retirar, se pasó con un trapo el exceso de agua y se procedió a pesar. Luego se procedió a calcular la succión de cada ladrillo según la siguiente fórmula.

*Ecuación 2:* Succión del material.

$$S = \frac{Q_i - P_i}{A}$$

S: Succión del material.

Qi: Peso en gramos del ladrillo antes de ser ensayado.

Pi: Peso en gramos del ladrillo después de ser ensayado.

A: Área de contacto con el agua en cm<sup>2</sup>.

### 2.7.1.5.5 Absorción

#### Materiales y Equipos

- Balanza, capacidad 5000 g
- Horno con Temperatura  $100 \pm 5$  °C
- Deposito impermeable
- Trapo industrial, cuaderno de apuntes.
- 5 unidades de ladrillos de cada diseño establecido.

#### Normativa

Se aplicó la NTP 399.613 y NTP 399.614

#### Procedimiento

Primero, una vez codificados correspondientemente los especímenes de ensayo, se colocaron en el horno por 24 horas. Luego, se los retiró dejando enfriar al aire libre por unos 5 minutos y se los pesaron en la balanza.

Después, se los colocaron en agua por un periodo de 24 horas, para así ser retirados y secados superficialmente las caras de cada ladrillo, y pesados en la balanza.

*Ecuación 3:* Porcentaje de absorción.

$$\%Abs = \frac{Ws - Wd}{Wd} * 100$$

%Abs: porcentaje de absorción.

Ws: Peso en gramos del espécimen sumergido en agua fría.

Wd: Peso en gramos del espécimen seco.

### 2.7.1.5.6 Resistencia a la Compresión

#### Materiales y Equipos

- Prensa hidráulica 100 t.f
- Deformímetro de perilla
- Cronometro
- Hoja de reporte
- Cámara fotográfica y brocha.
- 5 unidades de ladrillos de cada diseño establecido.

#### Normativa

Se aplicó la NTP 399.613 y NTP 399.614

#### Procedimiento

##### Antes del ensayo:

Primeramente, se identificaron los especímenes a ensayar, debidamente codificados y limpios. Luego se procedió a realizar el refrentado con yeso en las caras superior e inferior de cada ladrillo, con un espesor menor a 4 mm y dejarlos secar por 24 horas.

Después, se tomó nota del área neta a comprimir de cada espécimen a ensayar y se colocaron en la prensa hidráulica según las indicaciones de la norma.

##### Durante el ensayo:

Se tuvo una velocidad de ensayo de acuerdo con norma, y se tomó nota de la carga y deformación de cada espécimen, grabándolo durante todo el ensayo. Asimismo, se registró el tiempo de ensayo de cada espécimen, y se observaron las fallas producidas hasta la rotura de la muestra.

**Después del ensayo:**

Se retiró cada muestra respectiva de la prensa hidráulica y se limpiaron para continuar con el ensayo de las otras muestras, luego se determinó en gabinete los cálculos necesarios con los datos obtenidos.

*Ecuación 4:* Esfuerzo a la compresión. 
$$\sigma_c = \frac{W}{A}$$

$\sigma_c$ : Esfuerzo a la compresión kg/cm<sup>2</sup>

W: carga aplicada kg

A: Área resistente cm<sup>2</sup>

**2.8. Aspectos Éticos**

La presente investigación se realizó en cumplimiento del código de ética del investigador de la Universidad Privada del Norte. Por lo tanto, se presenta una investigación auténtica, responsable y justa, en caso de los investigadores y personas involucradas. Además, se busca el desarrollo de nuevos conocimientos acerca de la utilización de un recurso natural en la construcción para el beneficio social.

Asimismo, se da conformidad para la difusión de la investigación, en busca de aportar a el desarrollo de más investigaciones futuras acerca de la implementación y uso de este recurso natural conocido como “bambú o caña guayaquil” en la construcción.

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de cada ensayo señalado anteriormente, de acuerdo con cada tipo de diseño establecido y elaborados con bambú de acuerdo con diferentes proporciones, así como de los adquiridos comercialmente. Además, los datos completos se encuentran en el apartado de anexos para su mayor detalle. Teniendo todo ello en cuenta se procede con los datos obtenidos en esta investigación:

### 3.1. Ensayo de Análisis Granulométrico

#### 3.1.1. Arena gruesa

**Tabla 8**

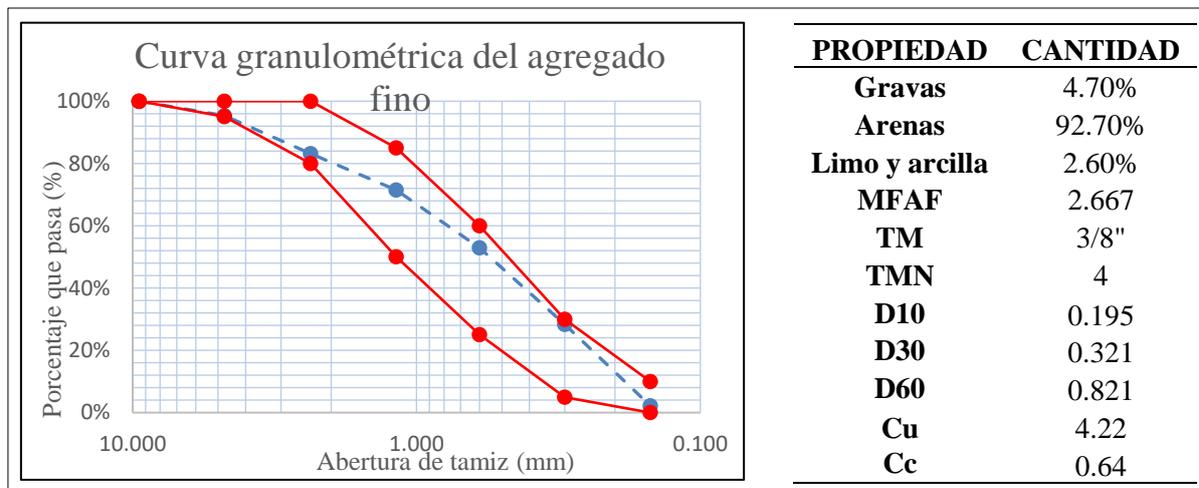
*Granulometría de la arena gruesa.*

Tamiz	Abertura (mm)	NTP 400.037		Masa retenida (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
		Mínimo	Máximo				
3/8"	9.500	100	100	0.0	0.0	0.0	100.0
<b>4</b>	4.750	95	100	94.0	4.7	4.7	95.3
<b>8</b>	2.360	80	100	244.0	12.2	16.9	83.1
<b>16</b>	1.180	50	85	232.0	11.6	28.5	71.5
<b>30</b>	0.600	25	60	372.0	18.6	47.1	52.9
<b>50</b>	0.300	5	30	492.0	24.6	71.7	28.3
<b>100</b>	0.150	0	10	522.0	26.1	97.8	2.2
<b>200</b>	0.075	-	-	36.0	1.8	99.6	0.4
<b>Fondo</b>	-	-	-	8.0	0.4	100.0	0.0
<b>Total</b>	-	-	-	2000.0	100.0	-	-

*Nota:* El ensayo granulométrico fue realizado con la arena gruesa extraída del mismo lugar donde se elaboraron las unidades de albañilería.

**Figura 34**

*Curva granulométrica del agregado fino y datos granulométricos*



*Nota:* De la gráfica presente en la figura se observa que el agregado está dentro de los límites establecidos por normativa para el agregado fino.

### 3.1.2. Piedra confitillo

**Tabla 9**

*Granulometría de la piedra confitillo.*

Tamiz	Abertura (mm)	NTP 400.037		Masa retenida (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
		Mínimo	Máximo				
1"	25.400	100	100	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	90	100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	20	55	30.0	0.6	0.6	99.4
3/8"	9.500	0	15	130.0	2.6	3.2	96.8
4	4.750	0	5	2922.0	58.4	61.6	38.4
8	2.360	-	-	1560.0	31.2	92.8	7.2
16	1.180	-	-	196.0	3.9	96.8	3.2
30	0.600	-	-	38.0	0.8	97.5	2.5
50	0.300	-	-	14.0	0.3	97.8	2.2
100	0.150	-	-	58.0	1.2	99.0	1.0
200	0.075	-	-	40.0	0.8	99.8	0.2
Fondo	-	-	-	12.0	0.2	100.0	0.0
Total	-	-	-	5000.0	100.0	-	-

*Nota:* En el caso del presente agregado, también fue extraído de la ladrillera.

### 3.2. Ensayo de Variación Dimensional

Los resultados del ensayo para todas las muestras diseñadas y obtenidas, se observan en la sección de: “Anexo N° 3.2: Ensayo de Variación dimensional en los ladrillos de concreto y los de arcilla cocida”.

### 3.3. Ensayo de Alabeo

**Tabla 10**

*Alabeo de unidades de ladrillo artesanal de arcilla.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
A-7	0.0	0.0	1.1	1.1	6.2	5.5	0.55	5.85	2.79	120.41
A-8	0.2	0.4	1.5	1.0	8.5	8.4	0.78	8.45	3.99	119.69
A-9	0.0	1.2	0.5	0.0	3.9	4.8	0.43	4.35	2.09	120.78
A-10	1.5	0.5	0.2	0.4	3.5	1.0	0.65	2.25	1.23	103.83
A-11	0.2	0.0	0.2	0.1	2.1	2.8	0.13	2.45	1.22	135.90
A-12	2.9	0.4	0.0	0.6	4.0	3.8	0.98	3.90	1.82	93.31
<b>Promedio</b>							<b>0.58</b>	<b>4.54</b>	<b>2.19</b>	<b>115.66</b>
							<b>2.56 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.8549</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 11**

*Alabeo de unidades de ladrillo industrial de arcilla.*

Especímen N°	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
I-7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.45	0.35	0.14	35.36
I-8	1.0	0.7	0.6	1.1	0.85	0.85	0.24	28.01
I-9	0.7	0.0	2.0	1.5	0.35	1.75	0.88	83.93
I-10	1.6	1.8	1.1	0.5	1.70	0.80	0.58	46.42
I-11	1.4	1.0	0.6	0.2	1.20	0.40	0.52	64.55
I-12	0.9	1.1	0.2	0.0	1.00	0.10	0.53	96.78
<b>Promedio</b>					<b>0.93</b>	<b>0.71</b>	<b>0.48</b>	<b>59.17</b>
					<b>0.82 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.5897</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara superior que en la inferior.

**Tabla 12**

*Alabeo de unidades de ladrillo patrón de concreto.*

Especimen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
LS-6	4.9	0.5	4.8	2.9	5.5	4.9	3.28	5.20	1.89	48.35	
LS-7	1.0	0.9	0.0	0.0	3.8	1.9	0.48	2.85	1.43	112.94	
LS-9	4.2	3.0	0.8	0.5	6.5	2.8	2.13	4.65	2.23	75.09	
<b>Promedio</b>							<b>1.96</b>	<b>4.23</b>	<b>1.85</b>	<b>78.79</b>	
							<b>3.10 mm</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>									<b>0.5978</b>		

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 13**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 0 % de bambú.*

Especimen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
L-8	1.5	3.5	0.9	0.8	3.9	2.9	1.68	3.40	1.36	60.27	
L-9	1.0	1.0	1.0	0.0	2.9	2.1	0.75	2.50	1.02	76.14	
L-10	1.0	2.1	0.8	1.5	3.2	3.5	1.35	3.35	1.13	56.05	
<b>Promedio</b>							<b>1.26</b>	<b>3.08</b>	<b>1.17</b>	<b>64.15</b>	
							<b>2.17 mm</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>									<b>0.5377</b>		

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 14**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M de bambú.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
<b>1F-6</b>	2.0	2.5	1.0	1.0	3.0	2.9	1.63	2.95	0.90	43.46	
<b>1F-7</b>	1.5	1.0	1.2	1.0	4.0	3.5	1.18	3.75	1.35	66.47	
<b>1F-9</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	4.5	3.0	1.00	3.75	1.50	78.12	
<b>Promedio</b>							<b>1.27</b>	<b>3.48</b>	<b>1.25</b>	<b>62.68</b>	
								<b>2.38 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>								<b>0.5259</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 15**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M de bambú.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
<b>2F-9</b>	3.0	1.5	1.5	1.0	3.0	2.0	1.75	2.50	0.84	41.83	
<b>2F-11</b>	2.0	2.0	1.0	1.0	4.0	4.0	1.50	4.00	1.37	58.55	
<b>2F-13</b>	1.0	2.0	1.5	1.0	2.5	2.0	1.38	2.25	0.61	36.33	
<b>Promedio</b>							<b>1.54</b>	<b>2.92</b>	<b>0.94</b>	<b>45.57</b>	
								<b>2.23 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>								<b>0.4200</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 16**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M de bambú.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
<b>3F-6</b>	1.0	1.0	1.5	1.0	5.0	5.0	1.13	5.00	2.01	83.19	
<b>3F-8</b>	2.5	3.0	1.0	2.0	4.0	5.0	2.13	4.50	1.43	48.99	
<b>3F-10</b>	1.0	3.0	2.0	1.0	4.0	3.5	1.75	3.75	1.28	53.02	
<b>Promedio</b>							<b>1.67</b>	<b>4.42</b>	<b>1.57</b>	<b>61.73</b>	
								<b>3.04 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>								<b>0.5173</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 17**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V de bambú.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
<b>1P-6</b>	1.0	1.0	2.0	1.1	2.0	3.9	1.28	2.95	1.12	61.00	
<b>1P-7</b>	3.0	3.0	2.0	2.5	3.0	2.0	2.63	2.50	0.49	19.03	
<b>1P-9</b>	1.2	1.5	1.0	1.0	6.5	5.0	1.18	5.75	2.42	89.50	
<b>Promedio</b>							<b>1.69</b>	<b>3.73</b>	<b>1.34</b>	<b>56.51</b>	
								<b>2.71 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>								<b>0.4948</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 18**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V de bambú.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
<b>2P-6</b>	1.0	1.0	1.0	1.0	3.5	4.0	1.00	3.75	1.43	74.55	
<b>2P-8</b>	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0	3.0	2.25	3.00	0.55	21.91	
<b>2P-10</b>	1.0	3.0	2.0	1.0	2.0	2.0	1.75	2.00	0.75	41.06	
<b>Promedio</b>							<b>1.67</b>	<b>2.92</b>	<b>0.91</b>	<b>45.84</b>	
								<b>2.29 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>								<b>0.3970</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

**Tabla 19**

*Alabeo de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V de bambú.*

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)			Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
<b>3P-7</b>	4.1	1.5	4.0	4.0	3.1	4.1	3.40	3.60	1.04	29.90	
<b>3P-8</b>	1.5	1.5	0.5	2.1	3.5	4.0	1.40	3.75	1.33	60.79	
<b>3P-9</b>	2.1	2.1	1.1	2.3	4.0	4.0	1.90	4.00	1.16	44.72	
<b>Promedio</b>							<b>2.23</b>	<b>3.78</b>	<b>1.18</b>	<b>45.14</b>	
								<b>3.01 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>								<b>0.3908</b>			

*Nota:* El promedio muestra que el alabeo es mayor en la cara inferior que en la superior.

### 3.4. Ensayo de Succión

**Tabla 20**

*Succión de unidades de ladrillo artesanal de arcilla.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
A-7	3480	3556	76	257.6	0.29
A-8	3540	3607	67	257.4	0.26
A-9	3518	3593	75	257.3	0.29
A-10	3526	3598	72	263.1	0.27
A-11	3456	3552	96	259.9	0.37
A-12	3496	3582	86	255.3	0.34
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.30</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.04</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.13</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de arcilla es superior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 21**

*Succión de unidades de ladrillo industrial de arcilla.*

Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso mojado y secado (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
I-7	2932	2956	24	197.64	0.12
I-8	2892	2914	22	194.18	0.11
I-9	2924	2943	19	200.39	0.09
I-10	2908	2928	20	198.54	0.10
I-11	2912	2934	22	198.36	0.11
I-12	2910	2932	22	199.10	0.11
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.11</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.09</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de arcilla está dentro del rango que indica a la normativa E.070.

**Tabla 22**

*Succión de unidades de ladrillo patrón de concreto.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
LS-11	4086	4118	32	264.8	0.12
LS-12	4130	4173	43	268.2	0.16
LS-13	4037	4081	44	266.2	0.17
LS-14	3998	4051	53	261.9	0.20
LS-15	3940	3987	47	269.3	0.17
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.16</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.18</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento está dentro del rango que indica a la normativa E.070.

**Tabla 23**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 0 % bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
L-11	4470	4482	12	273.6	0.04
L-12	4340	4357	17	271.6	0.06
L-13	4295	4307	12	272.4	0.04
L-14	4354	4372	18	273.6	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.05</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.22</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 24**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
1F-11	4185	4199	14	287.0	0.05
1F-12	4345	4359	14	277.6	0.05
1F-13	4521	4533	12	284.0	0.04
1F-14	4488	4499	11	278.0	0.04
1F-15	4148	4167	19	276.0	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.05</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.23</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 25**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
2F-13	4366	4386	20	272.9	0.07
2F-14	4414	4428	14	277.8	0.05
2F-15	4249	4265	16	275.8	0.06
2F-16	4528	4541	13	276.7	0.05
2F-17	4383	4405	22	272.8	0.08
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.06</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.24</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 26**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
3F-11	4175	4195	20	277.1	0.07
3F-12	4001	4024	23	277.8	0.08
3F-13	4200	4219	19	277.5	0.07
3F-14	4246	4267	21	276.7	0.08
3F-15	4191	4210	19	276.1	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.08</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 27**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
1P-11	4230	4246	16	267.4	0.06
1P-12	4185	4203	18	267.2	0.07
1P-13	4323	4335	12	269.3	0.04
1P-14	4137	4156	19	270.9	0.07
1P-15	4301	4329	28	265.0	0.11
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.02</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.32</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 28**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
2P-11	4458	4486	28	268.6	0.10
2P-12	3996	4019	23	268.7	0.09
2P-13	4418	4450	32	273.7	0.12
2P-14	4342	4354	12	272.0	0.04
2P-15	4261	4280	19	265.6	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.08</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.34</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

**Tabla 29**

*Succión de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V bambú.*

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
3P-11	4149	4166	17	274.8	0.06
3P-12	4129	4146	17	274.1	0.06
3P-13	3950	3981	31	273.4	0.11
3P-14	4198	4213	15	273.4	0.05
3P-15	4208	4221	13	270.9	0.05
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.38</b>

*Nota:* La tabla muestra que la succión promedio de los ladrillos artesanales de cemento es inferior al valor que indica a la normativa E.070.

### 3.5. Ensayo de Absorción

**Tabla 30**

*Absorción de unidades de ladrillo artesanal de arcilla.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
A-7	3480	3896	11.95
A-8	3540	3984	12.54
A-9	3518	3932	11.77
A-10	3526	3907	10.81
A-11	3456	3864	11.81
A-12	3496	3916	12.01
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>11.81</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.57</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.05</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 31**

*Absorción de unidades de ladrillo industrial de arcilla.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
I-7	2932	3264	11.32
I-8	2892	3202	10.72
I-9	2924	3232	10.53
I-10	2908	3207	10.28
I-11	2912	3238	11.20
I-12	2910	3224	10.79
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>10.81</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.39</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.04</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 32**

*Absorción de unidades de ladrillo patrón de concreto.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>LS-11</b>	4084	4423	8.30
<b>LS-12</b>	4128	4506	9.16
<b>LS-13</b>	3978	4359	9.58
<b>LS-14</b>	4016	4423	10.13
<b>LS-15</b>	3926	4312	9.83
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>9.40</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.71</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.08</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 33**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 0 % de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>L-11</b>	4200	4614	9.86
<b>L-12</b>	4138	4573	10.51
<b>L-13</b>	4026	4466	10.93
<b>L-14</b>	4156	4574	10.06
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>10.34</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.48</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.05</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 34**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>1F-11</b>	4082	4404	7.89
<b>1F-12</b>	4500	4638	3.07
<b>1F-13</b>	4460	4629	3.79
<b>1F-14</b>	4392	4624	5.28
<b>1F-15</b>	4332	4481	3.44
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>4.69</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.97</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.42</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 35**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>2F-13</b>	4374	4621	5.65
<b>2F-14</b>	4142	4560	10.09
<b>2F-15</b>	4058	4421	8.95
<b>2F-16</b>	4374	4461	1.99
<b>2F-17</b>	4194	4586	9.35
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>7.20</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>3.38</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.47</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 36**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>3F-11</b>	4182	4482	7.17
<b>3F-12</b>	4226	4388	3.83
<b>3F-13</b>	4270	4444	4.07
<b>3F-14</b>	4246	4468	5.23
<b>3F-15</b>	4016	4395	9.44
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>5.95</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>2.35</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.40</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 37**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>1P-11</b>	4114	4389	6.68
<b>1P-12</b>	4006	4415	10.21
<b>1P-13</b>	4118	4480	8.79
<b>1P-14</b>	4104	4497	9.58
<b>1P-15</b>	4126	4614	11.83
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>9.42</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.89</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.20</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 38**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>2P-11</b>	4342	4682	7.83
<b>2P-12</b>	3948	4318	9.37
<b>2P-13</b>	4314	4598	6.58
<b>2P-14</b>	4126	4510	9.31
<b>2P-15</b>	4114	4535	10.23
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>8.67</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.45</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.17</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

**Tabla 39**

*Absorción de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>3P-11</b>	4066	4355	7.11
<b>3P-12</b>	3924	4359	11.09
<b>3P-13</b>	4126	4338	5.14
<b>3P-14</b>	4118	4414	7.19
<b>3P-15</b>	4196	4384	4.48
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>7.00</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>2.58</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.37</b>

*Nota:* El valor promedio de absorción para las presentes unidades cumple con lo especificado por normativa E.070.

### 3.6. Ensayo de Resistencia a la Compresión

**Tabla 40**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo artesanal de arcilla.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
A1	258.50	9355.75	36.19	3.55
A2	250.38	12705.46	50.74	4.98
A3	256.63	14586.80	56.84	5.57
A4	255.42	15295.50	59.88	5.87
A5	261.42	15927.71	60.93	5.97
A6	255.72	13082.75	51.16	5.02
<b>Promedio</b>			52.62	5.16
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			9.11	0.89
<b>f'b</b>			43.51	4.27

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 41**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo industrial de arcilla.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
I-1	197.99	33446.16	168.93	16.57
I-2	196.48	34664.70	176.43	17.30
I-3	199.04	29484.63	148.13	14.53
I-4	198.62	27062.84	136.25	13.36
I-5	198.79	33089.27	166.45	16.32
I-6	199.29	21750.20	109.14	10.70
<b>Promedio</b>			150.89	14.80
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			25.24	2.48
<b>f'b</b>			125.65	12.32

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 42**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo patrón de concreto.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
LS-1	265.70	9952.27	37.46	3.67
LS-2	264.74	7081.82	26.75	2.62
LS-3	262.08	11359.46	43.34	4.25
LS-4	266.99	11583.79	43.39	4.25
LS-5	264.64	13123.54	49.59	4.86
<b>Promedio</b>			40.11	3.93
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			8.61	0.84
<b>f'b</b>			31.49	3.09

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 43**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 0 % de bambú.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
L-1	268.07	17156.45	64.00	6.28
L-2	267.52	18038.49	67.43	6.61
L-3	266.00	16213.23	60.95	5.98
L-4	267.21	24161.79	90.42	8.87
L-5	266.71	23549.97	88.30	8.66
L-6	266.82	17844.75	66.88	6.56
<b>Promedio</b>			73.00	7.16
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			12.90	1.27
<b>f'b</b>			60.10	5.89

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 44**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 4 % M de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga máx. (kg-f)</b>	<b>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Esfuerzo (MPa)</b>
<b>1F-1</b>	270.69	30381.96	112.24	11.01
<b>1F-2</b>	272.11	24533.98	90.16	8.84
<b>1F-3</b>	273.70	31452.65	114.92	11.27
<b>1F-4</b>	271.63	27455.42	101.08	9.91
<b>1F-5</b>	269.23	30713.36	114.08	11.19
<b>Promedio</b>			106.49	10.44
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			10.70	1.05
<b>f'b</b>			95.80	9.39

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 45**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 8 % M de bambú.*

<b>Espécimen N°</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga máx. (kg-f)</b>	<b>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Esfuerzo (MPa)</b>
<b>2F-1</b>	271.74	28306.87	104.17	10.22
<b>2F-2</b>	270.31	28097.83	103.95	10.19
<b>2F-3</b>	264.97	18966.42	71.58	7.02
<b>2F-4</b>	267.81	27373.85	102.21	10.02
<b>2F-5</b>	269.63	23483.69	87.10	8.54
<b>2F-6</b>	269.21	20954.84	77.84	7.63
<b>Promedio</b>			91.14	8.94
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			14.37	1.41
<b>f'b</b>			76.77	7.53

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 46**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 12 % M de bambú.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
3F-1	269.73	18028.30	66.84	6.55
3F-2	269.23	22188.67	82.42	8.08
3F-3	270.81	16646.60	61.47	6.03
3F-4	268.75	24692.04	91.88	9.01
3F-5	269.31	21413.70	79.51	7.80
<b>Promedio</b>			76.42	7.49
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			12.25	1.20
<b>f'b</b>			64.18	6.29

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 47**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 2.5 % V de bambú.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
1P-1	263.57	24151.59	91.63	8.99
1P-2	265.36	15927.71	60.02	5.89
1P-3	266.27	21908.25	82.28	8.07
1P-4	265.10	16840.35	63.52	6.23
1P-5	264.55	20577.55	77.78	7.63
<b>Promedio</b>			75.05	7.36
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			13.17	1.29
<b>f'b</b>			61.88	6.07

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 48**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 5 % V de bambú.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
2P-1	265.70	16213.23	61.02	5.98
2P-2	269.57	21286.24	78.96	7.74
2P-3	270.87	21102.69	77.91	7.64
2P-4	268.91	17390.98	64.67	6.34
2P-5	265.12	22489.48	84.83	8.32
<b>Promedio</b>			73.48	7.21
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			10.14	0.99
<b>f'b</b>			63.34	6.21

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

**Tabla 49**

*Resistencia a la compresión de unidades de ladrillo de concreto con 7.5 % V de bambú.*

Espécimen N°	Área (cm <sup>2</sup> )	Carga máx. (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Esfuerzo (MPa)
3P-1	273.30	18176.15	66.51	6.52
3P-2	269.75	17982.41	66.66	6.54
3P-3	268.50	16559.93	61.68	6.05
3P-4	270.24	15428.06	57.09	5.60
3P-5	269.14	20123.78	74.77	7.33
<b>Promedio</b>			65.34	6.41
<b>Desviación estándar (<math>\sigma</math>)</b>			6.59	0.65
<b>f'b</b>			58.75	5.76

*Nota:* En este ensayo participaron especímenes que no fueron sometidas a alteraciones físicas y mecánicas de sus propiedades.

## CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. DISCUSIÓN

#### 4.1.1. Análisis de los resultados de las unidades de albañilería estudiadas

**Tabla 50**

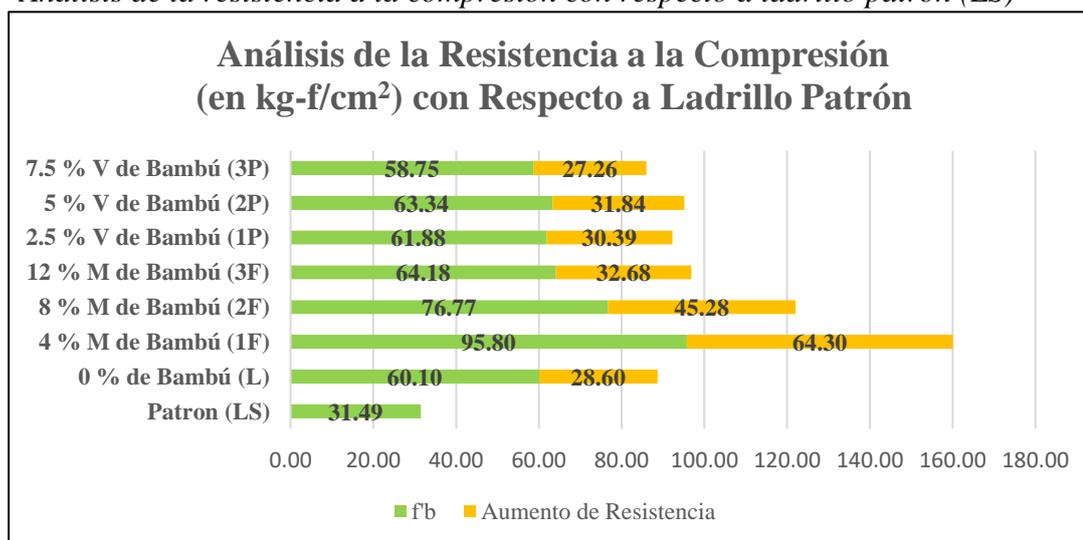
*Resistencia a la compresión de unidades de albañilería de concreto con respecto al ladrillo patrón.*

Espécimen	f' <b>b</b> (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Aumento de resistencia (kg-f/cm <sup>2</sup> )
<b>Patrón (LS)</b>	31.49	
<b>0% de Bambú (L)</b>	60.10	28.60
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	95.80	64.30
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	76.77	45.28
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	64.18	32.68
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	61.88	30.39
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	63.34	31.84
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	58.75	27.26

*Nota:* La tabla muestra que hubo incremento significativo de resistencia a compresión para los ladrillos que contenían las diferentes formas de bambú, a comparación del ladrillo patrón de puro concreto.

**Figura 35**

*Análisis de la resistencia a la compresión con respecto a ladrillo patrón (LS)*



*Nota:* Análisis de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de concreto con diferentes proporciones de bambú en cuanto a masa y volumen, con respecto al ladrillo de referencia o patrón (LS) adquirido de la ladrillera de elaboración artesanal.

**Tabla 51**

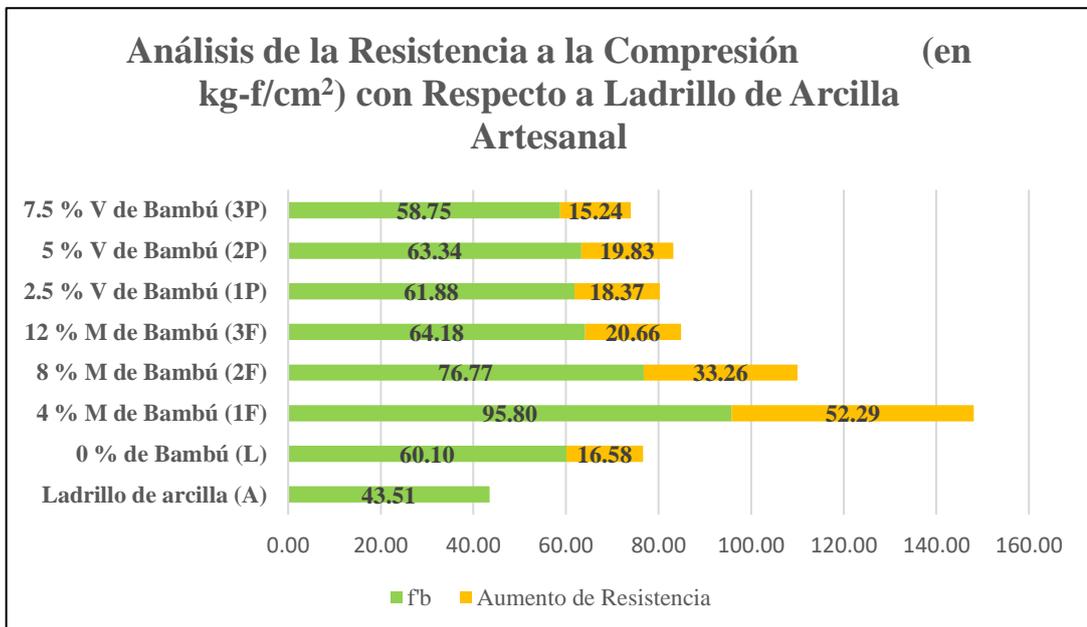
*Resistencia a la compresión de unidades de albañilería de concreto con respecto al ladrillo de arcilla artesanal.*

Espécimen	f'b (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Aumento de resistencia (kg-f/cm <sup>2</sup> )
Ladrillo de arcilla (A)	43.51	
0 % de Bambú (L)	60.10	16.58
4 % M de Bambú (1F)	95.80	52.29
8 % M de Bambú (2F)	76.77	33.26
12 % M de Bambú (3F)	64.18	20.66
2.5 % V de Bambú (1P)	61.88	18.37
5 % V de Bambú (2P)	63.34	19.83
7.5 % V de Bambú (3P)	58.75	15.24

*Nota: Se percibe incremento significativo para los ladrillos de concreto con adición de bambú, a comparación del ladrillo de arcilla artesanal.*

**Figura 36**

*Análisis de la resistencia a la compresión con respecto a ladrillo de arcilla artesanal*



*Nota: Análisis de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de concreto con diferentes proporciones de bambú en cuanto a masa y volumen, con respecto al ladrillo de arcilla artesanal (A) obtenido de la ladrillera de Huanchaco.*

**Tabla 52**

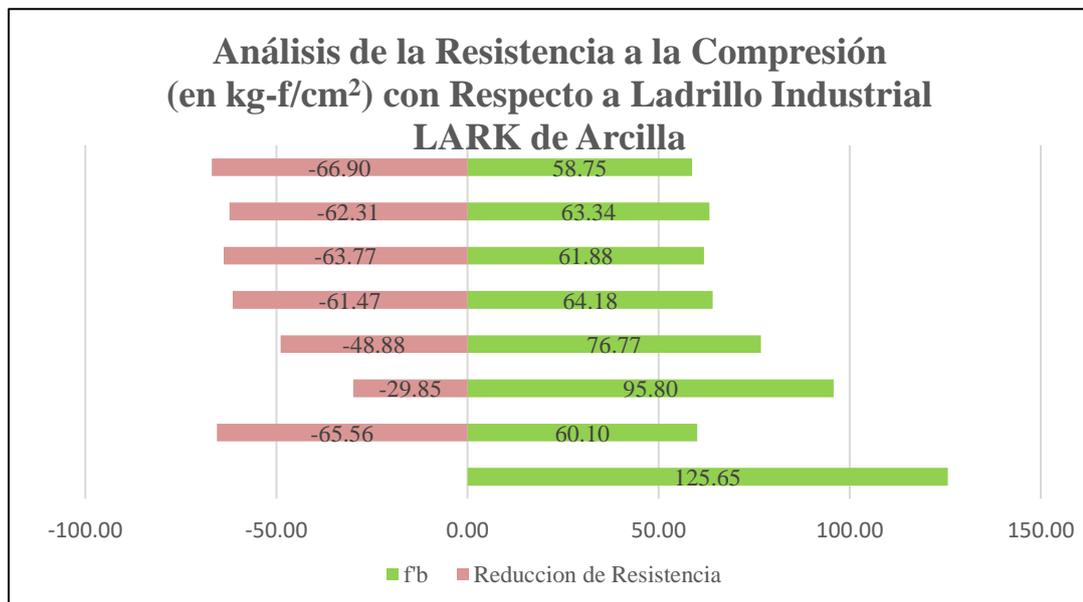
*Resistencia a la compresión de unidades de albañilería de concreto con respecto al ladrillo Industrial marca Lark de arcilla.*

Espécimen	f <sup>b</sup> (kg-f/cm <sup>2</sup> )	Reducción de resistencia (kg-f/cm <sup>2</sup> )
<b>Ladrillo de arcilla (I)</b>	125.65	
<b>0 % de Bambú (L)</b>	60.10	-65.56
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	95.80	-29.85
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	76.77	-48.88
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	64.18	-61.47
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	61.88	-63.77
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	63.34	-62.31
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	58.75	-66.90

*Nota:* No se evidencia incremento en la resistencia por parte de los ladrillos con adición de bambú a comparación de las unidades industriales de arcilla. El valor más alto de resistencia es 95.80 kg/cm<sup>2</sup>.

**Figura 37**

*Análisis de la resistencia a la compresión con respecto a ladrillo industrial LARK de arcilla.*



*Nota:* Análisis de resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de concreto con diferentes proporciones de bambú en cuanto a masa y volumen, con respecto al ladrillo industrial Lark de arcilla (I) adquirido comercialmente.

**Tabla 53**

*Resultados de ensayo de succión de las unidades de albañilería según cada tipo establecido.*

<b>Espécimen</b>	<b>Succión (g/cm<sup>2</sup>)</b>
<b>Ladrillo de arcilla (A)</b>	0.26
<b>Ladrillo de arcilla (I)</b>	0.10
<b>Patrón (LS)</b>	0.14
<b>0 % de Bambú (L)</b>	0.04
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	0.04
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	0.05
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	0.07
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	0.05
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	0.06
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	0.04

*Nota:* La tabla muestra el cambio notable de succión entre las unidades de arcilla y de concreto sin bambú, frente a las unidades de concreto con bambú.

**Tabla 54**

*Resultados de ensayo de absorción de las unidades de albañilería según cada tipo establecido.*

<b>Espécimen</b>	<b>Absorción (%)</b>
<b>Ladrillo de arcilla (A)</b>	11.25
<b>Ladrillo de arcilla (I)</b>	10.41
<b>Patrón (LS)</b>	8.69
<b>0 % de Bambú (L)</b>	9.86
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	2.72
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	3.82
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	3.60
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	7.53
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	7.22
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	4.42

*Nota:* La tabla evidencia los menores valores de absorción para las unidades de concreto con adición de bambú en forma de paja (1F, 2F, 3F).

**Tabla 55**

*Masa promedio recibido de las unidades de albañilería estudiadas.*

Especimen	Masa Recibida (g)
<b>Ladrillo de arcilla (A)</b>	3515
<b>Ladrillo de arcilla (I)</b>	2900
<b>Patrón (LS)</b>	4147
<b>0 % de Bambú (L)</b>	4588
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	4508
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	4444
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	4373
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	4366
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	4325
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	4316

*Nota:* La tabla evidencia que existe una reducción en la masa de las unidades de albañilería de concreto con adición de bambú en comparación con la unidad de puro concreto L.

**Tabla 56**

*Resultados de los ensayos de variación dimensional, alabeo y resistencia a la compresión de las unidades de albañilería según cada tipo establecido.*

TIPO	Variación Dimensional (%)			Alabeo (mm)	f'b (kg-f/cm <sup>2</sup> )
	Largo	Ancho	Alto		
<b>Ladrillo de arcilla (A)</b>	0.78	1.21	1.02	2.56	43.51
<b>Ladrillo de arcilla (I)</b>	0.31	0.37	0.99	0.82	125.65
<b>Patrón (LS)</b>	0.91	0.66	1.73	3.10	31.49
<b>0 % de Bambú (L)</b>	0.97	1.19	2.62	2.17	60.10
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	1.60	2.08	1.40	2.38	95.80
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	0.77	1.92	2.01	2.23	76.77
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	1.80	1.85	2.09	3.04	64.18
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	0.95	1.04	2.48	2.71	61.88
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	0.98	1.16	2.04	2.29	63.34
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	1.32	1.25	2.13	3.01	58.75

*Nota:* 1F, 2F y 3F (corresponden a ladrillos de concreto con adición de fibras de bambú en diferentes cantidades); 1P, 2P y 3P (corresponden a ladrillos de concreto con adición de palillos de bambú en diferentes cantidades).

2.5 % V, 5 % V y 7.5 % V (corresponden a porcentajes de bambú del volumen del ladrillo);

4 % M, 8 % M y 12 % M (corresponden a porcentajes de bambú del peso del ladrillo).

Teniendo en cuenta la **Tabla 57** y **Tabla 58** brindadas por la norma E.070 (capítulo 3: componentes de la albañilería confinada) del RNE.

**Tabla 57**

*Clase de unidad de albañilería para fines estructurales.*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (máximo en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN f'b mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100	Hasta 150	Hasta 150		
	mm	mm	mm		
<b>Ladrillo I</b>	±8	±6	±4	10	4.9 (50)
<b>Ladrillo II</b>	±7	±6	±4	8	6.9(70)
<b>Ladrillo III</b>	±5	±4	±3	6	9.3(95)
<b>Ladrillo IV</b>	±4	±3	±2	4	12.7(130)
<b>Ladrillo V</b>	±3	±2	±1	2	17.6(180)

*Nota:* La presente tabla fue obtenida de Norma E.070 Albañilería.

**Tabla 58**

*Limitaciones en el uso de la unidad de albañilería para fines estructurales.*

TIPO	ZONA SÍSMICA 2,3 Y 4		ZONA SÍSMICA 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a más	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo edificio
Sólido Artesanal*	NO	SÍ, hasta 2 pisos.	SÍ
Sólido Industrial	SÍ	SÍ	SÍ
Hueca	NO	NO	SÍ
Tubular	NO	NO	SÍ, hasta 2 pisos.

*Nota:* \*Las limitaciones indicadas establecen condiciones mínimas que pueden ser exceptuadas con el respaldo de un informe y memoria de cálculo sustentada por un ingeniero civil. Esta tabla fue obtenida de Norma E.070 Albañilería.

Analizando la **Tabla 57** en alusión a la normativa E.070 y la **Tabla 56** con respecto

a los resultados obtenidos, se puede señalar lo siguiente:

**Tabla 59**

*Clase de unidad de albañilería según cada tipo estudiado.*

TIPO	CLASE
<b>Ladrillo de arcilla (A)</b>	No tiene
<b>Ladrillo de arcilla (I)</b>	Ladrillo IV
<b>Patrón (LS)</b>	No tiene
<b>0 % de Bambú (L)</b>	Ladrillo I
<b>4 % M de Bambú (1F)</b>	Ladrillo III
<b>8 % M de Bambú (2F)</b>	Ladrillo II
<b>12 % M de Bambú (3F)</b>	Ladrillo I
<b>2.5 % V de Bambú (1P)</b>	Ladrillo I
<b>5 % V de Bambú (2P)</b>	Ladrillo I
<b>7.5 % V de Bambú (3P)</b>	Ladrillo I

*Nota:* Análisis realizado de acuerdo a Norma E.070 Albañilería (Tabla 57).

Teniendo en cuenta la **Tabla 59** se puede expresar que la mayoría de unidades de albañilería estudiadas son de la clase Ladrillo I, debido a que su resistencia característica a la compresión es baja comprendiendo entre 50 y 64 kg/cm<sup>2</sup>, pero hay excepciones como el ladrillo de arcilla industrial marca Lark que obtuvo una clase de Ladrillo IV , ladrillo con adición fibra de bambú en 4% con respecto a su masa codificado como 1F que obtuvo una clase de Ladrillo III ( $f_b = 95.80 \text{ kg/cm}^2$ ) y el ladrillo con adición fibra de bambú en 8% con respecto a su masa codificado como 2F que obtuvo una clase de Ladrillo II ( $f_b = 76.77 \text{ kg/cm}^2$ ). Además, se obtuvo que el ladrillo de arcilla artesanal (A) no cumple con la resistencia mínima para la clase de Ladrillo I ( $f_b = 43.51 \text{ kg/cm}^2$ ), al igual que el ladrillo de concreto artesanal (LS) adquirido comercialmente ( $f_b = 31.49 \text{ kg/cm}^2$ ).

Asimismo, se puede señalar que a obtener una mayor clase de unidad de albañilería mejorara enormemente la resistencia de la estructura en el caso de tener un sistema constructivo de albañilería confinada donde los muros son portantes, en cambio en un

sistema aporcado se usan mayormente los muros como tabiquería y en ello se tendría en cuenta una unidad de albañilería más liviana y trabajable.

Además, la ubicación en donde se desarrolló el presente proyecto es una zona sísmica 4 por pertenecer a la costa de la región La Libertad, debido a ello la norma E.070 según la **Tabla 58**, expresaría que solo se podría construir con ladrillos solidos artesanales hasta 2 pisos. Teniendo en consideración ello, las unidades de albañilería con bambú en diferentes proporciones con respecto a su masa y volumen que han sido fabricadas artesanalmente estarían en ese contexto estructural.

Analizando los pesos de ladrillos de concreto con y sin adición del bambú, se puede expresar que, al adicionar palillos y fibras de bambú en la elaboración de las unidades de albañilería, sí se reduce el peso de las mismas con respecto al ladrillo con 0% de bambú (L), siendo inversamente proporcional, es decir, a más cantidad de bambú en la unidad de albañilería se reduce más el peso (debido a la relación masa-volumen que posee dicho vegetal según **Tabla 3**) y ello se puede apreciar en la **Tabla 55**. Y, aquello se debe a que, en una combinación de materiales, a medida que se aumente la cantidad del menos denso y se reduzca la del más denso, el peso en general disminuirá.

Con respecto al ensayo de Absorción que se muestra en la **Tabla 54**, se evidencia que, según la norma E.070 donde las unidades de concreto no deben tener una absorción mayor al 12 %, todas las unidades con adición de bambú cumplen ya que sus porcentajes de absorción van desde 2.72 % a 7.53 % no superando lo indicado en norma, siendo mejores que las unidades sin bambú y las unidades de arcilla estudiadas que también cumplen con los límites normados, y por lo tanto todas las unidades de albañilería son aceptadas. Este descenso de absorción se debe a la pérdida de poros, causado por el ingreso del material

bambú a la mezcla, cuya porosidad es baja con respecto a otros materiales como el ladrillo hecho de concreto (especialmente cuando se trata de la pajilla de bambú cuya obtención se realizó de la capa transversal externa que es la más compacta, según la fuente primaria de Hidalgo López (1978, p. 114)); así, dicha baja porosidad del bambú presente en la mezcla reduciría la absorción de agua en 24 horas que tiene la unidad entera de albañilería; asimismo, la baja porosidad en las unidades de albañilería evitaría problemas de humedades, rotura por las heladas, etc.

En cuanto al ensayo de Succión, a pesar de que no está incluido en la norma de ensayos para ladrillos de concreto NTP 399.604, se puede decir que los ladrillos de concreto con y sin adición de bambú van de acuerdo con la norma E.070, y que solo en el momento de asentado se indica rociar con agua. Cabe manifestar que los valores de Succión para todas las unidades de concreto —excepto para el ladrillo patrón— son mucho menores que las de arcilla, y cabe aclarar que dichos resultados no tienen relación con el bambú, es decir, el vegetal en este ensayo no tiene influencia; más bien, todos los ladrillos de concreto con bambú y sin bambú presentaron poca diferencia entre sí (ver la **Tabla 53**), excepto el ladrillo patrón (LS) que fue adquirido comercialmente, siendo elaborado con otra dosificación. Los bajos valores indican que, como su velocidad con la que succionan el agua es muy baja, necesitarán más tiempo de anticipación para ser regados con agua antes de su asentado en obra.

Analizando la **Tabla 50** y la **Figura 35** se puede observar que hay un incremento de la resistencia a la compresión por parte de todas las unidades de albañilería con bambú con respecto al ladrillo patrón y al ladrillo sin contenido de bambú, dejando en claro que la utilización del bambú en la fabricación de unidades de albañilería ayudaría a aumentar la resistencia a la compresión de estas para una mayor eficacia en resistencia estructural. El

incremento de aquella resistencia está debido a que la adición de bambú le proporciona una mayor adherencia con el concreto (Hidalgo López, 1978, p. 130); además, a causa de la gran resistencia a la tracción que presenta la *Guadua angustifolia*, o su especie mejor conocida en Perú como caña Guayaquil, indicada en la **Tabla 2** y **Tabla 3** y en la lista de ventajas de los estudios de Hidalgo López (1978, p. 130).

Asimismo, en la comparación con respecto a el ensayo de resistencia a la compresión de los ladrillos de concreto con bambú y los ladrillos artesanales de arcilla cocida (**Tabla 51**) se evidencia el incremento de resistencia al adicionar bambú en las unidades de albañilería; por otro lado, en cuanto se analizó el mismo ensayo en los ladrillos de concreto con bambú y los ladrillos de arcilla industriales marca LARK de 18 huecos (**Tabla 56**) se demostró que la adición de bambú en las unidades de albañilería artesanales no obtenían la resistencia a la compresión obtenida por los ladrillos de arcilla industrial, siendo significativamente menores. Los ladrillos de arcilla industriales mostraron ser mayores en resistencia.

Se puede determinar que este trabajo incita a la utilización de residuos agrícolas en unidades de albañilería, debido a que eleva la resistencia requerida, además porque se les da utilidad a los residuos orgánicos para generar menos contaminación al planeta.

Tomando toda la información anterior como base y los resultados obtenidos en el presente trabajo, se puede afirmar que la incorporación del bambú en la elaboración de unidades de albañilería sería de gran beneficio, no solo porque aporte en el mejoramiento de las propiedades físicas y mecánicas de ladrillos, sino también porque a la vez se estaría desarrollando una forma de construcción eco amigable para la elaboración de ladrillos artesanales. Las ventajas detrás del uso del bambú serían —y son actualmente— muchas; a continuación se enlista un resumen de aquellas, que comienzan desde solo su cultivo que

estaría reduciendo (capturando) el CO<sub>2</sub> del ambiente, siendo a la vez su producción de oxígeno cuatro veces más que la de otras especies; además, aportaría materia orgánica mejoradora del suelo, y también ayudaría a la conservación y recuperación de suelos (evitando su erosión) (Ordóñez et al., 2002), siendo que en 2 años puede recuperar áreas degradadas en un 75% según INBAR (2020); por otro lado, crece relativamente rápido, asimismo es un material liviano; ahora bien, la guadua angustifolia tiene la capacidad para soportar alto esfuerzo a la compresión, flexión y tracción; en suma, la energía requerida para transformar el bambú es mucho menor que la de otros materiales de construcción para su obtención y transformación; y, para finalizar, según INBAR (2020), el Perú cuenta con una superficie total de bosque mixto de bambú que asciende a unos 3.6 millones de hectáreas en las tierras bajas de la región baja amazónica, y cuenta con 190 000 hectáreas de bosques naturales de bambú puro. Es cierto que ha sido extenso el resumen de las virtudes que el bambú posee, o mejor conocido en Perú como Caña Guayaquil, sin embargo, vale la pena señalarlo y darlo a conocer, siendo una planta que nace y crece extensamente en nuestro país.

Asimismo, en la investigación de Gonzáles García & Lizágarra Mendiola (2015) que se enfoca en la utilización de residuos agrícolas en la fabricación de ladrillos de arcilla, se obtiene que eleva la resistencia requerida por norma con respecto a la absorción y resistencia a la compresión. Además, en otra investigación desarrollada por Moreno Pelayes & García Torres (2019) también obtiene los resultados satisfactorios de acuerdo a norma en los diferentes ensayos realizados en ladrillos con fibra de bambú, siendo base para tener en cuenta que la utilización de materia orgánica o natural en elaboración de unidades de albañilería, las cuales influyen en sus propiedades físicas y mecánicas. Por lo tanto, ello se evidencia también en la presente investigación, arrojando resultados aceptables con respecto a ladrillos artesanales con presencia del bambú en diferentes proporciones y de diferentes maneras vistas en las **Tablas 56 y 54**.

#### **4.1.2. Limitaciones de la Investigación**

Durante la investigación se vio diferentes limitaciones, en diferentes aspectos y etapas del proyecto.

En primer lugar, la primera limitación que hubo era el poco sustento teórico acerca del tema que se desarrolla específicamente del uso del bambú en unidades de albañilería.

Además, otro factor fue el social debido a la postpandemia del COVID-19 en la que por temor al contagio u otro factor no se desarrolló el avance deseado en el desarrollo del proyecto.

Otra limitación fue el diseño y elaboración de las unidades de albañilería, debido a no tener conocimientos previos de elaboración de ello y en donde poder realizarlos de una manera más eficiente.

La última limitación se dio al no contar con la disponibilidad de todas las máquinas de prueba y la falta de acceso económico para el desarrollo de todas las pruebas de laboratorio establecidas en primer lugar.

## 4.2. CONCLUSIONES

- Se determinó que la influencia del bambú en las propiedades físicas y mecánicas de unidades de albañilería es notoria, pues sí logra incrementar la resistencia del ladrillo e influir en sus demás propiedades, con respecto a los ladrillos de concreto sin bambú.
- Se determinó los efectos de las unidades de albañilería al incorporar el bambú en forma de palillos en cantidades de 0 %, 2.5 %, 5 % y 7.5 % con respecto al volumen del ladrillo patrón (LS).
- Se determinó la importancia de la participación del bambú en forma de fibras con cantidades de 4 %, 8 % y 12 % con respecto al peso del ladrillo patrón (LS) en las unidades de albañilería.
- Se llevó a cabo el proceso de obtención del bambú como producto final (en formas de palillos y de fibras) desde su materia prima, para la fabricación de las unidades de albañilería, con la participación del bambú según normativa E.070, NTP 399 604, NTP 399 613.
- Se determinó que las propiedades de Variación dimensional y de Alabeo de las unidades de albañilería con participación de bambú cumplen con los parámetros establecidos con la normativa E.070 (tipo de ladrillos). Por otro lado, se obtuvo que la Absorción de las unidades de albañilería de concreto con adición del bambú en forma de palillos —1P(2.5 % V), 2P(5 % V) y 3P(7.5 % V)— son de 7.53 %, 7.22 % y 4.42 % respectivamente, mientras que, las unidades de concreto con adición del bambú en forma de fibras o paja —1F(4 % M), 2F(8 % M) y 3F(12 % M)— son de 2.72 %, 3.82 % y 3.60 % respectivamente; por tanto, se deduce que a medida que se aumenta la cantidad de bambú, se evidencia una leve reducción de Absorción.

Asimismo, se observó que las propiedades de Succión de las unidades de albañilería de concreto con adición del bambú en forma de palillos —1P(2.5 % V), 2P(5 % V) y 3P(7.5 % V)— y en forma de fibras o paja —1F(4 % M), 2F(8 % M) y 3F(12 % M)— están entre el rango de  $0.04 \text{ g/cm}^2$  y  $0.07 \text{ g/cm}^2$ . Finalmente, se obtuvo que los valores de Resistencia a la compresión de las unidades de albañilería de concreto con adición del bambú en forma de palillos —1P(2.5 % V), 2P(5 % V) y 3P(7.5 % V)— son de  $61.88 \text{ kg/cm}^2$ ,  $63.34 \text{ kg/cm}^2$  y  $58.75 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente, mientras que, las unidades de concreto con adición del bambú en forma de fibras o paja —1F(4 % M), 2F(8 % M) y 3F(12 % M)— son de  $95.80 \text{ kg/cm}^2$ ,  $76.77 \text{ kg/cm}^2$  y  $64.18 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente; por tanto se deduce, aunque en un inicio se llegó a una determinada resistencia, a medida que se aumenta la cantidad de bambú aquella resistencia iba disminuyendo.

- Se realizó una comparación de las propiedades físicas y mecánicas entre las unidades de albañilería elaboradas con bambú y las tradicionales, siendo las primeras más resistentes que las artesanales.

#### 4.3. RECOMENDACIONES

- Para obtener el bambú se recomienda cortarlos desde el ras del nudo más bajo posible a nivel del suelo, luego someterlos a procesos de curado, secado, y preservado para darle una vida útil mejor y mayor, sobre todo en contra de los insectos, de acuerdo con los Manuales de construcción con bambú que el Perú tiene, así como su normativa técnica correspondiente (E.100 Bambú).
- Con respecto a la obtención de los aditivos de bambú para el ladrillo (pajillas y palillos), se recomienda llevarlo a cabo con procedimientos mecánicos, y hasta automatizados, los cuales son más seguros, eficientes, y a menor costo si se trata de

producción en grandes cantidades, que, con el paso del tiempo y el avance y adaptación de la tecnología se pueden desarrollar procesos para la fabricación de ladrillos con bambú mucho más rápidos de los que se elaboraron en la presente tesis.

- Antes de obtener las pajillas de bambú, se recomienda extraer la capa interna de la caña de bambú, ya en esta capa sus fibras son más débiles a tracción, según (Hidalgo López, 1978, p. 114).
- Para evitar el agrietamiento de ladrillos realizados con palillos (3P) —ver **Figura 57**—, se recomienda evitar usar secciones grandes de palillos de bambú, o bien, se recomienda que durante los días del curado de dichas unidades la cantidad de agua empleada sea mayor que para otros diseños como las de “L, 1F, 2F, 3F”.
- Se sugiere también que, antes de mezclar los materiales para elaborar las unidades de cemento con bambú, se remojen previamente con agua las adiciones de bambú, ya que, de lo contrario, como estas absorben agua, podrían alterar la dosificación de la mezcla.
- Se recomienda que la superficie donde se desmoldan los ladrillos para dejarlos secar debe en lo mayor posible estar limpia y nivelada.
- Se aconseja también que para el ensayo de Variación dimensional se tomen las dimensiones de los ladrillos en las tres partes (extremas y en el centro) de cada una de las 3 caras ortogonales de los ladrillos, ya que, como los ladrillos con adición de bambú presentan leves irregularidades a comparación de los ladrillos normales, es decir, por ejemplo, el ancho en la cara inferior del ladrillo puede ser mayor al ancho en la cara superior del mismo.

## REFERENCIAS

- Afanador García, N., Guerrero Gómez, G., & Monroy Sepúlveda, R. (2012). *Propiedades físicas y mecánicas de ladrillos macizos cerámicos para mampostería*. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=91125275003>
- Aguilera Morán, M. D. (2016). *Caracterización de las propiedades físico - mecánicas del tabique de barro recocido para la ciudad de aguascalientes y área conurbada*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Aguas Calientes]. Repositorio bibliográfico <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/handle/11317/692>
- Bambuterra, & Ordóñez Candelaria, V. R. (2020). *Víctor rubén ordóñez candelaria | manual de construcción sustentable con bambú - youtube*. [https://www.youtube.com/watch?v=6LaedibzMDo&list=PLHVg-m\\_D\\_HBlcuC27SpyRKiLivW3FrUm&index=10](https://www.youtube.com/watch?v=6LaedibzMDo&list=PLHVg-m_D_HBlcuC27SpyRKiLivW3FrUm&index=10)
- Cerrón Oyague, T. (2014). *Manual de construcción de estructuras con bambú*. SENCICO, 130. [https://issuu.com/sencico\\_documentosdigitales/docs/manual\\_de\\_construcci\\_oacute\\_n\\_de\\_es](https://issuu.com/sencico_documentosdigitales/docs/manual_de_construcci_oacute_n_de_es)
- Chino, I., & Gutarra, A. (2017). *Propiedades mecánicas y térmicas de adobes compactados*. 13–17. [http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2017/12/Chino-Isabel\\_compactados.pdf](http://www.perusolar.org/wp-content/uploads/2017/12/Chino-Isabel_compactados.pdf)
- Durand Orellana, R. del P. (2017). *Estudio experimental de unidades de albañilería fabricadas con suelo-cemento como alternativa para la construcción sostenible*. 2000–2015. [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Trujillo]. Repositorio <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/12813>
- Fabrica De Ladrillos Y Ferreteria (n.d.). Fabricación de ladrillos, from <https://ladrillosprimavera.blogspot.com/2012/06/fabrica-de-ladrillos-y-ferreteria.html>
- FAMACOM. (n.d.). *Bloqueteras famacon: mesa vibradora portatil*. Blog. Retrieved April 19, 2023, from <http://famacon.blogspot.com/2009/09/mesa-vibradora-portatil.html>

Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería estructural. tercera edición* (pp. 47–74).

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/181453>

Gareca, M., Andrade, M., Pool, D., Barrón Hugo Villarando, F., Barrón, F., & Villarando, H. (2020). *Nuevo material sustentable: ladrillos ecológicos a base de residuos inorgánicos*. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*, v18, 25–61.

González García, E., & Lizágarra Mendiola, L. (2015). *Evaluación de las propiedades físico mecánicas de ladrillos de arcilla recocida, elaborados con incorporación de residuos agrícolas*, caso Chiapas, México. *Ingeniería*, 19(2), 91–101.

Gutierrez Gonzalez, M., & Maluk, C. (2020). *Proposal for stress-strain constitutive models for laminated bamboo at elevated temperatures*. 859–865.  
<https://doi.org/10.14264/ff04985>

Hidalgo López, O. (1978). *Nuevas técnicas de construcción con bambú*. Estudios técnicos colombianos

Hidalgo López, O. (1981). *Manual de construcción con bambú*. Estudios técnicos colombianos

INBAR. (2020). *Todo sobre el bambú*.  
[https://www.youtube.com/watch?v=tsZf6U3tsR8&list=PLHVg-m\\_D\\_HBlcuC27SpyRKliLivW3FrUm&index=1&t=125s](https://www.youtube.com/watch?v=tsZf6U3tsR8&list=PLHVg-m_D_HBlcuC27SpyRKliLivW3FrUm&index=1&t=125s)

Laboratorio Alquera. (n.d.). *Borax como insecticida - alquera.com*. Catálogo. Retrieved April 19, 2023, from <https://www.alquera.com/borax/insecticida/>

Ladrillo-Distribuidora Arroyo (n.d.). *Ladrillos para la construcción*, from <https://www.ubicome.pe/empresa/distribuidora-arroyo-trujillo-20882>

Londoño, X. (2021). *Diversidad de bambúes en los departamentos de junín , pasco y san martín*.IMBAR

Lucila Aguilar Arquitectos. (2017). *Manual para la construcción con bambú*. 49.

Martinez, A. (2017). *Confitillo*. <https://prezi.com/o90izdefhqi9/confitillo/>

MINAM. (2012). *Minam regulará emisiones contaminantes de las industrias ladrilleras*.

<https://www.minam.gob.pe/notas-de-prensa/minam-regulara-emisiones-contaminantes-de-las-industrias-ladrilleras/>

- Morán Ubidia, J. (2015). *Construir con Bambú (Caña de Guayaquil) - Manual de construcción*. [www.inbar.int/la\\_office/default.htm](http://www.inbar.int/la_office/default.htm)
- Moreno Pelayes, L., & García Torres, J. (2019). Estabilización de adobes con fibras de bambú. Caso de estudio: proyecto de construcción de viviendas de interés social en el barrio “El pantanal”, Granada, Nicaragua. *Revista Arquitectura +*, 4(8), 2–18.
- MVCS. (2015). *Norma Técnica Diseño y Construcción Con Bambú*. [http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf](http://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Manual-Construccion-Bambu.pdf)
- Ñaupas, H., Mejía, E., Novoa, E., & Villagómez, A. (2014). *Metodología de la investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis* (Ediciones de la U (Ed.); 4th ed.). Ediciones de la U.
- Ordóñez, V., Mejía, T., & Bárcenas, G. (2002). *Manual para la construcción sustentable con bambú*. Comisión nacional forestal.
- Pacasmayo. (n.d.). *Cemento para prefabricados*. Catálogo. Retrieved April 19, 2023, from <https://www.cementospacasmayo.com.pe/productos/cementos-especializados/mas-facil-mas-rapido-mas-resistente>
- Palacios Delgado, F. A. (2019). *Estudio Comparativo De Las Propiedades Fisico-Mecánicas Del Ladrillo Artesanal De Las Ciudades De Sullana-Paita-Piura-Morropón*. [Tesis de pregrado, Universidad de Piura]. Repositorio <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1792>
- Panorama Agropecuario. (2015). *Producción de Bambú (Parte 1) Cap 80 - Programa de televisión*. [https://www.youtube.com/watch?v=UpCFI2QEuN8&list=PLHVgm\\_D\\_HBlcuC27SpyRKliLivW3FrUm&index=6&t=555s](https://www.youtube.com/watch?v=UpCFI2QEuN8&list=PLHVgm_D_HBlcuC27SpyRKliLivW3FrUm&index=6&t=555s)
- Ponce Palafox, C., Carrillo, J., & López-Montelongo, A. (2020). *Fabricación de ladrillos con polvo-residuo de mármol en México*. *Revista de Arquitectura*, 106–113. <https://doi.org/10.14718/revarq.2020.2554>

Pontificia Universidad Católica del Perú. (n.d.). *Estudio de análisis de ciclo de vida de ladrillos y bloques de concreto San Jerónimo - Cusco*.  
[https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2019/06/13\\_estudio\\_ladrillo.pdf](https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2019/06/13_estudio_ladrillo.pdf)

Programa Regional Aire Limpio. (2009). *Detras de los ladrillos: una gestion integral para el sector informal*. 58.

Rifqi, M. G., Amin, M. S., Bachtiar, R. R., Pranowo, D. D., & Syafa'at, H. M. (2022). *Karakteristik bambu ori Banyuwangi laminasi susunan brick ditinjau dari kekuatan tekan, tarik, dan lentur*. 11, 40–48. <https://doi.org/10.22225/pd.11.1.4082.40-48>

Rozo, S., Sánchez, J., & Alvarez, D. (2014). Propiedades físico mecánicas de bloques H10 fabricados en el área metropolitana de Cúcuta. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 24(1), 67–78.

UNICEF. (2016). *La neumonía y la diarrea matan a 1,4 millones de niños cada año, más que todas las otras enfermedades de la infancia combinadas, dice UNICEF*.  
<https://www.unicef.org/es/comunicados-prensa/la-neumonía-y-la-diarrea-matan-14-millones-de-niños-cada-año-más-que-todas-las>

**ANEXOS**

**ANEXO N° 1: Obtención del bambú como producto final desde su materia prima hasta  
la fabricación de las unidades de albañilería**

**Anexo N° 1.1: Selección y corte de culmos de bambú**

**Figura 38**

*Proceso de corte de culmos de bambú*



*Nota:* Para el corte de los culmos se puso en práctica lo señalado en las bases teóricas.

**Figura 39**  
*Culmos (o cañas) de bambú*



*Nota:* La figura muestra a los culmos de bambú en proceso de secado antes de su preservación

## Anexo N° 1.2: Preservación del bambú por el método químico

**Figura 40**

*Componentes para la solución química – bórax y ácido bórico*



*Nota:* Se empleó 1 kg por cada tipo de sustancia respectiva.

**Figura 41**

*Inmersión del bambú en la poza excavada que contenía la solución de agua, borax y ácido bórico.*



**Figura 42**

*Escurredo del bambú para despedir el exceso de preservante*



*Nota:* El escurrido del bambú se realizó durante 2 días.

### Anexo N° 1.3: Secado del bambú (último paso en la preparación de la caña)

**Figura 43**

*Secado al aire libre de las cañas de bambú*



*Nota:* El secado se realizó durante 3 meses; luego de ello se obtuvo un cambio en su color.

### Anexo N° 1.4: Preparación de las cañas de bambú para habilitar los tipos de adiciones de bambú a la mezcla de concreto para ladrillo

**Figura 44**

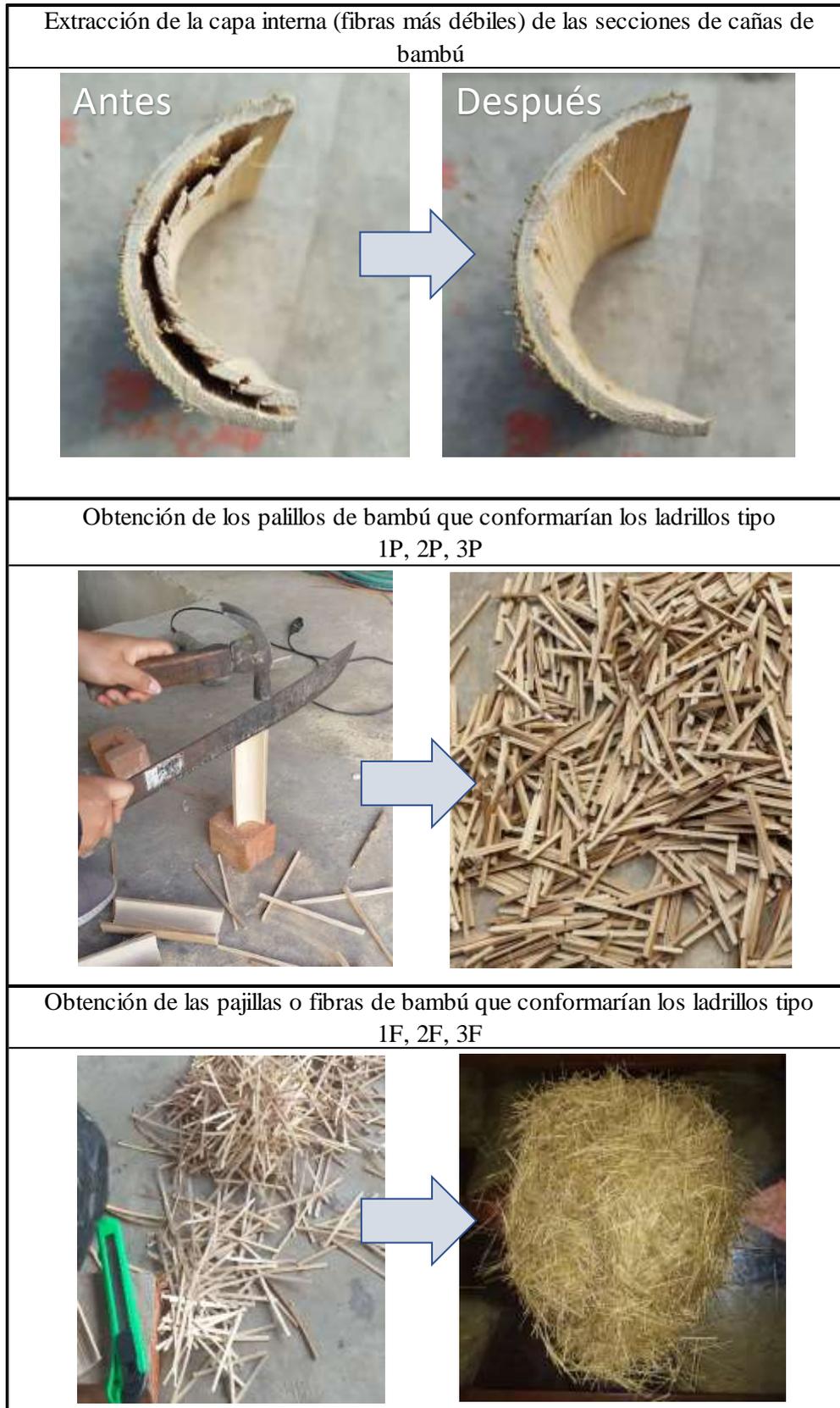
*Corte de las cañas de bambú en secciones más pequeñas*



*Nota:* El corte en secciones más pequeñas del bambú se realizó para hacerlo más trabajable, pero más importante: para obtener los palillos y las fibras aditivas para el ladrillo.

**Figura 45**

*Procedimiento adicional con el bambú para obtener las adiciones del concreto para elaborar los tipos de ladrillos.*



**Figura 46**

*Palillos largos de 19.5 cm y 9.5 cm organizados y listos para ser usados en los ladrillos tipo 1P, 2P y 3P*



**Figura 47**

*Paja o fibras de bambú organizadas y listas para ser usadas en los ladrillos tipo 1F, 2F y 3F*



## Anexo N° 2: Elaboración de las unidades de albañilería

**Figura 48**

*Mezcla de concreto para el ladrillo con 0 % de bambú (Tipo L)*



**Figura 49**

*Mezcla de concreto con 1 medida de paja de bambú (Tipo 1F)*



**Figura 50**

*Mezcla de concreto con 2 medidas de paja de bambú (Tipo 2F)*



**Figura 51**

*Mezcla de concreto con 3 medidas de paja de bambú (Tipo 3F)*



**Figura 52**  
*Forma de elaboración de los ladrillos tipos 1P, 2P y 3P*



**Figura 53**  
*Mesa vibradora empleada para la elaboración de todos los ladrillos (L, 1P, 2P, 3P, 1F, 2F y 3F)*



**Figura 54**

*Molde metálico empleado para la elaboración de todos los ladrillos (L, 1P, 2P, 3P, 1F, 2F y 3F)*



**Figura 55**

*Ladrillos elaborados esperando su curado (L, 1P, 2P, 3P, 1F, 2F y 3F)*



**Figura 56**

*Ladrillos transportados, codificados y organizados en almacén*



**Figura 57**

*Agrietamiento de ladrillos hechos con palillos (3P)*



### Anexo N° 3: Ensayos de laboratorio

#### Anexo N° 3.1: Granulometría de los materiales

**Figura 58**

*Herramientas y equipos de laboratorio para el ensayo de granulometría*



**Figura 59**

*Granulometría del agregado fino*



**Figura 60**  
*Granulometría de la piedra confitillo*



	<b>ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL AGREGADO</b>
	NORMA: NTP 400.012

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>FECHA:</b> 22/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>IDENTIFICACIÓN:</b>	AGREGADO FINO	<b>MASA INICIAL SECA:</b>	2000 g

Tamiz	Abertura (mm)	NTP 400.037		Masa retenida (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
		Mínimo	Máximo				
3/8"	9.500	100	100	0.0	0.0	0.0	100.0
4	4.750	95	100	94.0	4.7	4.7	95.3
8	2.360	80	100	244.0	12.2	16.9	83.1
16	1.180	50	85	232.0	11.6	28.5	71.5
30	0.600	25	60	372.0	18.6	47.1	52.9
50	0.300	5	30	492.0	24.6	71.7	28.3
100	0.150	0	10	522.0	26.1	97.8	2.2
200	0.075	-	-	36.0	1.8	99.6	0.4
Fondo	-	-	-	8.0	0.4	100.0	0.0
<b>Total</b>	-	-	-	2000.0	100.0	-	-



Gravas	4.70%
Arenas	92.70%
Limo y arcilla	2.60%
MFAF	2.667
TM	3/8"
TMN	4
D10	0.195
D30	0.321
D60	0.821
Cu	4.22
Cc	0.64

APROBADO POR:		
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
	 	

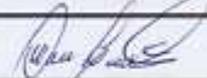
	<b>GRANULOMETRIA DE MATERIAL CONFITIVO</b>
	NORMA: NTP 400.012

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 22/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas	

DATOS DE LA MUESTRA			
<b>IDENTIFICACIÓN:</b>	PIEDRA CONFITIVO	<b>MASA INICIAL SECA:</b>	5000 g

Tamiz	Abertura (mm)	NTP 400.037		Masa retenida (g)	% Retenido parcial	% Retenido acumulado	% Que pasa
		Mínimo	Máximo				
1"	25.400	100	100	0.0	0.0	0.0	100.0
3/4"	19.050	90	100	0.0	0.0	0.0	100.0
1/2"	12.700	20	55	30.0	0.6	0.6	99.4
3/8"	9.500	0	15	130.0	2.6	3.2	96.8
4	4.750	0	5	2922.0	58.4	61.6	38.4
8	2.360	-	-	1560.0	31.2	92.8	7.2
16	1.180	-	-	196.0	3.9	96.8	3.2
30	0.600	-	-	38.0	0.8	97.5	2.5
50	0.300	-	-	14.0	0.3	97.8	2.2
100	0.150	-	-	58.0	1.2	99.0	1.0
200	0.075	-	-	40.0	0.8	99.8	0.2
Fondo	-	-	-	12.0	0.2	100.0	0.0
Total	-	-	-	5000.0	100.0	-	-

Gravas	61.64%
Arenas	37.08%
Limo y arcilla	1.28%
MFAG	5.487
TM	3/4"
TMN	1/2"
D10	2.578
D30	4.110
D60	6.509
Cu	2.53
Cc	1.01

APROBADO POR:		
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

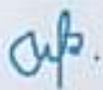
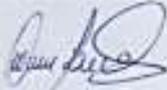
**Anexo N° 3.2: Ensayo de Variación dimensional en los ladrillos de concreto y los de arcilla cocida.**

**Figura 61**

*Ejemplo del ensayo de Variación dimensional realizado*



Anexo N° 3.2.1: Variación dimensional en el “largo” del ladrillo.

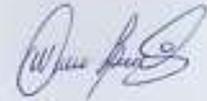
UPN		ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL								NORMA: NTP 399.613	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022									
INVESTIGADORES:		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						FECHA:		10/11/2022	
								HORAS DE TRABAJO:		6 horas	
LARGO DE LAS UNIDADES ARTESANALES DE ARCILLA											
Espécimen N°	Largo (mm)								Resultados de unidad		
	Cara superior			Cara inferior			Lprom		σ	V (%)	
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.			
A-1	211.0	210.0	210.0	208.0	207.0	208.0	210.33	207.67	1.55	0.74	
A-2	207.0	208.0	208.0	201.0	205.0	210.0	207.67	205.33	3.15	1.52	
A-3	210.0	210.0	211.0	210.0	211.0	211.0	210.33	210.67	0.55	0.26	
A-4	207.0	208.0	208.0	210.0	208.0	209.0	207.67	209.00	1.03	0.50	
A-5	210.0	210.0	210.0	211.0	213.0	213.0	210.00	212.33	1.47	0.70	
A-6	208.0	209.0	210.0	208.0	209.0	208.0	209.00	208.33	0.82	0.39	
A-7	208.0	201.0	211.0	210.0	208.0	201.0	206.67	206.33	4.42	2.14	
A-8	211.0	210.0	207.0	208.0	211.0	210.0	209.33	209.67	1.64	0.78	
A-9	208.0	210.0	210.0	210.0	208.0	210.0	209.33	209.33	1.03	0.49	
A-10	210.0	211.0	207.0	208.0	210.0	210.0	209.33	209.33	1.51	0.72	
A-11	210.0	208.0	210.0	210.0	211.0	207.0	209.33	209.33	1.51	0.72	
A-12	208.0	208.0	208.0	209.0	208.0	210.0	208.00	209.00	0.84	0.40	
Promedio							208.92	208.86	1.63	0.78	
							208.89 mm				
Coeficiente de variación							0.0078				
APROBADO POR:											
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO				
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John				
			 								

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>	NORMA: NTP 399.613
---	--	--------------------

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas



Especimen Nº	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom		$\sigma$	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.		
I-1	231.0	230.0	230.0	231.0	231.0	229.0	230.33	230.33	0.82	0.35
I-2	231.0	231.0	230.0	230.0	231.0	231.0	230.67	230.67	0.52	0.22
I-3	229.0	230.0	230.0	231.0	231.0	230.0	229.67	230.67	0.75	0.33
I-4	230.0	231.0	231.0	229.0	231.0	231.0	230.67	230.33	0.84	0.36
I-5	230.0	230.0	230.0	231.0	231.0	230.0	230.00	230.67	0.52	0.22
I-6	231.0	231.0	231.0	231.0	230.0	228.0	231.00	229.67	1.21	0.53
I-7	231.0	230.0	231.0	231.0	230.0	230.0	230.67	230.33	0.55	0.24
I-8	229.0	230.0	231.0	230.0	230.0	228.0	230.00	229.33	1.03	0.45
I-9	230.0	231.0	231.0	231.0	231.0	231.0	230.67	231.00	0.41	0.18
I-10	231.0	229.0	230.0	231.0	231.0	231.0	230.00	231.00	0.84	0.36
I-11	231.0	231.0	231.0	230.0	231.0	231.0	231.00	230.67	0.41	0.18
I-12	230.0	231.0	230.0	231.0	231.0	229.0	230.33	230.33	0.82	0.35
<b>Promedio</b>							<b>230.42</b>	<b>230.42</b>	<b>0.72</b>	<b>0.31</b>
							<b>230.42 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0031</b>			

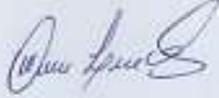
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

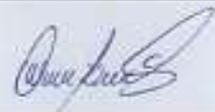
	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACION DIMENSIONAL</b>
	<small>NORMA: NTP 399.604</small>

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b>	6 horas



Espécmimen Nº	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom		$\sigma$	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.		
LS-1	218.0	217.0	218.0	220.0	222.0	220.0	217.67	220.67	1.83	0.84
LS-2	218.0	219.0	219.0	220.0	220.0	220.0	218.67	220.00	0.82	0.37
LS-3	218.0	218.0	217.0	211.0	221.0	211.0	217.67	214.33	4.10	1.90
LS-4	219.0	219.0	219.0	221.0	222.0	221.0	219.00	221.33	1.33	0.60
LS-5	219.0	219.0	219.0	220.0	220.0	220.0	219.00	220.00	0.55	0.25
LS-6	218.0	217.0	218.0	220.0	211.0	221.0	217.67	217.33	3.51	1.61
LS-7	219.0	219.0	219.0	220.0	221.0	222.0	219.00	221.00	1.26	0.57
LS-8	218.0	219.0	219.0	220.0	220.0	220.0	218.67	220.00	0.82	0.37
LS-9	218.0	218.0	219.0	221.0	220.0	220.0	218.33	220.33	1.21	0.55
LS-10	218.0	218.0	219.0	220.0	211.0	220.0	218.33	217.00	3.39	1.56
LS-11	219.0	219.0	217.0	220.0	211.0	221.0	218.33	217.33	3.60	1.65
LS-12	218.0	217.0	219.0	221.0	222.0	222.0	218.00	221.67	2.14	0.97
LS-13	219.0	219.0	219.0	220.0	220.0	220.0	219.00	220.00	0.55	0.25
LS-14	218.0	218.0	217.0	221.0	220.0	211.0	217.67	217.33	3.51	1.61
LS-15	219.0	219.0	219.0	220.0	221.0	222.0	219.00	221.00	1.26	0.57
<b>Promedio</b>							<b>218.40</b>	<b>219.29</b>	<b>1.99</b>	<b>0.91</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>218.84 mm</b>		<b>0.0091</b>	

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

		<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACION DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>									
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022									
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas			
<b>LARGO DE LAS UNIDADES L-II DE CEMENTO.</b>											
Especímen Nº	Largo (mm)									Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom				
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
L-1	219.0	218.0	220.0	222.0	222.0	223.0	219.00	222.33	1.97	0.89	
L-2	220.0	218.0	220.0	221.0	222.0	223.0	219.33	222.00	1.75	0.79	
L-3	218.0	219.0	217.0	222.0	221.0	222.0	218.00	221.67	2.14	0.97	
L-4	219.0	218.0	218.0	221.0	222.0	223.0	218.33	222.00	2.14	0.97	
L-5	219.0	218.0	219.0	222.0	223.0	223.0	218.67	222.67	2.25	1.02	
L-6	220.0	218.0	217.0	221.0	222.0	220.0	218.33	221.00	1.86	0.85	
L-7	218.0	219.0	219.0	220.0	223.0	223.0	218.67	222.00	2.16	0.98	
L-8	219.0	219.0	218.0	220.0	224.0	223.0	218.67	222.33	2.43	1.10	
L-9	219.0	219.0	220.0	222.0	222.0	223.0	219.33	222.33	1.72	0.78	
L-10	218.0	217.0	220.0	223.0	224.0	224.0	218.33	223.67	3.10	1.40	
L-11	218.0	218.0	217.0	223.0	224.0	224.0	217.67	223.67	3.33	1.51	
L-12	219.0	218.0	219.0	222.0	223.0	221.0	218.67	222.00	1.97	0.89	
L-13	219.0	218.0	219.0	222.0	223.0	222.0	218.67	222.33	2.07	0.94	
L-14	220.0	219.0	219.0	221.0	222.0	220.0	219.33	221.00	1.17	0.53	
<b>Promedio</b>							<b>218.64</b>	<b>222.21</b>	<b>2.15</b>	<b>0.97</b>	
							<b>220.43 mm</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0097</b>				
<b>APROBADO POR:</b>											
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>				
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John				
											

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>
---	---

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b>	6 horas

LARGO DE LAS UNIDADES 1F-6 DE CEMENTO



Especímen N°	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom			
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
1F-1	218.0	220.0	217.0	223.0	223.0	229.0	218.33	225.00	4.37	1.97
1F-2	218.0	217.0	218.0	223.0	222.0	224.0	217.67	223.00	3.01	1.37
1F-3	217.0	216.0	219.0	227.0	223.0	222.0	217.33	224.00	4.13	1.87
1F-4	218.0	219.0	219.0	225.0	225.0	225.0	218.67	225.00	3.49	1.57
1F-5	218.0	217.0	216.0	222.0	224.0	224.0	217.00	223.33	3.60	1.64
1F-6	218.0	220.0	216.0	222.0	223.0	223.0	218.00	222.67	2.88	1.30
1F-7	218.0	217.0	216.0	229.0	227.0	226.0	217.00	227.33	5.78	2.60
1F-8	217.0	216.0	217.0	223.0	222.0	224.0	216.67	223.00	3.54	1.61
1F-9	218.0	219.0	218.0	222.0	221.0	223.0	218.33	222.00	2.14	0.97
1F-10	218.0	219.0	217.0	223.0	222.0	223.0	218.00	222.67	2.66	1.21
1F-11	217.0	216.0	218.0	226.0	229.0	227.0	217.00	227.33	5.78	2.60
1F-12	218.0	217.0	217.0	222.0	224.0	223.0	217.33	223.00	3.19	1.45
1F-13	218.0	218.0	220.0	223.0	222.0	224.0	218.67	223.00	2.56	1.16
1F-14	218.0	219.0	220.0	222.0	224.0	222.0	219.00	222.67	2.23	1.01
1F-15	217.0	216.0	218.0	223.0	224.0	223.0	217.00	223.33	3.54	1.61
<b>Promedio</b>							217.73	223.82	3.53	1.60
<b>Coefficiente de variación</b>							220.78 mm		0.0160	

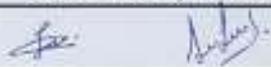
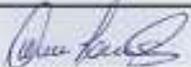
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACION DIMENSIONAL</b> NORMA: NTP 399.604
---	--

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL		<b>FECHA:</b> 10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas



Especimen N°	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom		$\sigma$	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.		
2F-1	218.0	218.0	218.0	221.0	220.0	222.0	218.00	221.00	1.76	0.80
2F-2	218.0	218.0	219.0	220.0	220.0	220.0	218.33	220.00	0.98	0.45
2F-3	219.0	218.0	219.0	220.0	220.0	221.0	218.67	220.33	1.05	0.48
2F-4	218.0	218.0	219.0	220.0	221.0	220.0	218.33	220.33	1.21	0.55
2F-5	219.0	218.0	218.0	221.0	220.0	220.0	218.33	220.33	1.21	0.55
2F-6	218.0	217.0	218.0	221.0	220.0	221.0	217.67	220.67	1.72	0.79
2F-7	219.0	218.0	219.0	222.0	222.0	221.0	218.67	221.67	1.72	0.78
2F-8	219.0	218.0	218.0	222.0	221.0	222.0	218.33	221.67	1.90	0.86
2F-9	218.0	219.0	219.0	222.0	222.0	223.0	218.67	222.33	2.07	0.94
2F-10	218.0	218.0	218.0	220.0	222.0	221.0	218.00	221.00	1.76	0.80
2F-11	218.0	219.0	218.0	221.0	222.0	222.0	218.33	221.67	1.90	0.86
2F-12	217.0	219.0	218.0	222.0	221.0	220.0	218.00	221.00	1.87	0.85
2F-13	218.0	219.0	218.0	221.0	222.0	222.0	218.33	221.67	1.90	0.86
2F-14	218.0	218.0	218.0	222.0	221.0	220.0	218.00	221.00	1.76	0.80
2F-15	217.0	218.0	219.0	221.0	222.0	222.0	218.00	221.67	2.14	0.97
2F-16	217.0	219.0	218.0	221.0	222.0	223.0	218.00	222.00	2.37	1.08
2F-17	218.0	217.0	219.0	220.0	220.0	221.0	218.00	220.33	1.47	0.67
<b>Promedio</b>							<b>218.22</b>	<b>221.10</b>	<b>1.69</b>	<b>0.77</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>219.66 mm</b>		<b>0.0077</b>	

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL							NORMA: NTP 399.604	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
INVESTIGADORES:		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						FECHA: 10/11/2022		HORAS DE TRABAJO: 6 horas
LARGO DE LAS UNIDADES 3F-n DE CEMENTO										
Espéclmen Nº	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom		$\sigma$	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.		
3F-1	217.0	216.0	218.0	225.0	223.0	225.0	217.00	224.33	4.13	1.87
3F-2	218.0	218.0	217.0	224.0	225.0	225.0	217.67	224.67	3.87	1.75
3F-3	216.0	218.0	218.0	225.0	223.0	223.0	217.33	223.67	3.62	1.64
3F-4	215.0	217.0	216.0	225.0	225.0	225.0	216.00	225.00	4.97	2.25
3F-5	217.0	218.0	218.0	223.0	225.0	224.0	217.67	224.00	3.54	1.61
3F-6	218.0	218.0	218.0	223.0	223.0	223.0	218.00	223.00	2.74	1.24
3F-7	218.0	217.0	216.0	225.0	224.0	223.0	217.00	224.00	3.94	1.79
3F-8	215.0	215.0	216.0	224.0	226.0	222.0	215.33	224.00	4.93	2.24
3F-9	216.0	217.0	217.0	225.0	223.0	222.0	216.67	223.33	3.79	1.72
3F-10	216.0	216.0	216.0	225.0	225.0	225.0	216.00	225.00	4.93	2.24
3F-11	218.0	218.0	217.0	224.0	223.0	225.0	217.67	224.00	3.54	1.61
3F-12	215.0	217.0	216.0	223.0	223.0	224.0	216.00	223.33	4.08	1.86
3F-13	217.0	217.0	217.0	223.0	223.0	222.0	217.00	222.67	3.13	1.42
3F-14	216.0	218.0	218.0	225.0	225.0	222.0	217.33	224.00	3.88	1.76
3F-15	216.0	217.0	216.0	225.0	223.0	225.0	216.33	224.33	4.46	2.02
Promedio							216.87	223.96	3.97	1.80
							220.41 mm			
Coeficiente de variación							0.0180			
APROBADO POR:										
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

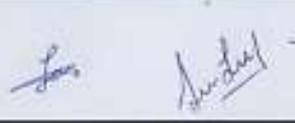
	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> NORMA: NTP 399.604
---	--

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas

**LARGO DE LAS UNIDADES 1P-II DE CEMENTO**



Especimen N°	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom			
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
1P-1	218.0	214.0	217.0	222.0	220.0	221.0	216.33	221.00	2.94	1.35
1P-2	219.0	219.0	217.0	221.0	222.0	220.0	218.33	221.00	1.75	0.80
1P-3	218.0	218.0	219.0	221.0	221.0	221.0	218.33	221.00	1.51	0.69
1P-4	219.0	219.0	219.0	221.0	222.0	220.0	219.00	221.00	1.26	0.57
1P-5	218.0	218.0	218.0	221.0	221.0	222.0	218.00	221.33	1.86	0.85
1P-6	216.0	216.0	217.0	220.0	220.0	220.0	216.33	220.00	2.04	0.94
1P-7	219.0	218.0	218.0	221.0	222.0	222.0	218.33	221.67	1.90	0.86
1P-8	219.0	218.0	214.0	222.0	222.0	221.0	217.00	221.67	3.08	1.40
1P-9	218.0	219.0	219.0	221.0	221.0	222.0	218.67	221.33	1.55	0.70
1P-10	217.0	217.0	219.0	221.0	221.0	222.0	217.67	221.33	2.17	0.99
1P-11	214.0	217.0	218.0	221.0	221.0	221.0	216.33	221.00	2.88	1.31
1P-12	217.0	217.0	217.0	221.0	222.0	221.0	217.00	221.33	2.40	1.10
1P-13	218.0	214.0	217.0	221.0	222.0	222.0	216.33	221.67	3.22	1.47
1P-14	219.0	219.0	219.0	221.0	221.0	221.0	219.00	221.00	1.10	0.50
1P-15	218.0	218.0	217.0	221.0	220.0	220.0	217.67	220.33	1.55	0.71
<b>Promedio</b>							<b>217.62</b>	<b>221.11</b>	<b>2.08</b>	<b>0.95</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>219.37 mm</b>		<b>0.0095</b>	

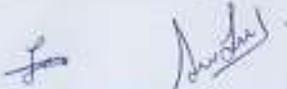
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

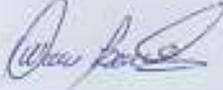
	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACION DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>
---	---

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas	

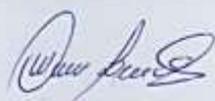
<b>LARGO DE LAS UNIDADES 2P-II DE CEMENTO</b>	
---	---

Especimen N°	Largo (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom		$\sigma$	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.		
2P-1	219.0	216.0	216.0	221.0	220.0	223.0	217.00	221.33	2.79	1.27
2P-2	218.0	218.0	218.0	221.0	222.0	223.0	218.00	222.00	2.28	1.04
2P-3	218.0	219.0	219.0	224.0	223.0	223.0	218.67	223.33	2.61	1.18
2P-4	218.0	216.0	219.0	223.0	221.0	221.0	217.67	221.67	2.50	1.14
2P-5	216.0	216.0	216.0	220.0	220.0	220.0	216.00	220.00	2.19	1.00
2P-6	218.0	219.0	218.0	221.0	221.0	220.0	218.33	220.67	1.38	0.63
2P-7	219.0	219.0	218.0	224.0	223.0	223.0	218.67	223.33	2.61	1.18
2P-8	218.0	218.0	218.0	223.0	222.0	222.0	218.00	222.33	2.40	1.09
2P-9	216.0	216.0	216.0	221.0	220.0	220.0	216.00	220.33	2.40	1.10
2P-10	218.0	218.0	219.0	223.0	221.0	221.0	218.33	221.67	2.00	0.91
2P-11	216.0	218.0	218.0	220.0	220.0	220.0	217.33	220.00	1.63	0.75
2P-12	219.0	219.0	218.0	220.0	220.0	221.0	218.67	220.33	1.05	0.48
2P-13	218.0	218.0	219.0	224.0	223.0	223.0	218.33	223.33	2.79	1.26
2P-14	218.0	219.0	219.0	223.0	221.0	222.0	218.67	222.00	1.97	0.89
2P-15	216.0	218.0	218.0	221.0	220.0	220.0	217.33	220.33	1.83	0.84
<b>Promedio</b>							<b>217.80</b>	<b>221.51</b>	<b>2.16</b>	<b>0.98</b>
							<b>219.66 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0098</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

		<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>								<small>NORMA: NTP 399.604</small>	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022									
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						<b>FECHA:</b> 10/11/2022			
								<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas			
<b>LARGO DE LAS UNIDADES 3P-n DE CEMENTO</b>											
Especímen N°	Largo (mm)									Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Lprom			$\sigma$	V (%)
	L1	L2	L3	L4	L5	L6	Cara sup.	Cara inf.			
3P-1	219.0	218.0	218.0	224.0	222.0	223.0	218.33	223.00	2.66	1.20	
3P-2	218.0	219.0	218.0	219.0	228.0	223.0	218.33	223.33	3.97	1.80	
3P-3	218.0	218.0	218.0	221.0	222.0	219.0	218.00	220.67	1.75	0.80	
3P-4	219.0	218.0	219.0	223.0	224.0	221.0	218.67	222.67	2.42	1.10	
3P-5	217.0	216.0	216.0	221.0	222.0	223.0	216.33	222.00	3.19	1.45	
3P-6	216.0	216.0	217.0	228.0	221.0	222.0	216.33	223.67	4.69	2.13	
3P-7	218.0	218.0	218.0	223.0	228.0	221.0	218.00	224.00	4.00	1.81	
3P-8	220.0	220.0	219.0	228.0	221.0	222.0	219.67	223.67	3.27	1.47	
3P-9	218.0	218.0	218.0	221.0	220.0	221.0	218.00	220.67	1.51	0.69	
3P-10	218.0	218.0	220.0	223.0	221.0	222.0	218.67	222.00	2.07	0.94	
3P-11	220.0	220.0	220.0	221.0	228.0	221.0	220.00	223.33	3.14	1.42	
3P-12	218.0	218.0	218.0	222.0	222.0	223.0	218.00	222.33	2.40	1.09	
3P-13	218.0	218.0	217.0	221.0	222.0	220.0	217.67	221.00	1.97	0.90	
3P-14	218.0	216.0	218.0	228.0	221.0	221.0	217.33	223.33	4.23	1.92	
3P-15	217.0	219.0	220.0	222.0	222.0	223.0	218.67	222.33	2.26	1.02	
<b>Promedio</b>							<b>218.13</b>	<b>222.53</b>	<b>2.90</b>	<b>1.32</b>	
							<b>220.33 mm</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0132</b>				
APROBADO POR:											
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO				
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John				
											

Anexo N° 3.2.2: Variación dimensional en el “ancho” del ladrillo

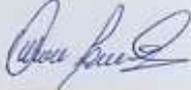
		<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.613</small>								
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN				<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas				
<b>ANCHO DE LAS UNIDADES ARTESANALES DE ARCILLA</b>										
Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Aprom		$\sigma$	V (%)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.		
A-1	122.5	122.0	122.2	123.5	125.0	126.9	122.23	125.13	1.93	1.56
A-2	120.1	120.1	121.0	122.2	122.1	122.0	120.40	122.10	0.99	0.82
A-3	121.2	122.0	121.0	122.2	123.0	122.1	121.40	122.43	0.73	0.60
A-4	121.2	121.2	122.0	122.2	124.0	125.0	121.47	123.73	1.56	1.27
A-5	122.2	123.5	122.8	126.0	123.5	124.8	122.83	124.77	1.38	1.12
A-6	120.0	122.0	122.1	122.2	124.0	125.0	121.37	123.73	1.75	1.42
A-7	122.1	122.5	122.0	126.1	123.5	125.0	122.20	124.87	1.69	1.36
A-8	120.1	120.1	120.1	124.0	122.2	122.1	120.10	122.77	1.61	1.33
A-9	121.2	121.2	122.0	123.5	122.2	123.0	121.47	122.90	0.93	0.76
A-10	121.0	120.1	120.1	125.0	126.0	126.1	120.40	125.70	2.95	2.39
A-11	120.1	121.2	122.0	125.0	123.5	124.0	121.10	124.17	1.85	1.51
A-12	122.0	121.0	122.1	122.1	122.2	122.1	121.70	122.13	0.45	0.37
<b>Promedio</b>							<b>121.39</b>	<b>123.70</b>	<b>1.48</b>	<b>1.21</b>
							<b>122.55 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0121</b>			
APROBADO POR:										
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

	<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> NORMA: NTP 399.613
---	--

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas	

<b>ANCHO DE LAS UNIDADES INDUSTRIALES DE ARCILLA</b>	
--	---

Especimen N°	Ancho (mm)						Aprom		Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6				
I-1	124.0	125.0	124.5	124.9	124.4	123.1	124.50	124.13	0.70	0.56
I-2	123.0	123.2	123.6	123.2	123.9	124.0	123.27	123.70	0.41	0.33
I-3	124.5	124.0	125.6	125.0	124.9	125.2	124.70	125.03	0.56	0.45
I-4	125.0	125.0	124.5	124.1	124.2	124.2	124.83	124.17	0.41	0.33
I-5	124.0	124.0	125.6	125.0	125.0	124.4	124.53	124.80	0.64	0.51
I-6	125.0	125.0	124.5	124.9	125.0	124.9	124.83	124.93	0.19	0.16
I-7	123.9	123.9	124.5	124.2	124.1	124.2	124.10	124.17	0.23	0.18
I-8	124.0	123.9	123.9	123.5	123.0	123.1	123.93	123.20	0.44	0.35
I-9	123.2	123.6	125.0	124.9	125.2	124.9	123.93	125.00	0.84	0.68
I-10	124.5	124.5	124.0	124.2	124.2	124.2	124.33	124.20	0.20	0.16
I-11	125.0	124.5	125.0	125.0	124.4	123.5	124.83	124.30	0.59	0.47
I-12	124.0	124.5	124.5	125.0	125.0	124.4	124.33	124.80	0.38	0.31
<b>Promedio</b>							<b>124.34</b>	<b>124.37</b>	<b>0.47</b>	<b>0.37</b>
							<b>124.36 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0037</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

**ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES**  
**VARIACIÓN DIMENSIONAL**  
 NORMA: NTP 399.604

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:** INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022

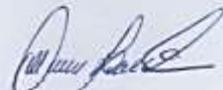
**INVESTIGADORES:** NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL  
 SALINAS LUJAN, LUIS IVAN

**FECHA:** 10/11/2022  
**HORAS DE TRABAJO:** 6 horas



Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Aprom		$\sigma$	V (%)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.		
LS-1	120.0	121.0	120.2	120.5	123.0	122.7	120.40	122.07	1.30	1.07
LS-2	120.1	120.1	121.0	122.0	120.5	120.5	120.40	121.00	0.72	0.60
LS-3	120.5	120.5	120.5	122.5	122.0	122.0	120.50	122.17	0.93	0.77
LS-4	121.1	121.0	121.1	119.8	122.1	122.5	121.07	121.47	0.95	0.78
LS-5	120.1	120.1	120.1	120.9	122.1	120.1	120.10	121.03	0.82	0.68
LS-6	120.5	120.5	121.5	120.5	122.0	121.1	120.83	121.20	0.63	0.52
LS-7	121.0	121.1	120.1	122.0	121.5	121.1	120.73	121.53	0.63	0.52
LS-8	120.5	120.0	121.5	120.5	122.0	120.5	120.67	121.00	0.75	0.62
LS-9	120.0	120.5	121.0	119.8	121.1	121.0	120.50	120.63	0.56	0.47
LS-10	120.5	121.0	121.5	120.5	120.5	122.0	121.00	121.00	0.63	0.52
LS-11	121.0	120.5	120.1	122.0	122.0	121.5	120.53	121.83	0.79	0.65
LS-12	119.5	121.0	119.1	120.5	122.5	120.0	119.87	121.00	1.22	1.01
LS-13	120.5	120.5	120.5	122.1	119.8	121.1	120.50	121.00	0.78	0.65
LS-14	120.0	121.1	121.0	120.5	120.5	120.5	120.70	120.50	0.40	0.33
LS-15	120.5	120.1	120.1	121.5	122.0	122.0	120.23	121.83	0.91	0.75
<b>Promedio</b>							<b>120.54</b>	<b>121.28</b>	<b>0.80</b>	<b>0.66</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>120.91 mm</b>		<b>0.0066</b>	

**APROBADO POR:**

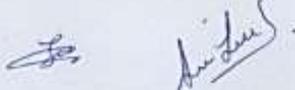
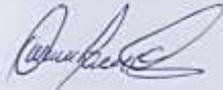
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

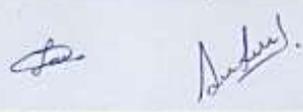
	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACION DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>
---	---

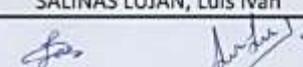
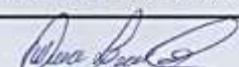
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022				
<b>INVESTIGADORES:</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 60%;">NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL</td> <td style="text-align: right;"><b>FECHA:</b> 10/11/2022</td> </tr> <tr> <td>SALINAS LUJAN, LUIS IVAN</td> <td style="text-align: right;"><b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas</td> </tr> </table>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas
NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022				
SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas				

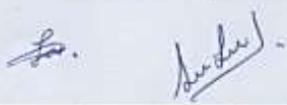
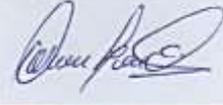


Especímen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Aprom		$\sigma$	V (%)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.		
L-1	119.5	120.2	120.0	123.0	123.0	123.2	119.90	123.07	1.75	1.44
L-2	120.1	120.0	120.0	122.0	123.2	122.1	120.03	122.43	1.38	1.14
L-3	120.5	119.4	120.0	122.1	122.0	122.0	119.97	122.03	1.18	0.98
L-4	119.5	120.2	120.0	122.5	123.0	123.0	119.90	122.83	1.63	1.35
L-5	120.0	120.1	120.1	121.5	122.0	121.5	120.07	121.67	0.90	0.74
L-6	120.9	120.0	119.4	123.2	122.1	123.2	120.10	122.83	1.62	1.34
L-7	120.0	120.1	120.0	122.0	122.0	123.0	120.03	122.33	1.31	1.08
L-8	120.1	119.5	120.0	121.8	122.0	121.8	119.87	121.87	1.12	0.92
L-9	120.0	120.9	120.0	121.8	121.8	122.0	120.30	121.87	0.92	0.76
L-10	120.1	120.9	119.4	123.2	123.0	124.0	120.13	123.40	1.88	1.54
L-11	120.5	119.8	120.0	122.0	123.0	122.0	120.10	122.33	1.30	1.07
L-12	121.0	120.9	119.4	123.0	122.0	122.0	120.43	122.33	1.24	1.02
L-13	120.1	120.1	120.0	124.0	121.5	122.0	120.07	122.50	1.57	1.30
L-14	121.0	120.5	119.4	126.1	123.2	122.1	120.30	123.80	2.38	1.95
<b>Promedio</b>							<b>120.09</b>	<b>122.52</b>	<b>1.44</b>	<b>1.19</b>
							<b>121.30 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0119</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

		<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>							<small>NORMA: NTP 399.604</small>	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN					<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas			
<b>ANCHO DE LAS UNIDADES 1F-n DE CEMENTO</b>										
Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Aprom			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
1F-1	119.9	119.9	121.5	124.1	123.2	124.1	120.43	123.80	1.96	1.61
1F-2	121.0	120.0	120.0	129.0	128.1	122.9	120.33	126.67	4.06	3.29
1F-3	122.0	121.5	120.0	124.1	128.1	128.5	121.17	126.90	3.56	2.87
1F-4	121.0	121.0	121.1	125.0	124.1	122.5	121.03	123.87	1.75	1.43
1F-5	119.9	121.5	121.5	121.5	121.2	128.1	120.97	123.60	2.92	2.38
1F-6	120.5	121.0	120.0	121.2	123.2	121.5	120.50	121.97	1.10	0.91
1F-7	119.9	122.0	121.5	129.0	128.1	128.5	121.13	128.53	4.12	3.30
1F-8	119.9	119.9	121.5	124.1	122.5	123.6	120.43	123.40	1.80	1.48
1F-9	120.0	120.0	120.0	123.6	121.5	121.5	120.00	122.20	1.43	1.18
1F-10	119.9	121.5	121.5	124.1	122.5	123.2	120.97	123.27	1.48	1.21
1F-11	119.9	120.0	121.5	122.5	128.1	128.1	120.47	126.23	3.81	3.08
1F-12	120.0	120.0	118.0	124.5	124.1	124.9	119.33	124.50	2.93	2.41
1F-13	119.9	121.8	121.5	125.5	128.1	128.5	121.07	127.37	3.66	2.95
1F-14	121.8	122.5	120.0	126.1	125.5	122.9	121.43	124.83	2.30	1.87
1F-15	119.9	122.5	121.5	124.1	122.5	124.1	121.30	123.57	1.60	1.31
<b>Promedio</b>							<b>120.70</b>	<b>124.71</b>	<b>2.57</b>	<b>2.08</b>
							<b>122.71 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0209</b>			
APROBADO POR:										
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

		<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>								NORMA: NTP 399.604	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022									
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas			
<b>ANCHO DE LAS UNIDADES 2F-II DE CEMENTO</b>											
Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad		
	Cara superior			Cara inferior			Aprom		$\sigma$	V (%)	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.			
2F-1	121.1	121.2	120.0	127.5	126.5	126.5	120.77	126.83	3.37	2.72	
2F-2	123.0	121.2	121.1	126.5	122.0	126.2	121.77	124.90	2.44	1.98	
2F-3	119.8	120.5	121.2	119.5	121.5	121.8	120.50	120.93	0.94	0.78	
2F-4	121.2	120.5	120.0	125.1	122.9	122.9	120.57	123.63	1.90	1.56	
2F-5	122.1	121.1	120.5	122.9	124.5	126.5	121.23	124.63	2.24	1.82	
2F-6	120.0	121.2	120.0	124.1	127.5	124.2	120.40	125.27	2.97	2.41	
2F-7	120.0	121.2	120.5	125.1	127.2	129.8	120.57	127.37	4.03	3.25	
2F-8	120.0	122.1	121.1	122.9	126.5	126.5	121.07	125.30	2.75	2.23	
2F-9	120.5	120.0	123.0	124.5	122.0	126.2	121.17	124.23	2.37	1.94	
2F-10	121.2	121.2	120.0	126.5	124.5	121.8	120.80	124.27	2.45	2.00	
2F-11	120.0	119.2	120.0	121.8	122.2	121.2	119.73	121.73	1.18	0.98	
2F-12	121.1	121.2	121.1	125.1	122.9	126.5	121.13	124.83	2.33	1.89	
2F-13	121.2	120.5	121.2	122.9	124.5	122.0	120.97	123.13	1.45	1.19	
2F-14	123.0	121.2	120.0	126.5	126.5	124.1	121.40	125.70	2.69	2.18	
2F-15	119.8	120.5	121.1	122.0	126.2	125.1	120.47	124.43	2.61	2.13	
2F-16	120.0	122.1	120.5	124.5	126.5	122.9	120.87	124.63	2.46	2.00	
2F-17	121.1	120.5	121.2	125.1	124.5	121.8	120.93	123.80	1.94	1.58	
<b>Promedio</b>							<b>120.84</b>	<b>124.45</b>	<b>2.36</b>	<b>1.92</b>	
							<b>122.65 mm</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0192</b>				
APROBADO POR:											
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO				
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John				
											

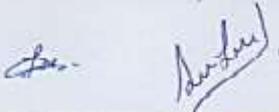
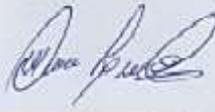
	<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>									
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022										
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN										
<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas										
<b>ANCHO DE LAS UNIDADES 3F-n DE CEMENTO</b>										
										
<b>Espécimen N°</b>	<b>Ancho (mm)</b>							<b>Resultados de unidad</b>		
	<b>Cara superior</b>			<b>Cara inferior</b>			<b>Aprom</b>			
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
3F-1	120.1	120.1	119.2	123.5	126.5	124.0	119.80	124.67	2.87	2.35
3F-2	120.2	120.3	119.2	122.5	123.2	125.0	119.90	123.57	2.20	1.81
3F-3	120.8	120.5	121.0	124.1	126.5	124.0	120.77	124.87	2.42	1.97
3F-4	120.1	120.5	120.0	122.5	123.2	125.0	120.20	123.57	2.02	1.66
3F-5	120.8	120.2	120.3	122.5	124.9	123.0	120.43	123.47	1.86	1.52
3F-6	119.8	119.9	119.3	124.1	124.1	125.0	119.67	124.40	2.62	2.15
3F-7	120.5	120.0	120.9	123.5	123.9	123.5	120.47	123.63	1.76	1.45
3F-8	120.0	120.9	121.0	123.0	125.0	123.1	120.63	123.70	1.86	1.52
3F-9	119.2	121.0	120.8	123.5	126.5	124.9	120.33	124.97	2.78	2.27
3F-10	120.1	120.1	119.2	126.0	124.0	122.5	119.80	124.17	2.66	2.18
3F-11	120.0	120.9	121.0	123.0	125.0	123.1	120.63	123.70	1.86	1.52
3F-12	120.1	120.8	119.2	124.1	126.5	122.5	120.03	124.37	2.74	2.24
3F-13	120.8	120.5	120.0	123.9	123.5	126.5	120.43	124.63	2.53	2.07
3F-14	120.1	120.2	120.3	124.9	122.5	123.2	120.20	123.53	1.99	1.63
3F-15	120.1	120.8	119.2	123.2	122.5	123.5	120.03	123.07	1.77	1.45
<b>Promedio</b>							<b>120.22</b>	<b>124.02</b>	<b>2.26</b>	<b>1.85</b>
							<b>122.12 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0185</b>			
<b>APROBADO POR:</b>										
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

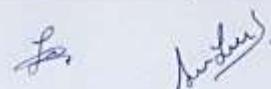
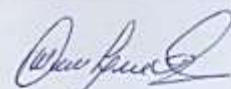
	<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>
---	---

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL		<b>FECHA:</b> 10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas

<b>ANCHO DE LAS UNIDADES 1P-n DE CEMENTO</b>	
--	---

Especimen Nº	Ancho (mm)						Aprom		Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6				
1P-1	119.2	119.2	119.9	121.8	122.6	120.5	119.43	121.63	1.40	1.16
1P-2	120.0	120.2	119.0	120.5	122.6	122.5	119.73	121.87	1.45	1.20
1P-3	120.0	120.0	121.9	121.1	121.8	122.5	120.63	121.80	1.04	0.86
1P-4	119.0	120.0	119.2	122.6	122.2	120.0	119.40	121.60	1.53	1.27
1P-5	120.0	118.2	119.2	122.6	120.0	122.6	119.13	121.73	1.80	1.50
1P-6	118.2	120.9	119.0	121.0	121.1	121.8	119.37	121.30	1.40	1.17
1P-7	120.0	120.2	120.0	121.8	122.6	122.2	120.07	122.20	1.20	0.99
1P-8	120.0	119.2	119.9	120.5	122.6	120.0	119.70	121.03	1.17	0.97
1P-9	119.0	120.0	121.9	122.5	120.0	122.0	120.30	121.50	1.41	1.17
1P-10	120.5	121.1	120.4	122.5	122.6	122.6	120.67	122.57	1.07	0.88
1P-11	120.5	120.9	120.4	120.5	122.5	120.0	120.60	121.00	0.88	0.73
1P-12	119.2	119.2	119.9	120.6	121.5	120.1	119.43	120.73	0.88	0.73
1P-13	119.0	120.0	121.9	122.5	120.0	122.0	120.30	121.50	1.41	1.17
1P-14	120.5	121.1	120.4	122.5	122.6	122.7	120.67	122.60	1.09	0.89
1P-15	121.1	122.5	121.5	120.5	121.0	119.3	121.70	120.27	1.06	0.88
<b>Promedio</b>							<b>120.08</b>	<b>121.56</b>	<b>1.25</b>	<b>1.04</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>120.82 mm</b>		<b>0.0104</b>	

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

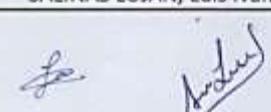
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL NORMA: NTP 399.604									
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022									
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						<b>FECHA:</b> 10/11/2022		<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas	
ANCHO DE LAS UNIDADES 2P-n DE CEMENTO											
Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad		
	Cara superior			Cara inferior			Aprom		$\sigma$	V (%)	
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.			
2P-1	121.0	120.1	120.0	122.0	122.8	121.5	120.37	122.10	1.09	0.90	
2P-2	120.0	120.0	121.0	125.4	123.8	125.0	120.33	124.73	2.49	2.04	
2P-3	120.0	121.2	120.0	125.4	125.0	123.8	120.40	124.73	2.47	2.02	
2P-4	120.0	119.8	120.1	125.4	125.4	123.8	119.97	124.87	2.75	2.25	
2P-5	120.8	120.1	120.3	122.8	123.9	121.8	120.40	122.83	1.51	1.24	
2P-6	119.8	120.5	120.8	121.8	121.5	119.9	120.37	121.07	0.82	0.68	
2P-7	121.0	120.5	120.5	119.9	122.8	122.0	120.67	121.57	1.08	0.89	
2P-8	120.7	120.3	120.1	122.0	122.8	123.9	120.37	122.90	1.53	1.25	
2P-9	120.0	120.8	120.1	122.0	121.8	121.5	120.30	121.77	0.86	0.71	
2P-10	121.0	119.8	120.5	120.5	119.9	122.8	120.43	121.07	1.10	0.91	
2P-11	121.0	120.0	120.5	122.0	122.8	121.5	120.50	122.10	1.02	0.84	
2P-12	120.1	120.1	119.7	121.5	122.9	121.5	119.97	121.97	1.22	1.01	
2P-13	120.1	120.0	120.7	122.8	122.8	122.0	120.27	122.53	1.30	1.07	
2P-14	120.5	120.0	120.5	122.8	121.8	122.9	120.33	122.50	1.26	1.04	
2P-15	120.5	120.0	121.0	121.8	119.9	119.9	120.50	120.53	0.76	0.63	
<b>Promedio</b>							<b>120.34</b>	<b>122.48</b>	<b>1.42</b>	<b>1.16</b>	
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>121.41 mm</b>		<b>0.0117</b>		
<b>APROBADO POR:</b>											
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>				
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John				
											

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACION DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>
---	---

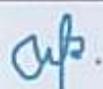
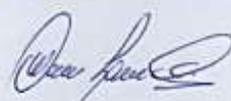
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas



Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara superior			Cara inferior			Aprom		$\sigma$	V (%)
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	Cara sup.	Cara inf.		
3P-1	121.5	122.1	121.5	123.5	126.5	128.0	121.70	126.00	2.77	2.24
3P-2	120.5	121.2	124.1	123.1	121.1	122.9	121.93	122.37	1.41	1.16
3P-3	122.0	122.0	121.5	122.5	123.0	123.5	121.83	123.00	0.74	0.60
3P-4	120.5	122.1	121.2	124.0	123.0	124.0	121.27	123.67	1.46	1.19
3P-5	120.5	122.0	120.9	124.5	124.9	124.0	121.13	124.47	1.91	1.56
3P-6	124.1	123.0	120.5	124.0	123.5	126.5	122.53	124.67	1.94	1.57
3P-7	121.0	120.5	121.0	123.5	122.9	122.6	120.83	123.00	1.24	1.01
3P-8	121.2	122.1	121.0	123.1	122.6	121.8	121.43	122.50	0.81	0.66
3P-9	123.2	124.1	123.0	123.0	122.8	129.0	123.43	124.93	2.40	1.94
3P-10	124.1	121.0	120.5	124.0	124.5	126.5	121.87	125.00	2.27	1.84
3P-11	120.5	123.0	121.0	123.5	123.1	122.6	121.50	123.07	1.23	1.01
3P-12	121.0	122.1	121.0	124.0	123.0	122.8	121.37	123.27	1.19	0.97
3P-13	123.0	124.1	123.0	123.5	121.1	126.5	123.37	123.70	1.77	1.43
3P-14	120.5	120.5	120.9	122.9	121.5	122.8	120.63	122.40	1.10	0.90
3P-15	120.8	121.0	120.5	121.1	122.9	121.5	120.77	121.83	0.85	0.70
<b>Promedio</b>							<b>121.71</b>	<b>123.59</b>	<b>1.54</b>	<b>1.25</b>
							<b>122.65 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0125</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

Anexo N° 3.2.3: Variación dimensional en el “alto” del ladrillo

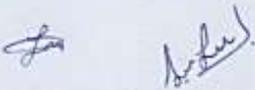
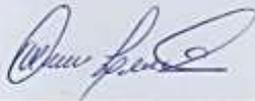
		<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.613</small>								
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN				<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas				
ALTO DE LAS UNIDADES ARTESANALES DE ARCILLA										
Especimen N°	Alto (mm)								Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom		σ	V (%)
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.		
A-1	81.5	81.9	82.2	80.0	80.5	81.2	81.87	80.57	0.84	1.03
A-2	81.2	81.5	81.0	81.1	82.0	82.1	81.23	81.73	0.47	0.58
A-3	80.9	82.0	82.1	80.9	80.5	81.9	81.67	81.10	0.69	0.85
A-4	82.0	81.5	81.2	80.0	82.0	81.2	81.57	81.07	0.74	0.91
A-5	84.0	83.0	80.0	81.2	83.0	81.1	82.33	81.77	1.51	1.84
A-6	81.0	81.2	79.9	80.9	82.1	80.5	80.70	81.17	0.73	0.91
A-7	81.2	82.0	80.0	81.9	80.0	81.2	81.07	81.03	0.88	1.09
A-8	80.0	81.5	79.9	81.2	81.2	81.1	80.47	81.17	0.69	0.85
A-9	79.9	83.0	82.2	81.1	80.9	80.5	81.70	80.83	1.14	1.40
A-10	82.2	81.5	81.2	83.0	80.0	80.0	81.63	81.00	1.19	1.47
A-11	81.0	81.2	80.9	82.1	81.2	81.1	81.03	81.47	0.43	0.53
A-12	82.1	80.9	82.0	80.9	81.9	80.9	81.67	81.23	0.61	0.74
<b>Promedio</b>							<b>81.41</b>	<b>81.18</b>	<b>0.83</b>	<b>1.02</b>
							<b>81.29 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0102</b>			
APROBADO POR:										
ASESOR			INVESTIGADORES				SUPERVISOR DE LABORATORIO			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

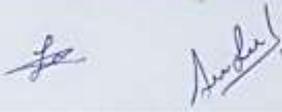
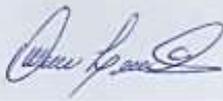
	<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.613</small>
---	---

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	<b>FECHA:</b> 10/11/2022
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas



Especimen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom		$\sigma$	V (%)
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.		
I-1	91.8	91.1	91.8	92.1	93.2	91.0	91.57	92.10	0.80	0.87
I-2	91.0	90.0	91.0	93.2	93.8	94.2	90.67	93.73	1.75	1.90
I-3	91.8	91.9	92.1	90.8	90.2	90.9	91.93	90.63	0.76	0.83
I-4	91.0	91.1	91.8	90.0	90.0	90.0	91.30	90.00	0.76	0.84
I-5	92.1	91.8	91.9	93.2	90.0	90.0	91.93	91.07	1.26	1.38
I-6	91.8	91.0	90.5	93.8	91.0	90.2	91.10	91.67	1.30	1.43
I-7	91.5	91.8	91.1	90.2	91.0	90.2	91.47	90.47	0.66	0.72
I-8	90.5	90.1	91.0	91.9	92.1	93.2	90.53	92.40	1.15	1.26
I-9	91.1	91.8	91.0	90.8	90.2	93.8	91.30	91.60	1.26	1.38
I-10	91.9	92.1	91.8	90.0	90.0	90.2	91.93	90.07	1.03	1.13
I-11	91.1	91.8	91.0	91.0	90.2	90.9	91.30	90.70	0.51	0.56
I-12	91.9	91.5	91.8	91.0	90.2	91.2	91.73	90.80	0.63	0.68
<b>Promedio</b>							<b>91.40</b>	<b>91.27</b>	<b>0.99</b>	<b>1.08</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>91.33 mm</b>		<b>0.0108</b>	

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

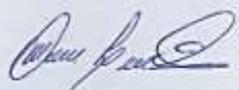
		<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>							NORMA: NTP 399.604	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN					<b>FECHA:</b>		10/11/2022	
							<b>HORAS DE TRABAJO:</b>		6 horas	
<b>ALTO DE LAS UNIDADES LS-II DE CEMENTO</b>										
Especimen N°	Ancho (mm)						Hprom		Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Cara der.	Cara izq.	$\sigma$	V (%)
	H1	H2	H3	H4	H5	H6				
LS-1	86.0	89.0	88.0	81.5	86.5	83.0	87.67	83.67	2.89	3.38
LS-2	85.0	86.1	84.1	86.1	84.5	87.0	85.07	85.87	1.11	1.30
LS-3	86.1	85.0	87.5	87.0	86.0	86.1	86.20	86.37	0.87	1.01
LS-4	82.8	83.1	85.0	84.5	88.0	84.5	83.63	85.67	1.86	2.19
LS-5	83.1	84.1	86.1	86.1	86.1	88.0	84.43	86.73	1.73	2.02
LS-6	86.1	87.5	84.5	87.0	87.0	86.1	86.03	86.70	1.07	1.24
LS-7	82.8	85.0	88.0	82.0	84.5	86.0	85.27	84.17	2.17	2.56
LS-8	86.1	85.0	84.5	84.2	81.5	84.5	85.20	83.40	1.53	1.81
LS-9	85.5	86.1	86.0	84.2	85.1	84.0	85.87	84.43	0.89	1.05
LS-10	85.0	85.0	84.1	88.0	84.5	81.5	84.70	84.67	2.08	2.46
LS-11	86.1	82.8	83.1	86.1	88.0	86.1	84.00	86.73	2.01	2.36
LS-12	86.1	86.1	86.0	85.9	86.0	87.0	86.07	86.30	0.41	0.47
LS-13	85.0	86.1	84.1	87.0	84.5	88.0	85.07	86.50	1.52	1.77
LS-14	86.1	85.0	86.0	86.1	86.0	86.1	85.70	86.07	0.44	0.51
LS-15	82.8	83.1	85.0	84.5	84.5	87.0	83.63	85.33	1.51	1.78
<b>Promedio</b>							<b>85.24</b>	<b>85.51</b>	<b>1.47</b>	<b>1.73</b>
							<b>85.37 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.0173</b>			
<b>APROBADO POR:</b>										
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> NORMA: NTP 399.604
---	--

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b>	6 horas

ALTO DE LAS UNIDADES L-n DE CEMENTO	
-------------------------------------	---

Especimen N°	Ancho (mm)						Hprom		Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Cara der.	Cara izq.	$\sigma$	V (%)
	H1	H2	H3	H4	H5	H6				
L-1	83.5	87.0	81.7	81.8	83.8	86.0	84.07	83.87	2.16	2.58
L-2	84.9	83.5	83.5	89.0	86.2	81.8	83.97	85.67	2.53	2.98
L-3	81.0	86.5	86.9	85.0	83.5	89.0	84.80	85.83	2.81	3.29
L-4	83.5	82.0	88.1	88.2	88.0	87.2	84.53	87.80	2.71	3.15
L-5	81.0	81.5	88.5	83.8	79.5	81.8	83.67	81.70	3.17	3.83
L-6	85.0	86.3	83.5	86.2	89.8	89.0	84.93	88.33	2.38	2.75
L-7	86.3	86.9	82.2	83.5	83.1	85.0	85.13	83.87	1.87	2.21
L-8	84.9	83.5	83.5	83.5	86.2	85.0	83.97	84.90	1.12	1.33
L-9	87.0	89.0	88.5	87.2	86.2	86.0	88.17	86.47	1.21	1.39
L-10	83.5	83.5	81.5	83.8	83.5	83.5	82.83	83.60	0.85	1.02
L-11	86.5	85.0	87.0	87.0	86.7	86.2	86.17	86.63	0.75	0.87
L-12	88.5	83.5	81.0	83.8	86.0	87.2	84.33	85.67	2.75	3.23
L-13	81.7	84.9	87.2	79.5	81.8	83.8	84.60	81.70	2.73	3.28
L-14	83.5	81.0	81.5	89.8	89.0	81.0	82.00	86.60	4.06	4.82
<b>Promedio</b>							<b>84.51</b>	<b>85.19</b>	<b>2.22</b>	<b>2.62</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>84.85 mm</b>		<b>0.0262</b>	

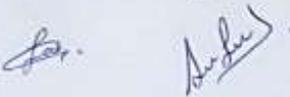
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

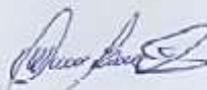
	<b>ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> NORMA: NTP 399.604
---	--

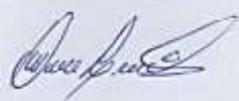
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b>	6 horas

<b>ALTO DE LAS UNIDADES 1F-n DE CEMENTO</b>	
---	---

Especímen N°	Ancho (mm)						Resultados de unidad			
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom			
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.	$\sigma$	V (%)
1F-1	87.8	87.0	83.3	86.5	88.5	87.2	86.03	87.40	1.81	2.09
1F-2	83.0	84.2	84.0	82.4	83.2	84.2	83.73	83.27	0.75	0.89
1F-3	82.6	85.5	84.0	86.5	85.0	82.8	84.03	84.77	1.55	1.83
1F-4	82.5	82.6	82.1	83.1	83.1	83.1	82.40	83.10	0.42	0.51
1F-5	84.9	86.9	83.3	84.2	82.4	82.2	85.03	82.93	1.76	2.10
1F-6	84.0	87.8	87.0	88.5	87.2	85.0	86.27	86.90	1.73	1.99
1F-7	85.5	83.0	84.2	83.2	84.2	84.1	84.23	83.83	0.89	1.06
1F-8	84.2	85.5	84.2	84.9	85.0	83.2	84.63	84.37	0.81	0.96
1F-9	84.0	83.0	84.9	85.0	84.9	82.4	83.97	84.10	1.11	1.32
1F-10	87.8	83.0	84.0	83.2	86.5	82.8	84.93	84.17	2.10	2.48
1F-11	83.0	82.6	82.1	85.0	82.4	83.1	82.57	83.50	1.03	1.24
1F-12	87.0	86.9	85.0	85.0	87.0	86.5	86.30	86.17	0.97	1.13
1F-13	83.0	84.2	82.6	83.2	86.5	84.9	83.27	84.87	1.46	1.74
1F-14	83.3	83.3	84.5	82.2	82.4	82.8	83.70	82.47	0.83	1.00
1F-15	84.0	83.0	83.3	82.8	84.2	83.2	83.43	83.40	0.56	0.67
<b>Promedio</b>							<b>84.30</b>	<b>84.35</b>	<b>1.18</b>	<b>1.40</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>84.33 mm</b>		<b>0.0141</b>	

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

UPN		ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES								
UPN		ENSAYO DE MEDICIÓN DE DIMENSIONES								
UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		VARIACIÓN DIMENSIONAL								
		NORMA: NTP 399.604								
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL				FECHA: 10/11/2022				
		SALINAS LUJAN, LUIS IVAN				HORAS DE TRABAJO: 6 horas				
ALTO DE LAS UNIDADES 3F-n DE CEMENTO										
Especimen N°	Ancho (mm)						Resultados de unidad			
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom			
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.	$\sigma$	V (%)
3F-1	84.2	87.8	84.0	86.0	90.0	89.0	85.33	88.33	2.50	2.88
3F-2	87.0	84.0	86.0	88.5	83.0	83.8	85.67	85.10	2.14	2.50
3F-3	88.0	88.5	86.2	83.0	88.5	85.1	87.57	85.53	2.22	2.56
3F-4	86.0	83.5	84.2	84.9	83.0	87.0	84.57	84.97	1.52	1.79
3F-5	87.1	86.0	83.5	83.8	83.1	84.9	85.53	83.93	1.57	1.85
3F-6	87.7	87.8	84.0	85.1	87.1	88.0	86.50	86.73	1.67	1.92
3F-7	83.5	84.0	86.0	89.0	86.2	84.9	84.50	86.70	1.98	2.31
3F-8	88.0	88.5	86.2	91.0	90.0	89.0	87.57	90.00	1.66	1.87
3F-9	85.0	86.0	88.0	84.9	83.0	82.7	86.33	83.53	1.96	2.31
3F-10	90.0	84.2	87.5	86.0	88.5	88.5	87.23	87.67	2.07	2.36
3F-11	84.1	83.5	84.0	84.9	83.0	87.0	83.87	84.97	1.42	1.68
3F-12	84.2	86.0	84.2	86.2	83.1	84.9	84.80	84.73	1.18	1.40
3F-13	86.0	87.1	86.0	84.9	84.2	82.7	86.37	83.93	1.56	1.84
3F-14	88.0	87.0	85.0	83.8	86.2	83.1	86.67	84.37	1.89	2.21
3F-15	84.2	88.5	86.2	87.1	85.1	85.1	86.30	85.77	1.57	1.83
<b>Promedio</b>							<b>85.92</b>	<b>85.75</b>	<b>1.79</b>	<b>2.09</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>85.84 mm</b>		<b>0.0209</b>	
<b>APROBADO POR:</b>										
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

		<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES</b> <b>VARIACIÓN DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>								
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022								
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN				<b>FECHA:</b> 10/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas				
ALTO DE LAS UNIDADES 1P-n DE CEMENTO										
Especimen Nº	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom			
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.	$\sigma$	V (%)
1P-1	82.5	83.0	81.5	84.2	83.9	86.1	82.33	84.73	1.59	1.90
1P-2	84.2	79.3	81.1	86.2	86.2	84.2	81.53	85.53	2.79	3.34
1P-3	88.0	85.9	85.9	86.2	84.9	86.2	86.60	85.77	1.01	1.17
1P-4	88.2	81.1	81.1	86.0	84.1	84.2	83.47	84.77	2.77	3.30
1P-5	81.6	81.5	84.2	83.9	86.0	87.0	82.43	85.63	2.24	2.66
1P-6	83.0	83.0	84.0	82.1	86.0	83.2	83.33	83.77	1.34	1.61
1P-7	79.3	80.0	79.2	80.0	83.8	86.0	79.50	83.27	2.83	3.48
1P-8	85.9	82.5	83.0	86.1	87.0	86.2	83.80	86.43	1.88	2.21
1P-9	81.1	84.2	88.0	84.2	84.2	83.9	84.43	84.10	2.20	2.61
1P-10	81.1	81.5	88.2	84.2	84.9	86.2	83.60	85.10	2.73	3.24
1P-11	83.0	86.0	82.5	87.0	83.2	83.2	83.83	84.47	1.87	2.22
1P-12	82.5	81.6	81.5	86.2	86.2	84.1	81.87	85.50	2.16	2.58
1P-13	84.2	85.9	86.0	84.9	86.1	86.0	85.37	85.67	0.78	0.92
1P-14	88.0	81.1	81.1	83.2	84.2	83.9	83.40	83.77	2.55	3.05
1P-15	88.2	83.0	82.5	87.0	87.0	88.0	84.57	87.33	2.53	2.95
<b>Promedio</b>							<b>83.34</b>	<b>85.06</b>	<b>2.08</b>	<b>2.48</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>84.20 mm</b>		<b>0.0248</b>	
<b>APROBADO POR:</b>										
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>			
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John			
										

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACION DIMENSIONAL</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>
---	---

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL		<b>FECHA:</b> 10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas



Especimen Nº	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom		$\sigma$	V (%)
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.		
2P-1	84.8	84.9	83.5	87.3	86.0	83.5	84.40	85.60	1.47	1.73
2P-2	84.8	87.2	85.8	90.0	89.5	85.0	85.93	88.17	2.26	2.60
2P-3	84.5	84.5	88.5	86.0	90.0	89.0	85.83	88.33	2.40	2.75
2P-4	86.0	88.0	84.5	85.0	89.5	83.5	86.17	86.00	2.27	2.63
2P-5	84.8	85.0	85.3	86.1	83.5	83.5	85.03	84.37	1.03	1.22
2P-6	88.0	87.2	86.0	87.3	87.8	85.0	87.07	86.70	1.16	1.33
2P-7	87.0	84.9	84.8	87.8	83.5	85.0	85.57	85.43	1.59	1.86
2P-8	84.9	85.3	84.4	80.5	87.7	87.0	84.87	85.07	2.53	2.98
2P-9	86.0	86.0	88.0	87.3	85.0	83.5	86.67	85.27	1.61	1.87
2P-10	85.0	84.8	87.0	85.0	86.1	87.8	85.60	86.30	1.24	1.44
2P-11	84.9	84.5	84.4	89.0	86.1	83.5	84.60	86.20	1.96	2.29
2P-12	81.5	83.5	82.0	83.5	83.0	81.9	82.33	82.80	0.88	1.06
2P-13	83.5	84.8	84.8	83.5	86.1	87.3	84.37	85.63	1.49	1.75
2P-14	85.8	88.0	84.5	83.5	80.5	87.7	86.10	83.90	2.82	3.31
2P-15	85.0	85.8	88.0	85.0	86.0	83.5	86.27	84.83	1.49	1.74
<b>Promedio</b>							<b>85.39</b>	<b>85.64</b>	<b>1.74</b>	<b>2.04</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>85.51 mm</b>		<b>0.0204</b>	

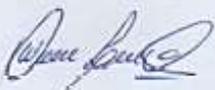
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE MEDICION DE DIMENSIONES VARIACIÓN DIMENSIONAL</b>
	NORMA: NTP 399.604

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 10/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 6 horas



Especímen N°	Ancho (mm)								Resultados de unidad	
	Cara derecha			Cara izquierda			Hprom		$\sigma$	V (%)
	H1	H2	H3	H4	H5	H6	Cara der.	Cara izq.		
3P-1	84.1	84.1	85.2	89.0	89.1	86.1	84.47	88.07	2.28	2.65
3P-2	88.0	86.5	84.2	85.2	86.5	85.0	86.23	85.57	1.37	1.59
3P-3	87.5	84.9	86.9	84.9	91.0	92.0	86.43	89.30	3.02	3.44
3P-4	85.2	84.2	86.5	86.0	87.0	84.3	85.30	85.77	1.16	1.35
3P-5	86.2	87.1	85.9	87.0	86.3	85.0	86.40	86.10	0.77	0.89
3P-6	86.5	84.2	84.2	85.2	86.0	86.2	84.97	85.80	1.01	1.19
3P-7	86.5	86.5	91.8	86.0	87.0	85.2	88.27	86.07	2.35	2.70
3P-8	84.2	84.3	86.5	86.5	86.2	87.0	85.00	86.57	1.22	1.42
3P-9	91.8	92.0	90.5	86.0	86.0	85.2	91.43	85.73	3.18	3.59
3P-10	86.5	84.2	86.5	89.0	89.1	83.8	85.73	87.30	2.26	2.61
3P-11	88.0	86.5	85.2	85.0	82.5	83.8	86.57	83.77	1.94	2.28
3P-12	87.5	88.9	92.2	86.2	86.0	89.0	89.53	87.07	2.30	2.60
3P-13	84.2	86.5	84.2	86.0	86.5	85.0	84.97	85.83	1.08	1.26
3P-14	86.2	86.5	85.9	89.1	86.0	86.2	86.20	87.10	1.22	1.41
3P-15	88.0	88.9	86.2	83.8	84.3	82.5	87.70	83.53	2.51	2.93
<b>Promedio</b>							<b>86.61</b>	<b>86.24</b>	<b>1.84</b>	<b>2.13</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>86.43 mm</b>		<b>0.0213</b>	

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

**Anexo N° 3.3: Ensayo de Alabeo en los ladrillos de concreto y de arcilla**

**Figura 62**  
*Ensayo de alabeo realizado*

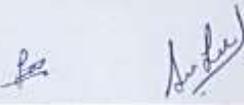
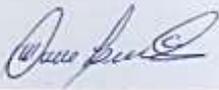


	<b>ENSAYO DE ALABEO</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL		<b>FECHA:</b> 29/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas

<b>ALABEO EN LAS UNIDADES ARTESANALES DE ARCILLA</b>	
--	---

Especimen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
A-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A-7	0.0	0.0	1.1	1.1	6.2	5.5	0.55	5.85	2.79	120.41
A-8	0.2	0.4	1.5	1.0	8.5	8.4	0.78	8.45	3.99	119.69
A-9	0.0	1.2	0.5	0.0	3.9	4.8	0.43	4.35	2.09	120.78
A-10	1.5	0.5	0.2	0.4	3.5	1.0	0.65	2.25	1.23	103.83
A-11	0.2	0.0	0.2	0.1	2.1	2.8	0.13	2.45	1.22	135.90
A-12	2.9	0.4	0.0	0.6	4.0	3.8	0.98	3.90	1.82	93.31
<b>Promedio</b>							<b>0.58</b>	<b>4.54</b>	<b>2.19</b>	<b>115.66</b>
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>2.56 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.8549</b>			

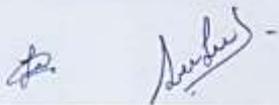
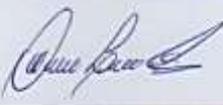
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE ALABEO</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas	



Especimen N°	Cara superior (mm)		Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
I-1	-	-	-	-	-	-	-	-
I-2	-	-	-	-	-	-	-	-
I-3	-	-	-	-	-	-	-	-
I-4	-	-	-	-	-	-	-	-
I-5	-	-	-	-	-	-	-	-
I-6	-	-	-	-	-	-	-	-
I-7	0.4	0.5	0.2	0.5	0.45	0.35	0.14	35.36
I-8	1.0	0.7	0.6	1.1	0.85	0.85	0.24	28.01
I-9	0.7	0.0	2.0	1.5	0.35	1.75	0.88	83.93
I-10	1.6	1.8	1.1	0.5	1.70	0.80	0.58	46.42
I-11	1.4	1.0	0.6	0.2	1.20	0.40	0.52	64.55
I-12	0.9	1.1	0.2	0.0	1.00	0.10	0.53	96.78
<b>Promedio</b>					<b>0.93</b>	<b>0.71</b>	<b>0.48</b>	<b>59.17</b>
					<b>0.82 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.5897</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<p><b>ENSAYO DE ALABEO</b></p> <p>NORMA: NTP 399.613</p>																																																																																																																																																																																																																										
<p><b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022</p>																																																																																																																																																																																																																											
<p><b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN</p>																																																																																																																																																																																																																											
<p><b>FECHA:</b> 29/11/2022</p> <p><b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas</p>																																																																																																																																																																																																																											
<p><b>ALABEO EN LAS UNIDADES LS-II DE CEMENTO</b></p>																																																																																																																																																																																																																											
																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Especimen N°</th> <th colspan="4">Cara superior (mm)</th> <th colspan="2">Cara inferior (mm)</th> <th colspan="2">Alabeo prom (mm)</th> <th colspan="2">Resultados de unidad</th> </tr> <tr> <th>D1</th> <th>D2</th> <th>D3</th> <th>D4</th> <th>D5</th> <th>D6</th> <th>Cara sup.</th> <th>Cara inf.</th> <th><math>\sigma</math></th> <th>V (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>LS-1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-6</td><td>4.9</td><td>0.5</td><td>4.8</td><td>2.9</td><td>5.5</td><td>4.9</td><td>3.28</td><td>5.20</td><td>1.89</td><td>48.35</td></tr> <tr><td>LS-7</td><td>1.0</td><td>0.9</td><td>0.0</td><td>0.0</td><td>3.8</td><td>1.9</td><td>0.48</td><td>2.85</td><td>1.43</td><td>112.94</td></tr> <tr><td>LS-8</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-9</td><td>4.2</td><td>3.0</td><td>0.8</td><td>0.5</td><td>6.5</td><td>2.8</td><td>2.13</td><td>4.65</td><td>2.23</td><td>75.09</td></tr> <tr><td>LS-10</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-11</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-12</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-13</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-14</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>LS-15</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"><b>Promedio</b></td> <td style="text-align: center;">1.96</td> <td style="text-align: center;">4.23</td> <td style="text-align: center;">1.85</td> <td style="text-align: center;">78.79</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"><b>Coefficiente de variación</b></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">3.10 mm</td> </tr> <tr> <td colspan="7" style="text-align: center;"><b>Coefficiente de variación</b></td> <td colspan="4" style="text-align: center;">0.5978</td> </tr> </tbody> </table>	Especimen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad		D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	LS-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-6	4.9	0.5	4.8	2.9	5.5	4.9	3.28	5.20	1.89	48.35	LS-7	1.0	0.9	0.0	0.0	3.8	1.9	0.48	2.85	1.43	112.94	LS-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-9	4.2	3.0	0.8	0.5	6.5	2.8	2.13	4.65	2.23	75.09	LS-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	LS-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<b>Promedio</b>							1.96	4.23	1.85	78.79	<b>Coefficiente de variación</b>							3.10 mm				<b>Coefficiente de variación</b>							0.5978			
Especimen N°		Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad																																																																																																																																																																																																																	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)																																																																																																																																																																																																																	
LS-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-6	4.9	0.5	4.8	2.9	5.5	4.9	3.28	5.20	1.89	48.35																																																																																																																																																																																																																	
LS-7	1.0	0.9	0.0	0.0	3.8	1.9	0.48	2.85	1.43	112.94																																																																																																																																																																																																																	
LS-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-9	4.2	3.0	0.8	0.5	6.5	2.8	2.13	4.65	2.23	75.09																																																																																																																																																																																																																	
LS-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
LS-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																																																																																																																																																																																																																	
<b>Promedio</b>							1.96	4.23	1.85	78.79																																																																																																																																																																																																																	
<b>Coefficiente de variación</b>							3.10 mm																																																																																																																																																																																																																				
<b>Coefficiente de variación</b>							0.5978																																																																																																																																																																																																																				
<p><b>APROBADO POR:</b></p>																																																																																																																																																																																																																											
<p><b>ASESOR</b></p> <p>AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry</p>	<p><b>INVESTIGADORES</b></p> <p>NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan</p>	<p><b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b></p> <p>LEONARDO CARRASCO, Wesley John</p>																																																																																																																																																																																																																									
																																																																																																																																																																																																																											

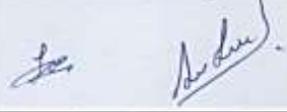
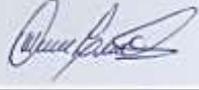
	<b>ENSAYO DE ALABEO</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	29/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b>	4 horas

ALABEO EN LAS UNIDADES L-II DE CEMENTO	
--	---

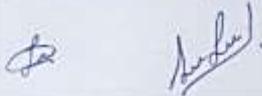
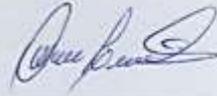
Especimen Nº	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
L-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-8	1.5	3.5	0.9	0.8	3.9	2.9	1.68	3.40	1.36	60.27
L-9	1.0	1.0	1.0	0.0	2.9	2.1	0.75	2.50	1.02	76.14
L-10	1.0	2.1	0.8	1.5	3.2	3.5	1.35	3.35	1.13	56.05
L-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
L-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>							<b>1.26</b>	<b>3.08</b>	<b>1.17</b>	<b>64.15</b>
							<b>2.17 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.5377</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

		<b>ENSAYO DE ALABEO</b> <small>NORMA: NTP 399.613</small>									
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022									
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas			
<b>ALABEO EN LAS UNIDADES 1F-II DE CEMENTO</b>											
Especimen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad		
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
1F-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-6	2.0	2.5	1.0	1.0	3.0	2.9	1.63	2.95	0.90	43.46	
1F-7	1.5	1.0	1.2	1.0	4.0	3.5	1.18	3.75	1.35	66.47	
1F-8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-9	1.0	1.0	1.0	1.0	4.5	3.0	1.00	3.75	1.50	78.12	
1F-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1F-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Promedio</b>							1.27	3.48	1.25	62.68	
							2.38 mm				
<b>Coefficiente de variación</b>							0.5259				
<b>APROBADO POR:</b>											
<b>ASESOR</b>			<b>INVESTIGADORES</b>				<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>				
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry			NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan				LEONARDO CARRASCO, Wesley John				
											

	<b>ENSAYO DE ALABEO</b> NORMA: NTP 399.613					
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022						
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN						
<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas						
<b>ALABEO EN LAS UNIDADES 2F-n DE CEMENTO</b>						
						
<b>Espécimen N°</b>	<b>Cara superior (mm)</b>	<b>Cara inferior (mm)</b>	<b>Alabeo prom (mm)</b>	<b>Resultados de unidad</b>		
	D1    D2    D3    D4	D5    D6	Cara sup.    Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
2F-1	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-2	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-3	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-4	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-5	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-6	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-7	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-8	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-9	3.0    1.5    1.5    1.0	3.0    2.0	1.75    2.50	0.84	41.83	
2F-10	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-11	2.0    2.0    1.0    1.0	4.0    4.0	1.50    4.00	1.37	58.55	
2F-12	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-13	1.0    2.0    1.5    1.0	2.5    2.0	1.38    2.25	0.61	36.33	
2F-14	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
2F-15	-    -    -    -	-    -	-    -	-    -	-    -	
<b>Promedio</b>			1.54	2.92	0.94	45.57
			2.23 mm			
<b>Coefficiente de variación</b>			0.4200			

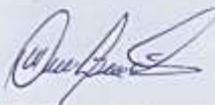
APROBADO POR:		
<b>ASESOR</b> AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	<b>INVESTIGADORES</b> NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b> LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

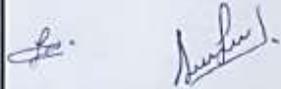
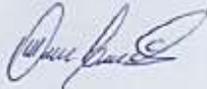
	<b>ENSAYO DE ALABEO</b> NORMA: NTP 399.613
---	---

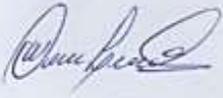
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas	

<b>ALABEO EN LAS UNIDADES 3F-n DE CEMENTO</b>	
---	---

Especímen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad		
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)	
3F-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-6	1.0	1.0	1.5	1.0	5.0	5.0	1.13	5.00	2.01	83.19	
3F-7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-8	2.5	3.0	1.0	2.0	4.0	5.0	2.13	4.50	1.43	48.99	
3F-9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-10	1.0	3.0	2.0	1.0	4.0	3.5	1.75	3.75	1.28	53.02	
3F-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
3F-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>Promedio</b>							<b>1.67</b>	<b>4.42</b>	<b>1.57</b>	<b>61.73</b>	
							<b>3.04 mm</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.5173</b>				

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE ALABEO</b> <small>NORMA: NTP 399.613</small>			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022				
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN				
<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas				
<b>ALABEO EN LAS UNIDADES IP-n DE CEMENTO</b>				
				
<b>Espécimen N°</b>	<b>Cara superior (mm)</b> D1 D2 D3 D4	<b>Cara inferior (mm)</b> D5 D6	<b>Alabeo prom (mm)</b> Cara sup. Cara inf.	<b>Resultados de unidad</b> $\sigma$ V (%)
1P-1	- - - -	- -	- -	- -
1P-2	- - - -	- -	- -	- -
1P-3	- - - -	- -	- -	- -
1P-4	- - - -	- -	- -	- -
1P-5	- - - -	- -	- -	- -
1P-6	1.0 1.0 2.0 1.1	2.0 3.9	1.28 2.95	1.12 61.00
1P-7	3.0 3.0 2.0 2.5	3.0 2.0	2.63 2.50	0.49 19.03
1P-8	- - - -	- -	- -	- -
1P-9	1.2 1.5 1.0 1.0	6.5 5.0	1.18 5.75	2.42 89.50
1P-10	- - - -	- -	- -	- -
1P-11	- - - -	- -	- -	- -
1P-12	- - - -	- -	- -	- -
1P-13	- - - -	- -	- -	- -
1P-14	- - - -	- -	- -	- -
1P-15	- - - -	- -	- -	- -
<b>Promedio</b>			1.69 3.73	1.34 56.51
			2.71 mm	
<b>Coefficiente de variación</b>			0.4948	
<b>APROBADO POR:</b>				
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>		<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>	
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan		LEONARDO CARRASCO, Wesley John	
				

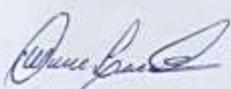
	<p><b>ENSAYO DE ALABEO</b></p> <p>NORMA: NTP 399.613</p>				
<p><b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022</p>					
<p><b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN</p>					
<p><b>FECHA:</b> 29/11/2022</p>					
<p><b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas</p>					
<p><b>ALABEO EN LAS UNIDADES 2P-n DE CEMENTO</b></p>					
					
<p><b>Espécimen N°</b></p>	<p><b>Cara superior (mm)</b></p>	<p><b>Cara inferior (mm)</b></p>	<p><b>Alabeo prom (mm)</b></p>	<p><b>Resultados de unidad</b></p>	
	<p>D1    D2    D3    D4</p>	<p>D5    D6</p>	<p>Cara sup.    Cara inf.</p>	<p><math>\sigma</math></p>	<p>V (%)</p>
2P-1	-	-	-	-	-
2P-2	-	-	-	-	-
2P-3	-	-	-	-	-
2P-4	-	-	-	-	-
2P-5	-	-	-	-	-
2P-6	1.0	1.0	1.0	1.0	3.5    4.0
2P-7	-	-	-	-	-
2P-8	2.0	2.0	2.0	3.0	3.0    3.0
2P-9	-	-	-	-	-
2P-10	1.0	3.0	2.0	1.0	2.0    2.0
2P-11	-	-	-	-	-
2P-12	-	-	-	-	-
2P-13	-	-	-	-	-
2P-14	-	-	-	-	-
2P-15	-	-	-	-	-
<p><b>Promedio</b></p>			<p>1.67    2.92</p>	<p>0.91    45.84</p>	
			<p><b>2.29 mm</b></p>		
<p><b>Coefficiente de variación</b></p>			<p><b>0.3970</b></p>		
<p><b>APROBADO POR:</b></p>					
<p><b>ASESOR</b></p>	<p><b>INVESTIGADORES</b></p>		<p><b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b></p>		
<p>AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry</p>	<p>NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan</p>		<p>LEONARDO CARRASCO, Wesley John</p>		
					

	<b>ENSAYO DE ALABEO</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 4 horas	

<b>ALABEO EN LAS UNIDADES 3P-h DE CEMENTO</b>	
---	---

Especimen N°	Cara superior (mm)				Cara inferior (mm)		Alabeo prom (mm)		Resultados de unidad	
	D1	D2	D3	D4	D5	D6	Cara sup.	Cara inf.	$\sigma$	V (%)
3P-1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-7	4.1	1.5	4.0	4.0	3.1	4.1	3.40	3.60	1.04	29.90
3P-8	1.5	1.5	0.5	2.1	3.5	4.0	1.40	3.75	1.33	60.79
3P-9	2.1	2.1	1.1	2.3	4.0	4.0	1.90	4.00	1.16	44.72
3P-10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3P-15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Promedio</b>							<b>2.23</b>	<b>3.78</b>	<b>1.18</b>	<b>45.14</b>
							<b>3.01 mm</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>							<b>0.3908</b>			

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

**Anexo N° 3.4: Ensayo de Succión en los ladrillos de cemento y de arcilla**

**Figura 63**

*Ensayo de succión realizado para los ladrillos de concreto, de arcilla artesanales e industriales*

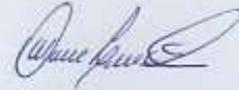


	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	

<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES ARTESANALES DE ARCILLA</b>	
---	---

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
A-1	-	-	-	-	-
A-2	-	-	-	-	-
A-3	-	-	-	-	-
A-4	-	-	-	-	-
A-5	-	-	-	-	-
A-6	-	-	-	-	-
A-7	3480	3556	76	257.6	0.29
A-8	3540	3607	67	257.4	0.26
A-9	3518	3593	75	257.3	0.29
A-10	3526	3598	72	263.1	0.27
A-11	3456	3552	96	259.9	0.37
A-12	3496	3582	86	255.3	0.34
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.30</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.04</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.13</b>

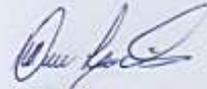
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

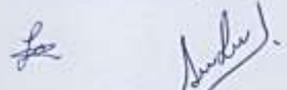
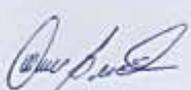
	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.613

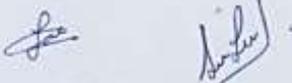
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	



Especimen N°	Peso seco (g)	Peso mojado y secado (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
I-1	-	-	-	-	-
I-2	-	-	-	-	-
I-3	-	-	-	-	-
I-4	-	-	-	-	-
I-5	-	-	-	-	-
I-6	-	-	-	-	-
I-7	2932	2956	24	197.64	0.12
I-8	2892	2914	22	194.18	0.11
I-9	2924	2943	19	200.39	0.09
I-10	2908	2928	20	198.54	0.10
I-11	2912	2934	22	198.36	0.11
I-12	2910	2932	22	199.10	0.11
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.11</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.09</b>

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO DE SUCCIÓN			
		NORMA: NTP 399.604			
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022			
INVESTIGADORES:		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	FECHA: 29/11/2022		HORAS DE TRABAJO: 3 horas
SUCCIÓN DE LAS UNIDADES LS-n DE CEMENTO					
Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
LS-1	-	-	-	-	-
LS-2	-	-	-	-	-
LS-3	-	-	-	-	-
LS-4	-	-	-	-	-
LS-5	-	-	-	-	-
LS-6	-	-	-	-	-
LS-7	-	-	-	-	-
LS-8	-	-	-	-	-
LS-9	-	-	-	-	-
LS-10	-	-	-	-	-
LS-11	4086	4118	32	264.8	0.12
LS-12	4130	4173	43	268.2	0.16
LS-13	4037	4081	44	266.2	0.17
LS-14	3998	4051	53	261.9	0.20
LS-15	3940	3987	47	269.3	0.17
Promedio (g/cm <sup>2</sup> )					0.16
Desviación estándar					0.03
Coeficiente de variación					0.18
APROBADO POR:					
ASESOR	INVESTIGADORES		SUPERVISOR DE LABORATORIO		
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan		LEONARDO CARRASCO, Wesley John		
					

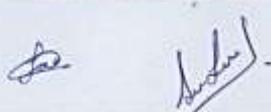
	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b>  NORMA: NTP 399.604				
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022					
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN					
<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas					
<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES L-II DE CEMENTO</b>					
					
Especimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
L-1	-	-	-	-	-
L-2	-	-	-	-	-
L-3	-	-	-	-	-
L-4	-	-	-	-	-
L-5	-	-	-	-	-
L-6	-	-	-	-	-
L-7	-	-	-	-	-
L-8	-	-	-	-	-
L-9	-	-	-	-	-
L-10	-	-	-	-	-
L-11	4470	4482	12	273.6	0.04
L-12	4340	4357	17	271.6	0.06
L-13	4295	4307	12	272.4	0.04
L-14	4354	4372	18	273.6	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.05</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.22</b>
<b>APROBADO POR:</b>					
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>		<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>		
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan		LEONARDO CARRASCO, Wesley John		
					

	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b> NORMA: NTP 399.604
---	--

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas

<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES 1F-B DE CEMENTO</b>	
--	---

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
1F-1	-	-	-	-	-
1F-2	-	-	-	-	-
1F-3	-	-	-	-	-
1F-4	-	-	-	-	-
1F-5	-	-	-	-	-
1F-6	-	-	-	-	-
1F-7	-	-	-	-	-
1F-8	-	-	-	-	-
1F-9	-	-	-	-	-
1F-10	-	-	-	-	-
1F-11	4185	4199	14	287.0	0.05
1F-12	4345	4359	14	277.6	0.05
1F-13	4521	4533	12	284.0	0.04
1F-14	4488	4499	11	278.0	0.04
1F-15	4148	4167	19	276.0	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.05</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.23</b>

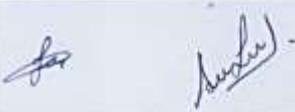
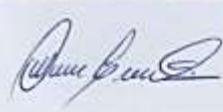
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

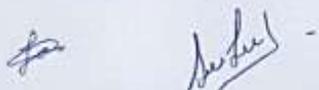
	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.604

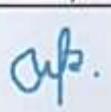
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas

<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES 2F-h DE CEMENTO</b>	
--	---

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm2)	Succión (g/cm2)
2F-1	-	-	-	-	-
2F-2	-	-	-	-	-
2F-3	-	-	-	-	-
2F-4	-	-	-	-	-
2F-5	-	-	-	-	-
2F-6	-	-	-	-	-
2F-7	-	-	-	-	-
2F-8	-	-	-	-	-
2F-9	-	-	-	-	-
2F-10	-	-	-	-	-
2F-13	4366	4386	20	272.9	0.07
2F-14	4414	4428	14	277.8	0.05
2F-15	4249	4265	16	275.8	0.06
2F-16	4528	4541	13	276.7	0.05
2F-17	4383	4405	22	272.8	0.08
<b>Promedio (g/cm2)</b>					<b>0.06</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.24</b>

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b> NORMA: NTP 399.604				
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022					
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN					
<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas					
<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES 3F-n DE CEMENTO</b>					
					
<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso antes de la inmersión (g)</b>	<b>Peso después de la inmersión (g)</b>	<b>Peso de agua absorbida (g)</b>	<b>Área de contacto con el agua (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Succión (g/cm<sup>2</sup>)</b>
3F-1	-	-	-	-	-
3F-2	-	-	-	-	-
3F-3	-	-	-	-	-
3F-4	-	-	-	-	-
3F-5	-	-	-	-	-
3F-6	-	-	-	-	-
3F-7	-	-	-	-	-
3F-8	-	-	-	-	-
3F-9	-	-	-	-	-
3F-10	-	-	-	-	-
3F-11	4175	4195	20	277.1	0.07
3F-12	4001	4024	23	277.8	0.08
3F-13	4200	4219	19	277.5	0.07
3F-14	4246	4267	21	276.7	0.08
3F-15	4191	4210	19	276.1	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.01</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.08</b>
<b>APROBADO POR:</b>					
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>		<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>		
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan		LEONARDO CARRASCO, Wesley John		
					

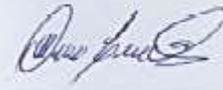
	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b> NORMA: NTP 399.604																																																																																																																	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022																																																																																																																		
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN																																																																																																																		
<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas																																																																																																																		
<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES 1P-n DE CEMENTO</b>																																																																																																																		
																																																																																																																		
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Especimen N°</th> <th style="width: 15%;">Peso antes de la inmersión (g)</th> <th style="width: 15%;">Peso después de la inmersión (g)</th> <th style="width: 15%;">Peso de agua absorbida (g)</th> <th style="width: 15%;">Área de contacto con el agua (cm<sup>2</sup>)</th> <th style="width: 10%;">Succión (g/cm<sup>2</sup>)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1P-1</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-4</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-5</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-6</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-7</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-8</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-9</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-10</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr><td>1P-11</td><td>4230</td><td>4246</td><td>16</td><td>267.4</td><td>0.06</td></tr> <tr><td>1P-12</td><td>4185</td><td>4203</td><td>18</td><td>267.2</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>1P-13</td><td>4323</td><td>4335</td><td>12</td><td>269.3</td><td>0.04</td></tr> <tr><td>1P-14</td><td>4137</td><td>4156</td><td>19</td><td>270.9</td><td>0.07</td></tr> <tr><td>1P-15</td><td>4301</td><td>4329</td><td>28</td><td>265.0</td><td>0.11</td></tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.07</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Desviación estándar</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.02</b></td> </tr> <tr> <td colspan="5" style="text-align: center;"><b>Coefficiente de variación</b></td> <td style="text-align: center;"><b>0.32</b></td> </tr> </tbody> </table>	Especimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )	1P-1	-	-	-	-	-	1P-2	-	-	-	-	-	1P-3	-	-	-	-	-	1P-4	-	-	-	-	-	1P-5	-	-	-	-	-	1P-6	-	-	-	-	-	1P-7	-	-	-	-	-	1P-8	-	-	-	-	-	1P-9	-	-	-	-	-	1P-10	-	-	-	-	-	1P-11	4230	4246	16	267.4	0.06	1P-12	4185	4203	18	267.2	0.07	1P-13	4323	4335	12	269.3	0.04	1P-14	4137	4156	19	270.9	0.07	1P-15	4301	4329	28	265.0	0.11	<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>	<b>Desviación estándar</b>					<b>0.02</b>	<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.32</b>
Especimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )																																																																																																													
1P-1	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-2	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-3	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-4	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-5	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-6	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-7	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-8	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-9	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-10	-	-	-	-	-																																																																																																													
1P-11	4230	4246	16	267.4	0.06																																																																																																													
1P-12	4185	4203	18	267.2	0.07																																																																																																													
1P-13	4323	4335	12	269.3	0.04																																																																																																													
1P-14	4137	4156	19	270.9	0.07																																																																																																													
1P-15	4301	4329	28	265.0	0.11																																																																																																													
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>																																																																																																													
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.02</b>																																																																																																													
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.32</b>																																																																																																													
<b>APROBADO POR:</b>																																																																																																																		
<b>ASESOR</b> AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	<b>INVESTIGADORES</b> NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b> LEONARDO CARRASCO, Wesley John																																																																																																																
																																																																																																																		

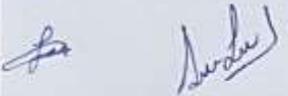
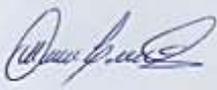
	<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.604

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas

<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES 2P-11 DE CEMENTO</b>	
---	---

Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
2P-1	-	-	-	-	-
2P-2	-	-	-	-	-
2P-3	-	-	-	-	-
2P-4	-	-	-	-	-
2P-5	-	-	-	-	-
2P-6	-	-	-	-	-
2P-7	-	-	-	-	-
2P-8	-	-	-	-	-
2P-9	-	-	-	-	-
2P-10	-	-	-	-	-
2P-11	4458	4486	28	268.6	0.10
2P-12	3996	4019	23	268.7	0.09
2P-13	4418	4450	32	273.7	0.12
2P-14	4342	4354	12	272.0	0.04
2P-15	4261	4280	19	265.6	0.07
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.08</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.34</b>

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

		<b>ENSAYO DE SUCCIÓN</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>			
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022			
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	
<b>SUCCIÓN DE LAS UNIDADES 3P-n DE CEMENTO</b>					
Espécimen N°	Peso antes de la inmersión (g)	Peso después de la inmersión (g)	Peso de agua absorbida (g)	Área de contacto con el agua (cm <sup>2</sup> )	Succión (g/cm <sup>2</sup> )
3P-1	-	-	-	-	-
3P-2	-	-	-	-	-
3P-3	-	-	-	-	-
3P-4	-	-	-	-	-
3P-5	-	-	-	-	-
3P-6	-	-	-	-	-
3P-7	-	-	-	-	-
3P-8	-	-	-	-	-
3P-9	-	-	-	-	-
3P-10	-	-	-	-	-
3P-11	4149	4166	17	274.8	0.06
3P-12	4129	4146	17	274.1	0.06
3P-13	3950	3981	31	273.4	0.11
3P-14	4198	4213	15	273.4	0.05
3P-15	4208	4221	13	270.9	0.05
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>					<b>0.07</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.03</b>
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>0.38</b>
APROBADO POR:					
ASESOR	INVESTIGADORES		SUPERVISOR DE LABORATORIO		
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan		LEONARDO CARRASCO, Wesley John		
					

**Anexo N° 3.5: Ensayo de Absorción en los ladrillos de cemento y de arcilla**

**Figura 64**

*Sumergido de los ladrillos de concreto y de arcilla durante 24 horas en agua*



**Figura 65**

*Ladrillos en el horno, y puestos en balanza, para encontrar sus respectivos pesos secos*

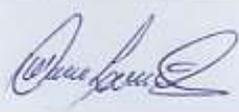


	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 15/12/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 2 días	

<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES ARTESANALES DE ARCILLA</b>	
---	---

Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
A-1	-	-	-
A-2	-	-	-
A-3	-	-	-
A-4	-	-	-
A-5	-	-	-
A-6	-	-	-
A-7	3480	3896	11.95
A-8	3540	3984	12.54
A-9	3518	3932	11.77
A-10	3526	3907	10.81
A-11	3456	3864	11.81
A-12	3496	3916	12.01
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>11.81</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.57</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.05</b>

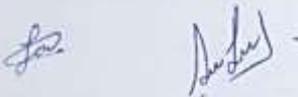
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

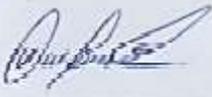
	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.613

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	29/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b>	3 horas

<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES INDUSTRIALES DE ARCILLA</b>	
--	---

Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
I-1	-	-	-
I-2	-	-	-
I-3	-	-	-
I-4	-	-	-
I-5	-	-	-
I-6	-	-	-
I-7	2932	3896	32.88
I-8	2892	3984	37.76
I-9	2924	3932	34.47
I-10	2908	3907	34.35
I-11	2912	3864	32.69
I-12	2910	3916	34.57
<b>Promedio (g/cm2)</b>			<b>34.45</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.82</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.05</b>

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

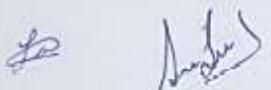
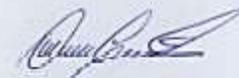
UPN UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE		ENSAYO DE ABSORCIÓN	
		NORMA: NTP 399.604	
NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
INVESTIGADORES:		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	FECHA: 29/11/2022
		SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	HORAS DE TRABAJO: 3 horas
<p>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES LS-n DE CEMENTO</p>			
Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
LS-1	-	-	-
LS-2	-	-	-
LS-3	-	-	-
LS-4	-	-	-
LS-5	-	-	-
LS-6	-	-	-
LS-7	-	-	-
LS-8	-	-	-
LS-9	-	-	-
LS-10	-	-	-
LS-11	4084	4423	8.30
LS-12	4128	4506	9.16
LS-13	3978	4359	9.58
LS-14	4016	4423	10.13
LS-15	3926	4312	9.83
Promedio (g/cm <sup>2</sup> )			9.40
Desviación estándar			0.71
Coeficiente de variación			0.08
APROBADO POR:			
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO	
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John	
			

	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.604

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	

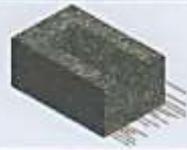
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES L-II DE CEMENTO</b>	
--	---

Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
L-1	-	-	-
L-2	-	-	-
L-3	-	-	-
L-4	-	-	-
L-5	-	-	-
L-6	-	-	-
L-7	-	-	-
L-8	-	-	-
L-9	-	-	-
L-10	-	-	-
L-11	4200	4614	9.86
L-12	4138	4573	10.51
L-13	4026	4466	10.93
L-14	4156	4574	10.06
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>10.34</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.48</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.05</b>

APROBADO POR:		
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.604

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	

<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES 1F-n DE CEMENTO</b>	
--	---

Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
1F-1	-	-	-
1F-2	-	-	-
1F-3	-	-	-
1F-4	-	-	-
1F-5	-	-	-
1F-6	-	-	-
1F-7	-	-	-
1F-8	-	-	-
1F-9	-	-	-
1F-10	-	-	-
1F-11	4082	4404	7.89
1F-12	4500	4638	3.07
1F-13	4460	4629	3.79
1F-14	4392	4624	5.28
1F-15	4332	4481	3.44
<b>Promedio (g/cm2)</b>			<b>4.69</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.97</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.42</b>

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>  NORMA: NTP 399.604		
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022			
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN			
<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas			
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES 2F-n DE CEMENTO</b>			
			
<b>Espécimen N°</b>	<b>Peso seco (g)</b>	<b>Peso saturado en agua fría (g)</b>	<b>Absorción (%)</b>
2F-1	-	-	-
2F-2	-	-	-
2F-3	-	-	-
2F-4	-	-	-
2F-5	-	-	-
2F-6	-	-	-
2F-7	-	-	-
2F-8	-	-	-
2F-9	-	-	-
2F-10	-	-	-
2F-13	4374	4621	5.65
2F-14	4142	4560	10.09
2F-15	4058	4421	8.95
2F-16	4374	4461	1.99
2F-17	4194	4586	9.35
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>7.20</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>3.38</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.47</b>
<b>APROBADO POR:</b>			
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>	
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John	
			

		<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b> <small>NORMA: NTP 399.604</small>	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022			
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES 3F-II DE CEMENTO</b>			
Especímen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
3F-1	-	-	-
3F-2	-	-	-
3F-3	-	-	-
3F-4	-	-	-
3F-5	-	-	-
3F-6	-	-	-
3F-7	-	-	-
3F-8	-	-	-
3F-9	-	-	-
3F-10	-	-	-
3F-11	4182	4482	7.17
3F-12	4226	4388	3.83
3F-13	4270	4444	4.07
3F-14	4246	4468	5.23
3F-15	4016	4395	9.44
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>5.95</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>2.35</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.40</b>
APROBADO POR:			
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO	
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John	
			

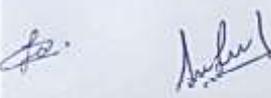
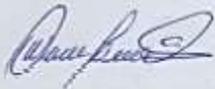
	<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>
	NORMA: NTP 399.604

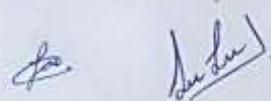
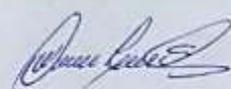
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 29/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	

<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES IP-n DE CEMENTO</b>	
--	---

Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
1P-1	-	-	-
1P-2	-	-	-
1P-3	-	-	-
1P-4	-	-	-
1P-5	-	-	-
1P-6	-	-	-
1P-7	-	-	-
1P-8	-	-	-
1P-9	-	-	-
1P-10	-	-	-
1P-11	4114	4389	6.68
1P-12	4006	4415	10.21
1P-13	4118	4480	8.79
1P-14	4104	4497	9.58
1P-15	4126	4614	11.83
<b>Promedio (g/cm2)</b>			<b>9.42</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.89</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.20</b>

APROBADO POR:		
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

		<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>	
		NORMA: NTP 399.604	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022			
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas	
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES 2P-II DE CEMENTO</b>			
Especimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
2P-1	-	-	-
2P-2	-	-	-
2P-3	-	-	-
2P-4	-	-	-
2P-5	-	-	-
2P-6	-	-	-
2P-7	-	-	-
2P-8	-	-	-
2P-9	-	-	-
2P-10	-	-	-
2P-11	4342	4682	7.83
2P-12	3948	4318	9.37
2P-13	4314	4598	6.58
2P-14	4126	4510	9.31
2P-15	4114	4535	10.23
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>8.67</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>1.45</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.17</b>
<b>APROBADO POR:</b>			
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>	
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John	
			

		<b>ENSAYO DE ABSORCIÓN</b>	
		NORMA: NTP 399.604	
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>		INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b>		NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>FECHA:</b> 29/11/2022 <b>HORAS DE TRABAJO:</b> 3 horas
<b>PORCENTAJE DE ABSORCIÓN DE LAS UNIDADES 3P-n DE CEMENTO</b>			
Espécimen N°	Peso seco (g)	Peso saturado en agua fría (g)	Absorción (%)
3P-1	-	-	-
3P-2	-	-	-
3P-3	-	-	-
3P-4	-	-	-
3P-5	-	-	-
3P-6	-	-	-
3P-7	-	-	-
3P-8	-	-	-
3P-9	-	-	-
3P-10	-	-	-
3P-11	4066	4355	7.11
3P-12	3924	4359	11.09
3P-13	4126	4338	5.14
3P-14	4118	4414	7.19
3P-15	4196	4384	4.48
<b>Promedio (g/cm<sup>2</sup>)</b>			<b>7.00</b>
<b>Desviación estándar</b>			<b>2.58</b>
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.37</b>
APROBADO POR:			
ASESOR	INVESTIGADORES		SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan		LEONARDO CARRASCO, Wesley John
			

**Anexo N° 3.6: Ensayo de Resistencia a la compresión en los ladrillos de cemento y de arcilla**

**Figura 66**  
*Refrentado de ladrillos de concreto y de arcilla*



**Figura 67**  
*Ladrillos puestos en prensa hidráulica*

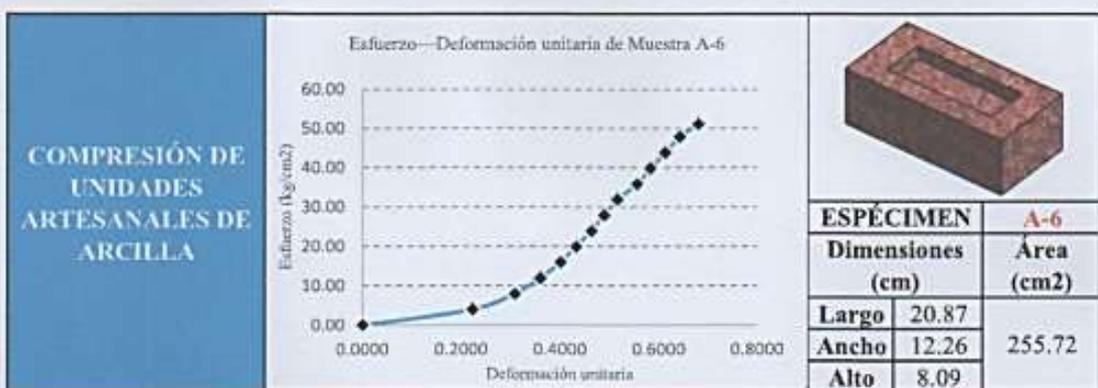


**Figura 68**  
*Ladrillos luego del ensayo de compresión*



**UPN** **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604

<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b> 30-31/11/2022	
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>TIEMPO DE TRABAJO:</b> 2 días	



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	3.99	1.80	0.2224
3	2039.40	7.98	2.50	0.3089
4	3059.10	11.96	2.92	0.3608
5	4078.80	15.95	3.25	0.4016
6	5098.50	19.94	3.50	0.4325
7	6118.20	23.93	3.75	0.4633
8	7137.90	27.91	3.96	0.4893
9	8157.60	31.90	4.18	0.5165
10	9177.30	35.89	4.50	0.5560
11	10197.00	39.88	4.72	0.5832
12	11216.70	43.86	4.96	0.6129
13	12236.40	47.85	5.20	0.6425
14	13082.75	51.16	5.50	0.6796
15				

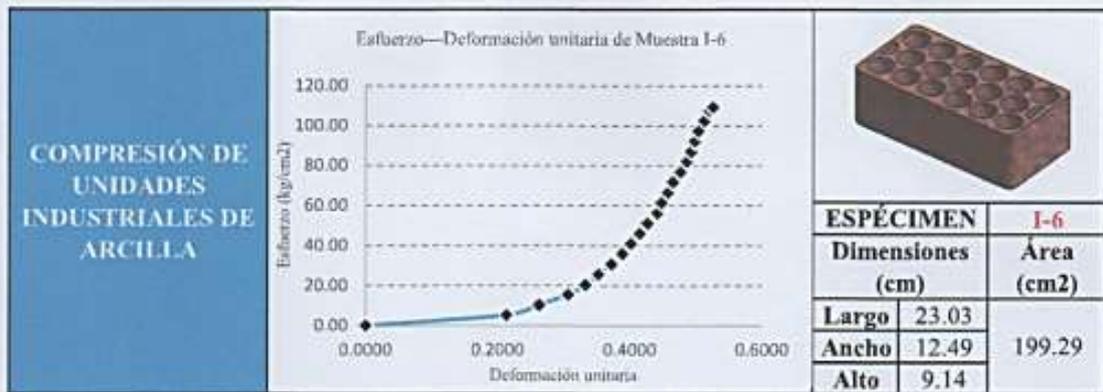
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

<b>Tiempo de ensayo</b>	0 min 39 seg
<b>Carga última (kg/cm²)</b>	51.16

APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPÁNQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
	 	

**UPN** **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604

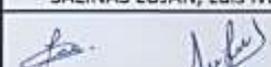
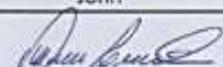
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b>	INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022		
<b>INVESTIGADORES:</b>	NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL	<b>FECHA:</b>	30-31/11/2022
	SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	<b>TIEMPO DE TRABAJO:</b>	2 días



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	5.12	1.95	0.2134
3	2039.40	10.23	2.40	0.2626
4	3059.10	15.35	2.80	0.3064
5	4078.80	20.47	3.04	0.3327
6	5098.50	25.58	3.22	0.3524
7	6118.20	30.70	3.40	0.3721
8	7137.90	35.82	3.55	0.3885
9	8157.60	40.93	3.67	0.4016
10	9177.30	46.05	3.79	0.4147
11	10197.00	51.17	3.90	0.4268
12	11216.70	56.28	4.03	0.4410
13	12236.40	61.40	4.09	0.4476
14	13256.10	66.52	4.18	0.4574
15	14275.80	71.63	4.25	0.4651

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
16	15295.50	76.75	4.35	0.4760
17	16315.20	81.87	4.44	0.4859
18	17334.90	86.98	4.50	0.4924
19	18354.60	92.10	4.55	0.4979
20	19374.30	97.22	4.60	0.5034
21	20394.00	102.33	4.68	0.5121
22	21413.70	107.45	4.75	0.5198
23	21750.20	109.14	4.80	0.5253
24				
25				

<b>Tiempo de ensayo</b>	0 min 43 seg
<b>Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	109.14

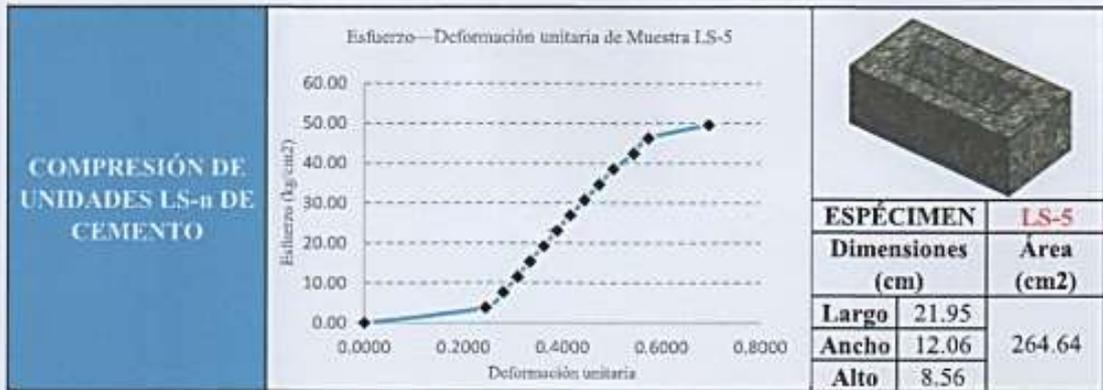
APROBADO POR:		
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

**UPN** **UNIVERSIDAD PRIVADA DEL NORTE**

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:** INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022

**INVESTIGADORES:** NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL      **FECHA:** 30-31/11/2022  
SALINAS LUJAN, LUIS IVAN      **TIEMPO DE TRABAJO:** 2 días



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	3.85	2.10	0.2454
3	2039.40	7.71	2.40	0.2804
4	3059.10	11.56	2.65	0.3096
5	4078.80	15.41	2.86	0.3342
6	5098.50	19.27	3.10	0.3622
7	6118.20	23.12	3.33	0.3891
8	7137.90	26.97	3.55	0.4148
9	8157.60	30.82	3.80	0.4440
10	9177.30	34.68	4.05	0.4732
11	10197.00	38.53	4.30	0.5024
12	11216.70	42.38	4.65	0.5433
13	12236.40	46.24	4.90	0.5725
14	13123.54	49.59	5.94	0.6941
15				

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				

**Tiempo de ensayo** 0 min 51 seg  
**Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)** 49.59

**APROBADO POR:**

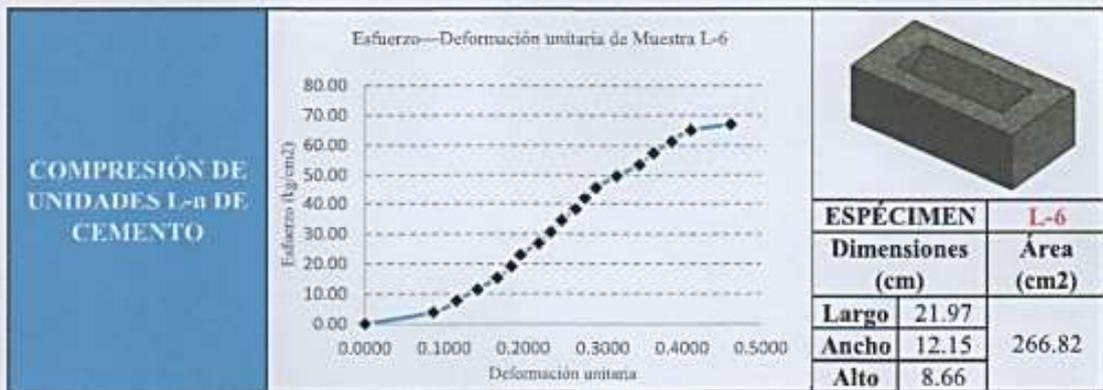
ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPÁNQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John

**UPN** **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:** INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN, TRUJILLO 2022

**INVESTIGADORES:** NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL  
SALINAS LUJAN, LUIS IVAN

**FECHA:** 30-31/11/2022  
**TIEMPO DE TRABAJO:** 2 días



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	3.82	0.75	0.0866
3	2039.40	7.64	1.00	0.1154
4	3059.10	11.46	1.23	0.1420
5	4078.80	15.29	1.45	0.1674
6	5098.50	19.11	1.60	0.1847
7	6118.20	22.93	1.70	0.1962
8	7137.90	26.75	1.90	0.2193
9	8157.60	30.57	2.03	0.2343
10	9177.30	34.39	2.15	0.2482
11	10197.00	38.22	2.30	0.2655
12	11216.70	42.04	2.40	0.2770
13	12236.40	45.86	2.52	0.2909
14	13256.10	49.68	2.75	0.3174
15	14275.80	53.50	3.00	0.3463

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
16	15295.50	57.32	3.15	0.3636
17	16315.20	61.15	3.35	0.3867
18	17334.90	64.97	3.56	0.4109
19	17844.75	66.88	4.00	0.4617
20				
21				
22				
23				
24				
25				

**Tiempo de ensayo** 0 min 36 seg  
**Carga última (kg/cm²)** 66.88

**APROBADO POR:**

ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
	 	

**UPN** **ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:** INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022  
**INVESTIGADORES:** NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL  
SALINAS LUJAN, LUIS IVAN **FECHA:** 30-31/11/2022  
**TIEMPO DE TRABAJO:** 2 días

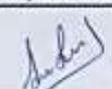
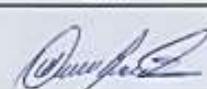


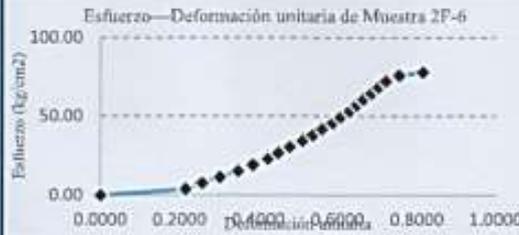
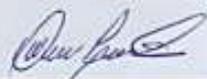
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	3.79	3.10	0.3691
3	2039.40	7.58	3.30	0.3929
4	3059.10	11.36	3.40	0.4048
5	4078.80	15.15	3.52	0.4191
6	5098.50	18.94	3.63	0.4322
7	6118.20	22.73	3.74	0.4453
8	7137.90	26.51	3.83	0.4560
9	8157.60	30.30	3.93	0.4679
10	9177.30	34.09	4.13	0.4918
11	10197.00	37.88	4.30	0.5120
12	11216.70	41.66	4.43	0.5275
13	12236.40	45.45	4.60	0.5477
14	13256.10	49.24	4.73	0.5632
15	14275.80	53.03	4.84	0.5763
16	15295.50	56.81	4.95	0.5894
17	16315.20	60.60	5.05	0.6013
18	17334.90	64.39	5.20	0.6192
19	18354.60	68.18	5.25	0.6251

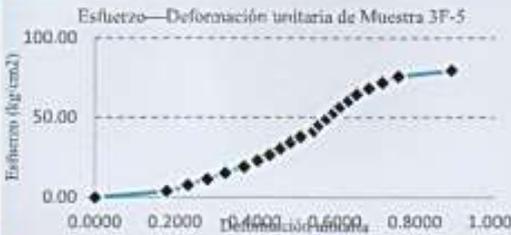
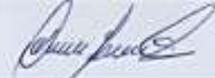
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm²)	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	19374.30	71.96	5.35	0.6370
21	20394.00	75.75	5.45	0.6489
22	21413.70	79.54	5.60	0.6668
23	22433.40	83.33	5.68	0.6763
24	23453.10	87.11	5.82	0.6930
25	24472.80	90.90	6.02	0.7168
26	25492.50	94.69	6.11	0.7275
27	26512.20	98.48	6.34	0.7549
28	27531.90	102.26	6.55	0.7799
29	28551.60	106.05	6.60	0.7859
30	29571.30	109.84	6.93	0.8252
31	30591.00	113.63	7.10	0.8454
32	30713.36	114.08	7.30	0.8692
33				
34				
35				

**Tiempo de ensayo** 0 min 59 seg  
**Carga última (kg/cm²)** 114.08

**APROBADO POR:**

ASESOR	INVESTIGADORES	SUPERVISOR DE LABORATORIO
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
	 	

	<b>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</b>	NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604																																																																																																																																																																																								
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022																																																																																																																																																																																										
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>FECHA:</b> 30-31/11/2022 <b>TIEMPO DE TRABAJO:</b> 2 días																																																																																																																																																																																								
<b>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE CEMENTO CON ADICIÓN DE 2 MEDIDAS DE PAJA DE BAMBÚ</b>		 <table border="1" style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td><b>ESPECIMEN</b></td> <td><b>2F-6</b></td> </tr> <tr> <td><b>Dimensiones (cm)</b></td> <td><b>Área (cm<sup>2</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td><b>Largo</b></td> <td>21.92</td> </tr> <tr> <td><b>Ancho</b></td> <td>12.28</td> </tr> <tr> <td><b>Alto</b></td> <td>8.61</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">269.21</td> </tr> </table>	<b>ESPECIMEN</b>	<b>2F-6</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Largo</b>	21.92	<b>Ancho</b>	12.28	<b>Alto</b>	8.61		269.21																																																																																																																																																																												
<b>ESPECIMEN</b>	<b>2F-6</b>																																																																																																																																																																																									
<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>																																																																																																																																																																																									
<b>Largo</b>	21.92																																																																																																																																																																																									
<b>Ancho</b>	12.28																																																																																																																																																																																									
<b>Alto</b>	8.61																																																																																																																																																																																									
	269.21																																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto.</th> <th>Carga (kg-f)</th> <th>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>2</td><td>1019.70</td><td>3.79</td><td>1.85</td><td>0.2148</td></tr> <tr><td>3</td><td>2039.40</td><td>7.58</td><td>2.21</td><td>0.2566</td></tr> <tr><td>4</td><td>3059.10</td><td>11.36</td><td>2.60</td><td>0.3019</td></tr> <tr><td>5</td><td>4078.80</td><td>15.15</td><td>3.00</td><td>0.3483</td></tr> <tr><td>6</td><td>5098.50</td><td>18.94</td><td>3.32</td><td>0.3854</td></tr> <tr><td>7</td><td>6118.20</td><td>22.73</td><td>3.65</td><td>0.4238</td></tr> <tr><td>8</td><td>7137.90</td><td>26.51</td><td>3.87</td><td>0.4493</td></tr> <tr><td>9</td><td>8157.60</td><td>30.30</td><td>4.12</td><td>0.4783</td></tr> <tr><td>10</td><td>9177.30</td><td>34.09</td><td>4.40</td><td>0.5108</td></tr> <tr><td>11</td><td>10197.00</td><td>37.88</td><td>4.62</td><td>0.5364</td></tr> <tr><td>12</td><td>11216.70</td><td>41.67</td><td>4.82</td><td>0.5596</td></tr> <tr><td>13</td><td>12236.40</td><td>45.45</td><td>5.05</td><td>0.5863</td></tr> <tr><td>14</td><td>13256.10</td><td>49.24</td><td>5.22</td><td>0.6060</td></tr> <tr><td>15</td><td>14275.80</td><td>53.03</td><td>5.42</td><td>0.6293</td></tr> <tr><td>16</td><td>15295.50</td><td>56.82</td><td>5.58</td><td>0.6478</td></tr> <tr><td>17</td><td>16315.20</td><td>60.60</td><td>5.72</td><td>0.6641</td></tr> <tr><td>18</td><td>17334.90</td><td>64.39</td><td>5.90</td><td>0.6850</td></tr> <tr><td>19</td><td>18354.60</td><td>68.18</td><td>6.05</td><td>0.7024</td></tr> </tbody> </table>	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	2	1019.70	3.79	1.85	0.2148	3	2039.40	7.58	2.21	0.2566	4	3059.10	11.36	2.60	0.3019	5	4078.80	15.15	3.00	0.3483	6	5098.50	18.94	3.32	0.3854	7	6118.20	22.73	3.65	0.4238	8	7137.90	26.51	3.87	0.4493	9	8157.60	30.30	4.12	0.4783	10	9177.30	34.09	4.40	0.5108	11	10197.00	37.88	4.62	0.5364	12	11216.70	41.67	4.82	0.5596	13	12236.40	45.45	5.05	0.5863	14	13256.10	49.24	5.22	0.6060	15	14275.80	53.03	5.42	0.6293	16	15295.50	56.82	5.58	0.6478	17	16315.20	60.60	5.72	0.6641	18	17334.90	64.39	5.90	0.6850	19	18354.60	68.18	6.05	0.7024	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto.</th> <th>Carga (kg-f)</th> <th>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>19374.30</td><td>71.97</td><td>6.21</td><td>0.7210</td></tr> <tr><td>21</td><td>20394.00</td><td>75.76</td><td>6.50</td><td>0.7546</td></tr> <tr><td>22</td><td>20954.84</td><td>77.84</td><td>7.02</td><td>0.8150</td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>35</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)	20	19374.30	71.97	6.21	0.7210	21	20394.00	75.76	6.50	0.7546	22	20954.84	77.84	7.02	0.8150	23					24					25					26					27					28					29					30					31					32					33					34					35				
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)																																																																																																																																																																																						
1	0.00	0.00	0.00	0.0000																																																																																																																																																																																						
2	1019.70	3.79	1.85	0.2148																																																																																																																																																																																						
3	2039.40	7.58	2.21	0.2566																																																																																																																																																																																						
4	3059.10	11.36	2.60	0.3019																																																																																																																																																																																						
5	4078.80	15.15	3.00	0.3483																																																																																																																																																																																						
6	5098.50	18.94	3.32	0.3854																																																																																																																																																																																						
7	6118.20	22.73	3.65	0.4238																																																																																																																																																																																						
8	7137.90	26.51	3.87	0.4493																																																																																																																																																																																						
9	8157.60	30.30	4.12	0.4783																																																																																																																																																																																						
10	9177.30	34.09	4.40	0.5108																																																																																																																																																																																						
11	10197.00	37.88	4.62	0.5364																																																																																																																																																																																						
12	11216.70	41.67	4.82	0.5596																																																																																																																																																																																						
13	12236.40	45.45	5.05	0.5863																																																																																																																																																																																						
14	13256.10	49.24	5.22	0.6060																																																																																																																																																																																						
15	14275.80	53.03	5.42	0.6293																																																																																																																																																																																						
16	15295.50	56.82	5.58	0.6478																																																																																																																																																																																						
17	16315.20	60.60	5.72	0.6641																																																																																																																																																																																						
18	17334.90	64.39	5.90	0.6850																																																																																																																																																																																						
19	18354.60	68.18	6.05	0.7024																																																																																																																																																																																						
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)																																																																																																																																																																																						
20	19374.30	71.97	6.21	0.7210																																																																																																																																																																																						
21	20394.00	75.76	6.50	0.7546																																																																																																																																																																																						
22	20954.84	77.84	7.02	0.8150																																																																																																																																																																																						
23																																																																																																																																																																																										
24																																																																																																																																																																																										
25																																																																																																																																																																																										
26																																																																																																																																																																																										
27																																																																																																																																																																																										
28																																																																																																																																																																																										
29																																																																																																																																																																																										
30																																																																																																																																																																																										
31																																																																																																																																																																																										
32																																																																																																																																																																																										
33																																																																																																																																																																																										
34																																																																																																																																																																																										
35																																																																																																																																																																																										
<b>Tiempo de ensayo</b> 1 min 0 seg <b>Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)</b> 77.84																																																																																																																																																																																										
APROBADO POR:																																																																																																																																																																																										
<b>ASESOR</b> AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	<b>INVESTIGADORES</b> NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b> LEONARDO CARRASCO, Wesley John																																																																																																																																																																																								
																																																																																																																																																																																										

	<h3>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</h3> <p>NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604</p>																																																																																																																																																																																									
<p><b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022</p>																																																																																																																																																																																										
<p><b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN</p>																																																																																																																																																																																										
<p><b>FECHA:</b> 30-31/11/2022</p>																																																																																																																																																																																										
<p><b>TIEMPO DE TRABAJO:</b> 2 días</p>																																																																																																																																																																																										
<p><b>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE CEMENTO CON ADICIÓN DE 3 MEDIDAS DE PAJA DE BAMBÚ</b></p>																																																																																																																																																																																										
<p>Esfuerzo—Deformación unitaria de Muestra 3F-5</p> 	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"><b>ESPÉCIMEN</b></td> <td><b>3F-5</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Dimensiones (cm)</b></td> <td><b>Área (cm<sup>2</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td><b>Largo</b></td> <td>22.08</td> <td rowspan="3">269.31</td> </tr> <tr> <td><b>Ancho</b></td> <td>12.20</td> </tr> <tr> <td><b>Alto</b></td> <td>8.47</td> </tr> </table>	<b>ESPÉCIMEN</b>		<b>3F-5</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>		<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Largo</b>	22.08	269.31	<b>Ancho</b>	12.20	<b>Alto</b>	8.47																																																																																																																																																																												
<b>ESPÉCIMEN</b>		<b>3F-5</b>																																																																																																																																																																																								
<b>Dimensiones (cm)</b>		<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>																																																																																																																																																																																								
<b>Largo</b>	22.08	269.31																																																																																																																																																																																								
<b>Ancho</b>	12.20																																																																																																																																																																																									
<b>Alto</b>	8.47																																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto.</th> <th>Carga (kg-f)</th> <th>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>2</td><td>1019.70</td><td>3.79</td><td>1.52</td><td>0.1794</td></tr> <tr><td>3</td><td>2039.40</td><td>7.57</td><td>1.97</td><td>0.2325</td></tr> <tr><td>4</td><td>3059.10</td><td>11.36</td><td>2.38</td><td>0.2809</td></tr> <tr><td>5</td><td>4078.80</td><td>15.15</td><td>2.77</td><td>0.3269</td></tr> <tr><td>6</td><td>5098.50</td><td>18.93</td><td>3.16</td><td>0.3729</td></tr> <tr><td>7</td><td>6118.20</td><td>22.72</td><td>3.45</td><td>0.4072</td></tr> <tr><td>8</td><td>7137.90</td><td>26.50</td><td>3.70</td><td>0.4367</td></tr> <tr><td>9</td><td>8157.60</td><td>30.29</td><td>3.93</td><td>0.4638</td></tr> <tr><td>10</td><td>9177.30</td><td>34.08</td><td>4.14</td><td>0.4886</td></tr> <tr><td>11</td><td>10197.00</td><td>37.86</td><td>4.35</td><td>0.5134</td></tr> <tr><td>12</td><td>11216.70</td><td>41.65</td><td>4.63</td><td>0.5464</td></tr> <tr><td>13</td><td>12236.40</td><td>45.44</td><td>4.74</td><td>0.5594</td></tr> <tr><td>14</td><td>13256.10</td><td>49.22</td><td>4.90</td><td>0.5783</td></tr> <tr><td>15</td><td>14275.80</td><td>53.01</td><td>5.05</td><td>0.5960</td></tr> <tr><td>16</td><td>15295.50</td><td>56.80</td><td>5.20</td><td>0.6137</td></tr> <tr><td>17</td><td>16315.20</td><td>60.58</td><td>5.37</td><td>0.6338</td></tr> <tr><td>18</td><td>17334.90</td><td>64.37</td><td>5.54</td><td>0.6538</td></tr> <tr><td>19</td><td>18354.60</td><td>68.16</td><td>5.80</td><td>0.6845</td></tr> </tbody> </table>	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	2	1019.70	3.79	1.52	0.1794	3	2039.40	7.57	1.97	0.2325	4	3059.10	11.36	2.38	0.2809	5	4078.80	15.15	2.77	0.3269	6	5098.50	18.93	3.16	0.3729	7	6118.20	22.72	3.45	0.4072	8	7137.90	26.50	3.70	0.4367	9	8157.60	30.29	3.93	0.4638	10	9177.30	34.08	4.14	0.4886	11	10197.00	37.86	4.35	0.5134	12	11216.70	41.65	4.63	0.5464	13	12236.40	45.44	4.74	0.5594	14	13256.10	49.22	4.90	0.5783	15	14275.80	53.01	5.05	0.5960	16	15295.50	56.80	5.20	0.6137	17	16315.20	60.58	5.37	0.6338	18	17334.90	64.37	5.54	0.6538	19	18354.60	68.16	5.80	0.6845	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto.</th> <th>Carga (kg-f)</th> <th>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>19374.30</td><td>71.94</td><td>6.08</td><td>0.7175</td></tr> <tr><td>21</td><td>20394.00</td><td>75.73</td><td>6.42</td><td>0.7577</td></tr> <tr><td>22</td><td>21413.70</td><td>79.51</td><td>7.55</td><td>0.8910</td></tr> <tr><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>35</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)	20	19374.30	71.94	6.08	0.7175	21	20394.00	75.73	6.42	0.7577	22	21413.70	79.51	7.55	0.8910	23					24					25					26					27					28					29					30					31					32					33					34					35				
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)																																																																																																																																																																																						
1	0.00	0.00	0.00	0.0000																																																																																																																																																																																						
2	1019.70	3.79	1.52	0.1794																																																																																																																																																																																						
3	2039.40	7.57	1.97	0.2325																																																																																																																																																																																						
4	3059.10	11.36	2.38	0.2809																																																																																																																																																																																						
5	4078.80	15.15	2.77	0.3269																																																																																																																																																																																						
6	5098.50	18.93	3.16	0.3729																																																																																																																																																																																						
7	6118.20	22.72	3.45	0.4072																																																																																																																																																																																						
8	7137.90	26.50	3.70	0.4367																																																																																																																																																																																						
9	8157.60	30.29	3.93	0.4638																																																																																																																																																																																						
10	9177.30	34.08	4.14	0.4886																																																																																																																																																																																						
11	10197.00	37.86	4.35	0.5134																																																																																																																																																																																						
12	11216.70	41.65	4.63	0.5464																																																																																																																																																																																						
13	12236.40	45.44	4.74	0.5594																																																																																																																																																																																						
14	13256.10	49.22	4.90	0.5783																																																																																																																																																																																						
15	14275.80	53.01	5.05	0.5960																																																																																																																																																																																						
16	15295.50	56.80	5.20	0.6137																																																																																																																																																																																						
17	16315.20	60.58	5.37	0.6338																																																																																																																																																																																						
18	17334.90	64.37	5.54	0.6538																																																																																																																																																																																						
19	18354.60	68.16	5.80	0.6845																																																																																																																																																																																						
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)																																																																																																																																																																																						
20	19374.30	71.94	6.08	0.7175																																																																																																																																																																																						
21	20394.00	75.73	6.42	0.7577																																																																																																																																																																																						
22	21413.70	79.51	7.55	0.8910																																																																																																																																																																																						
23																																																																																																																																																																																										
24																																																																																																																																																																																										
25																																																																																																																																																																																										
26																																																																																																																																																																																										
27																																																																																																																																																																																										
28																																																																																																																																																																																										
29																																																																																																																																																																																										
30																																																																																																																																																																																										
31																																																																																																																																																																																										
32																																																																																																																																																																																										
33																																																																																																																																																																																										
34																																																																																																																																																																																										
35																																																																																																																																																																																										
<p><b>Tiempo de ensayo</b> 1 min 0 seg</p> <p><b>Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)</b> 79.51</p>																																																																																																																																																																																										
<p><b>APROBADO POR:</b></p>																																																																																																																																																																																										
<p><b>ASESOR</b></p> <p>AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry</p>	<p><b>INVESTIGADORES</b></p> <p>NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan</p>	<p><b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b></p> <p>LEONARDO CARRASCO, Wesley John</p>																																																																																																																																																																																								
																																																																																																																																																																																										

	<h3>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</h3> <p>NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604</p>
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022	
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN	
<b>FECHA:</b> 30-31/11/2022 <b>TIEMPO DE TRABAJO:</b> 2 días	

<b>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE CEMENTO CON ADICIÓN DE 1 CAPA DE PARRILLA DE BAMBÚ</b>															
		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td colspan="2"><b>ESPECÍMEN</b></td> <td><b>1P-5</b></td> </tr> <tr> <td colspan="2"><b>Dimensiones (cm)</b></td> <td><b>Área (cm<sup>2</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td><b>Largo</b></td> <td>21.97</td> <td rowspan="3" style="text-align: center; vertical-align: middle;">264.55</td> </tr> <tr> <td><b>Ancho</b></td> <td>12.04</td> </tr> <tr> <td><b>Alto</b></td> <td>8.40</td> </tr> </table>	<b>ESPECÍMEN</b>		<b>1P-5</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>		<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Largo</b>	21.97	264.55	<b>Ancho</b>	12.04	<b>Alto</b>	8.40
<b>ESPECÍMEN</b>		<b>1P-5</b>													
<b>Dimensiones (cm)</b>		<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>													
<b>Largo</b>	21.97	264.55													
<b>Ancho</b>	12.04														
<b>Alto</b>	8.40														

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	3.85	2.10	0.2499
3	2039.40	7.71	3.38	0.4022
4	3059.10	11.56	4.10	0.4879
5	4078.80	15.42	4.75	0.5653
6	5098.50	19.27	5.10	0.6069
7	6118.20	23.13	5.40	0.6426
8	7137.90	26.98	5.68	0.6759
9	8157.60	30.84	5.95	0.7081
10	9177.30	34.69	6.15	0.7319
11	10197.00	38.54	6.30	0.7497
12	11216.70	42.40	6.47	0.7699
13	12236.40	46.25	6.58	0.7830
14	13256.10	50.11	6.70	0.7973
15	14275.80	53.96	6.87	0.8175
16	15295.50	57.82	7.09	0.8437
17	16315.20	61.67	7.20	0.8568
18	17334.90	65.53	7.40	0.8806
19	18354.60	69.38	7.58	0.9020

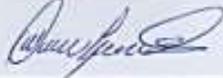
  

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	19374.30	73.23	7.98	0.9496
21	20394.00	77.09	8.42	1.0020
22	20577.55	77.78	9.80	1.1662
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				

<b>Tiempo de ensayo</b>	1 min 16 seg
<b>Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)</b>	77.78

APROBADO POR:		
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
		

	<h3>ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN</h3>	NORMA: NTP 399.613 y NTP 399.604																																																																																																																																																																																								
<b>NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:</b> INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN, TRUJILLO 2022																																																																																																																																																																																										
<b>INVESTIGADORES:</b> NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL SALINAS LUJAN, LUIS IVAN		<b>FECHA:</b> 30-31/11/2022 <b>TIEMPO DE TRABAJO:</b> 2 días																																																																																																																																																																																								
<b>COMPRESIÓN DE UNIDADES DE CEMENTO CON ADICIÓN DE 2 CAPAS DE PARRILLA DE BAMBÚ</b>	Esfuerzo—Deformación unitaria de Muestra 2P-5 	 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td><b>ESPÉCIMEN</b></td> <td><b>2P-5</b></td> </tr> <tr> <td><b>Dimensiones (cm)</b></td> <td><b>Área (cm<sup>2</sup>)</b></td> </tr> <tr> <td><b>Largo</b></td> <td>21.80</td> </tr> <tr> <td><b>Ancho</b></td> <td>12.16</td> </tr> <tr> <td><b>Alto</b></td> <td>8.47</td> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>265.12</b></td> </tr> </table>	<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>2P-5</b>	<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Largo</b>	21.80	<b>Ancho</b>	12.16	<b>Alto</b>	8.47	<b>265.12</b>																																																																																																																																																																													
<b>ESPÉCIMEN</b>	<b>2P-5</b>																																																																																																																																																																																									
<b>Dimensiones (cm)</b>	<b>Área (cm<sup>2</sup>)</b>																																																																																																																																																																																									
<b>Largo</b>	21.80																																																																																																																																																																																									
<b>Ancho</b>	12.16																																																																																																																																																																																									
<b>Alto</b>	8.47																																																																																																																																																																																									
<b>265.12</b>																																																																																																																																																																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto.</th> <th>Carga (kg-f)</th> <th>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.00</td><td>0.0000</td></tr> <tr><td>2</td><td>1019.70</td><td>3.85</td><td>1.26</td><td>0.1488</td></tr> <tr><td>3</td><td>2039.40</td><td>7.69</td><td>1.63</td><td>0.1924</td></tr> <tr><td>4</td><td>3059.10</td><td>11.54</td><td>1.83</td><td>0.2161</td></tr> <tr><td>5</td><td>4078.80</td><td>15.38</td><td>2.03</td><td>0.2397</td></tr> <tr><td>6</td><td>5098.50</td><td>19.23</td><td>2.23</td><td>0.2633</td></tr> <tr><td>7</td><td>6118.20</td><td>23.08</td><td>2.33</td><td>0.2751</td></tr> <tr><td>8</td><td>7137.90</td><td>26.92</td><td>2.45</td><td>0.2893</td></tr> <tr><td>9</td><td>8157.60</td><td>30.77</td><td>2.55</td><td>0.3011</td></tr> <tr><td>10</td><td>9177.30</td><td>34.62</td><td>2.75</td><td>0.3247</td></tr> <tr><td>11</td><td>10197.00</td><td>38.46</td><td>2.89</td><td>0.3412</td></tr> <tr><td>12</td><td>11216.70</td><td>42.31</td><td>3.03</td><td>0.3577</td></tr> <tr><td>13</td><td>12236.40</td><td>46.15</td><td>3.15</td><td>0.3719</td></tr> <tr><td>14</td><td>13256.10</td><td>50.00</td><td>3.26</td><td>0.3849</td></tr> <tr><td>15</td><td>14275.80</td><td>53.85</td><td>3.40</td><td>0.4014</td></tr> <tr><td>16</td><td>15295.50</td><td>57.69</td><td>3.53</td><td>0.4168</td></tr> <tr><td>17</td><td>16315.20</td><td>61.54</td><td>3.65</td><td>0.4309</td></tr> <tr><td>18</td><td>17334.90</td><td>65.38</td><td>3.80</td><td>0.4486</td></tr> <tr><td>19</td><td>18354.60</td><td>69.23</td><td>4.00</td><td>0.4723</td></tr> </tbody> </table>	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)	1	0.00	0.00	0.00	0.0000	2	1019.70	3.85	1.26	0.1488	3	2039.40	7.69	1.63	0.1924	4	3059.10	11.54	1.83	0.2161	5	4078.80	15.38	2.03	0.2397	6	5098.50	19.23	2.23	0.2633	7	6118.20	23.08	2.33	0.2751	8	7137.90	26.92	2.45	0.2893	9	8157.60	30.77	2.55	0.3011	10	9177.30	34.62	2.75	0.3247	11	10197.00	38.46	2.89	0.3412	12	11216.70	42.31	3.03	0.3577	13	12236.40	46.15	3.15	0.3719	14	13256.10	50.00	3.26	0.3849	15	14275.80	53.85	3.40	0.4014	16	15295.50	57.69	3.53	0.4168	17	16315.20	61.54	3.65	0.4309	18	17334.90	65.38	3.80	0.4486	19	18354.60	69.23	4.00	0.4723	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Pto.</th> <th>Carga (kg-f)</th> <th>Esfuerzo (kg-f/cm<sup>2</sup>)</th> <th>ΔL (mm)</th> <th>ΔL/L (mm/mm)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>19374.30</td><td>73.08</td><td>4.20</td><td>0.4959</td></tr> <tr><td>21</td><td>20394.00</td><td>76.92</td><td>4.53</td><td>0.5348</td></tr> <tr><td>22</td><td>21413.70</td><td>80.77</td><td>4.88</td><td>0.5762</td></tr> <tr><td>23</td><td>22433.40</td><td>84.61</td><td>5.98</td><td>0.7060</td></tr> <tr><td>24</td><td>22489.48</td><td>84.83</td><td>6.55</td><td>0.7733</td></tr> <tr><td>25</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>26</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>27</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>28</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>29</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>30</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>31</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>32</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>34</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>35</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>	Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)	20	19374.30	73.08	4.20	0.4959	21	20394.00	76.92	4.53	0.5348	22	21413.70	80.77	4.88	0.5762	23	22433.40	84.61	5.98	0.7060	24	22489.48	84.83	6.55	0.7733	25					26					27					28					29					30					31					32					33					34					35				
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)																																																																																																																																																																																						
1	0.00	0.00	0.00	0.0000																																																																																																																																																																																						
2	1019.70	3.85	1.26	0.1488																																																																																																																																																																																						
3	2039.40	7.69	1.63	0.1924																																																																																																																																																																																						
4	3059.10	11.54	1.83	0.2161																																																																																																																																																																																						
5	4078.80	15.38	2.03	0.2397																																																																																																																																																																																						
6	5098.50	19.23	2.23	0.2633																																																																																																																																																																																						
7	6118.20	23.08	2.33	0.2751																																																																																																																																																																																						
8	7137.90	26.92	2.45	0.2893																																																																																																																																																																																						
9	8157.60	30.77	2.55	0.3011																																																																																																																																																																																						
10	9177.30	34.62	2.75	0.3247																																																																																																																																																																																						
11	10197.00	38.46	2.89	0.3412																																																																																																																																																																																						
12	11216.70	42.31	3.03	0.3577																																																																																																																																																																																						
13	12236.40	46.15	3.15	0.3719																																																																																																																																																																																						
14	13256.10	50.00	3.26	0.3849																																																																																																																																																																																						
15	14275.80	53.85	3.40	0.4014																																																																																																																																																																																						
16	15295.50	57.69	3.53	0.4168																																																																																																																																																																																						
17	16315.20	61.54	3.65	0.4309																																																																																																																																																																																						
18	17334.90	65.38	3.80	0.4486																																																																																																																																																																																						
19	18354.60	69.23	4.00	0.4723																																																																																																																																																																																						
Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)																																																																																																																																																																																						
20	19374.30	73.08	4.20	0.4959																																																																																																																																																																																						
21	20394.00	76.92	4.53	0.5348																																																																																																																																																																																						
22	21413.70	80.77	4.88	0.5762																																																																																																																																																																																						
23	22433.40	84.61	5.98	0.7060																																																																																																																																																																																						
24	22489.48	84.83	6.55	0.7733																																																																																																																																																																																						
25																																																																																																																																																																																										
26																																																																																																																																																																																										
27																																																																																																																																																																																										
28																																																																																																																																																																																										
29																																																																																																																																																																																										
30																																																																																																																																																																																										
31																																																																																																																																																																																										
32																																																																																																																																																																																										
33																																																																																																																																																																																										
34																																																																																																																																																																																										
35																																																																																																																																																																																										
<b>Tiempo de ensayo</b> 0 min 54 seg <b>Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)</b> 84.83																																																																																																																																																																																										
<b>APROBADO POR:</b>																																																																																																																																																																																										
<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>																																																																																																																																																																																								
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John																																																																																																																																																																																								
																																																																																																																																																																																										

**ENSAYO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN**  
NORMA: NTP-399.613 y NTP 399.604

**NOMBRE DE LA INVESTIGACIÓN:** INFLUENCIA DEL BAMBÚ EN LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA DEL SECTOR CONSTRUCCION, TRUJILLO 2022

**INVESTIGADORES:** NAUPA YUPANQUI, JAIRO ROSSEL  
SALINAS LUJAN, LUIS IVAN

**FECHA:** 30-31/11/2022  
**TIEMPO DE TRABAJO:** 2 días



Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
1	0.00	0.00	0.00	0.0000
2	1019.70	3.79	3.18	0.3687
3	2039.40	7.58	3.58	0.4151
4	3059.10	11.37	3.90	0.4522
5	4078.80	15.16	4.10	0.4754
6	5098.50	18.94	4.27	0.4951
7	6118.20	22.73	4.42	0.5125
8	7137.90	26.52	4.57	0.5299
9	8157.60	30.31	4.70	0.5449
10	9177.30	34.10	4.78	0.5542
11	10197.00	37.89	4.92	0.5704
12	11216.70	41.68	5.13	0.5948
13	12236.40	45.47	5.27	0.6110
14	13256.10	49.25	5.42	0.6284
15	14275.80	53.04	5.61	0.6504
16	15295.50	56.83	5.80	0.6725
17	16315.20	60.62	6.03	0.6991
18	17334.90	64.41	6.30	0.7304
19	18354.60	68.20	6.68	0.7745

Pto.	Carga (kg-f)	Esfuerzo (kg-f/cm <sup>2</sup> )	ΔL (mm)	ΔL/L (mm/mm)
20	19374.30	71.99	7.20	0.8348
21	20123.78	74.77	8.40	0.9739
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				

**Tiempo de ensayo** 1 min 13 seg  
**Carga última (kg/cm<sup>2</sup>)** 74.77

**APROBADO POR:**

<b>ASESOR</b>	<b>INVESTIGADORES</b>	<b>SUPERVISOR DE LABORATORIO</b>
AZAÑEDO MEDINA, Wiston Henry	NAUPA YUPANQUI, Jairo Rossel SALINAS LUJAN, Luis Ivan	LEONARDO CARRASCO, Wesley John
	 