



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Propiedades físico – mecánicas de los ladrillos de tierra cruda  
comprimida adicionando porcentajes de cemento Portland, San  
Jerónimo Cusco - 2020**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

**AUTORES:**

Leiva Martínez, Marilyn Paola (ORCID: 0000-0003-4948-8660)

Meléndez Pareja, Royer (ORCID: 0000-0001-7909-8060)

**ASESOR:**

Dr. Príncipe Reyes, Roger Alberto (ORCID: 0000-0002-0498-9544)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño Sísmico y Estructural

TRUJILLO – PERÚ

2020

## **Dedicatoria**

A nuestro creador, por permitir que mis objetivos se hagan realidad.

A mis padres, a mis hermanos y a mis tíos por el apoyo incondicional que han sido fundamentales en mi vida personal y profesional.

MELENDEZ PAREJA ROYER.

Dedico esta tesis a mis padres de todo corazón, gracias a ustedes me formé y me convertí en quien soy hoy, les debo mucho de mis logros incluido este.

A mis hermanos y mis familiares, quienes siempre me apoyaron en todo momento, dedico el presente trabajo como símbolo de mi gratitud.

LEIVA MARTINEZ MARILYN  
PAOLA.

## **Agradecimiento**

A mis padres, a mis hermanos y mis tíos que siempre me han guiado y motivado para lograr hacer lo que más deseo.

A mis amistades por el gran ejemplo personal y/o profesional que moldearon mi forma de ser, a todos ellos un eterno agradecimiento que dios los bendiga.

MELENDEZ PAREJA ROYER

La gratitud eterna para mis padres que sin su apoyo y comprensión no sería posible esta meta anhelada.

A la Universidad Cesar Vallejo, por la oportunidad de acogerme en su casa de estudios y hacer posible la realización de este proyecto.

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron conmigo.

LEIVA MARTINEZ MARILYN PAOLA.

## Índice de contenidos

Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	vi
Índice de figuras .....	viii
Resumen.....	xi
Abstract.....	xii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
2.1. Antecedentes .....	4
2.1.1. A Nivel Internacional.....	4
2.1.2. A Nivel Nacional .....	6
2.2. Teorías Relacionadas a Nuestra Investigación .....	9
III. METODOLOGÍA.....	24
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	24
3.1.1. Tipo de Investigación.....	24
3.1.2. Diseño de Investigación.....	24
3.2. Variables y Operacionalización .....	24
3.2.1. Variable Dependiente .....	24
3.2.2. Variable independiente: .....	24
3.3. Población, muestra y muestreo:.....	25
3.3.1. Población.....	25
3.3.2. Muestra.....	25
3.3.3. Muestreo.....	26
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	26
3.5. Procedimientos .....	32
3.5.1. Ensayos Preliminares .....	32
3.5.2. Elaboración de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida.....	43
3.5.3. Ensayos a los Ladrillos de Tierra Cruda comprimida.....	49
3.6. Método de análisis de datos.....	70
3.7. Aspectos éticos .....	112
IV. RESULTADOS.....	113
V. DISCUSIÓN .....	125

5.1. De la materia prima .....	125
5.2. De las propiedades físicas .....	125
5.3. De las propiedades mecánicas .....	127
VI. CONCLUSIONES .....	130
VII. RECOMENDACIONES.....	132
REFERENCIAS.....	133
ANEXOS .....	135

## Índice de tablas

<b>Tabla 1</b>	<i>Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales</i>	11
<b>Tabla 2</b>	<i>Limitación según el uso de la unidad de albañilería para fin estructural</i>	12
<b>Tabla 3</b>	<i>Principales componentes químicos del cemento portland</i>	21
<b>Tabla 4</b>	<i>Muestra de ladrillos de tierra cruda comprimida para ensayos físicos y mecánicos</i>	25
<b>Tabla 5</b>	<i>Ficha técnica para variación dimensional</i>	27
<b>Tabla 6</b>	<i>Ficha Técnica para alabeo</i>	28
<b>Tabla 7</b>	<i>Ficha técnica para absorción</i>	29
<b>Tabla 8</b>	<i>Ficha técnica para resistencia a compresión</i>	30
<b>Tabla 9</b>	<i>Ficha Técnica para resistencia a tracción por flexión</i>	31
<b>Tabla 10</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de granulometría</i>	33
<b>Tabla 11</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de Granulometría</i>	34
<b>Tabla 12</b>	<i>proceso a seguir para la prueba de límites de Atterberg</i>	36
<b>Tabla 13</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de Límites de Atterberg</i>	39
<b>Tabla 14</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de contenido de agua</i>	41
<b>Tabla 15</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de contenido de agua</i>	42
<b>Tabla 16</b>	<i>Proceso a seguir para la elaboración de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida</i>	44
<b>Tabla 17</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de variación dimensional</i>	50
<b>Tabla 18</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de variación dimensional</i>	52
<b>Tabla 19</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de alabeo</i>	54
<b>Tabla 20</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de alabeo</i>	56
<b>Tabla 21</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de absorción</i>	58
<b>Tabla 22</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de absorción</i>	61
<b>Tabla 23</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de resistencia a compresión</i>	63
<b>Tabla 24</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de resistencia a compresión</i>	65
<b>Tabla 25</b>	<i>Proceso a seguir para la prueba de resistencia a tracción por flexión</i>	67
<b>Tabla 26</b>	<i>Recogida de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión</i>	69
<b>Tabla 27</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de granulometría</i>	70
<b>Tabla 28</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de límites de Atterberg</i>	71
<b>Tabla 29</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de contenido de agua</i>	72
<b>Tabla 30</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra A</i>	73
<b>Tabla 31</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra B</i>	75
<b>Tabla 32</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra C</i>	77
<b>Tabla 33</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra D</i>	79
<b>Tabla 34</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra A</i>	81
<b>Tabla 35</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra B</i>	83
<b>Tabla 36</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra C</i>	85
<b>Tabla 37</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra D</i>	87
<b>Tabla 38</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de absorción muestra A</i>	89
<b>Tabla 39</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de absorción muestra B</i>	91
<b>Tabla 40</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de absorción muestra C</i>	93
<b>Tabla 41</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de absorción muestra D</i>	95

<b>Tabla 42</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra A97</i>	
<b>Tabla 43</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra B99</i>	
<b>Tabla 44</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra C</i>	101
<b>Tabla 45</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra D</i>	103
<b>Tabla 46</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra A</i>	105
<b>Tabla 47</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra B</i>	107
<b>Tabla 48</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra C</i>	109
<b>Tabla 49</b>	<i>Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra D</i>	111
<b>Tabla 50</b>	<i>Resultados de las pruebas preliminares</i>	113
<b>Tabla 51</b>	<i>Resultado de la prueba de variación dimensional muestra A</i>	113
<b>Tabla 52</b>	<i>Resultado de la prueba de variación dimensional muestra B</i>	114
<b>Tabla 53</b>	<i>Resultado de la prueba de variación dimensional muestra C</i>	114
<b>Tabla 54</b>	<i>Resultado de la prueba de variación dimensional muestra D</i>	115
<b>Tabla 55</b>	<i>Resultado de la prueba de alabeo muestra A</i>	116
<b>Tabla 56</b>	<i>Resultado de la prueba de alabeo muestra B</i>	116
<b>Tabla 57</b>	<i>Resultado de la prueba de alabeo muestra C</i>	116
<b>Tabla 58</b>	<i>Resultado de la prueba de alabeo muestra D</i>	117
<b>Tabla 59</b>	<i>Resultado de la prueba de absorción muestra A</i>	118
<b>Tabla 60</b>	<i>Resultado de la prueba de absorción muestra B</i>	118
<b>Tabla 61</b>	<i>Resultado de la prueba de absorción muestra C</i>	119
<b>Tabla 62</b>	<i>Resultado de la prueba de absorción muestra D</i>	119
<b>Tabla 63</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra A</i>	120
<b>Tabla 64</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra B</i>	121
<b>Tabla 65</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra C</i>	121
<b>Tabla 66</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra D</i>	121
<b>Tabla 67</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra A</i>	122
<b>Tabla 68</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra B</i>	123
<b>Tabla 69</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra C</i>	123
<b>Tabla 70</b>	<i>Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra D</i>	124

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> <i>Ladrillo convencional vs ladrillo de tierra cruda comprimida</i> .....	3
<b>Figura 2.</b> <i>Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla cocida</i> .....	13
<b>Figura 3.</b> <i>Materiales para la producción de ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .	15
<b>Figura 4.</b> <i>Proceso de fabricación de ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	15
<b>Figura 5.</b> <i>Medición del Alabeo</i> .....	18
<b>Figura 6.</b> <i>Tipos de cemento portland</i> .....	21
<b>Figura 7.</b> <i>Cementos portland adicionados</i> .....	22
<b>Figura 8.</b> <i>Cementos Portland Adicionados en Perú</i> .....	23
<b>Figura 9.</b> <i>Materiales y equipos empleados en la prueba de granulometría</i> .....	32
<b>Figura 10.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de granulometría</i> .....	33
<b>Figura 11.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de granulometría</i> .....	33
<b>Figura 12.</b> <i>Materiales y equipos empleados en la prueba de límites de Atterberg</i> .....	35
<b>Figura 13.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg</i> .....	36
<b>Figura 14.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg</i> .....	37
<b>Figura 15.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg</i> .....	37
<b>Figura 16.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg</i> .....	37
<b>Figura 17.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg</i> .....	38
<b>Figura 18.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg</i> .....	38
<b>Figura 19.</b> <i>Materiales y equipos empleados en la prueba de contenido de agua</i> 40	
<b>Figura 20.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de contenido de agua</i> .....	41
<b>Figura 21.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de contenido de agua</i> .....	41
<b>Figura 22.</b> <i>Materiales y Equipos Empleados en la Elaboración de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida</i> .....	43
<b>Figura 23.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	44
<b>Figura 24.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	45
<b>Figura 25.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	45
<b>Figura 26.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	46
<b>Figura 27.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	46
<b>Figura 28.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	47
<b>Figura 29.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	47
<b>Figura 30.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	48
<b>Figura 31.</b> <i>Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida</i> .....	48



<b>Figura 32.</b> Materiales y equipos empleados en la prueba de variación dimensional .....	49
<b>Figura 33.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional</i> .....	50
<b>Figura 34.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional</i> .....	50
<b>Figura 35.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional</i> .....	51
<b>Figura 36.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional</i> .....	51
<b>Figura 37.</b> Materiales y equipos empleados en la prueba de alabeo.....	53
<b>Figura 38.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de alabeo</i> .....	54
<b>Figura 39.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de alabeo</i> .....	55
<b>Figura 40.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de alabeo</i> .....	55
<b>Figura 41.</b> <i>Materiales y equipos empleados en la prueba de absorción</i> .....	57
<b>Figura 42.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de absorción</i> .....	58
<b>Figura 43.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de absorción</i> .....	59
<b>Figura 44.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de absorción</i> .....	59
<b>Figura 45.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de absorción</i> .....	59
<b>Figura 46.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de absorción</i> .....	60
<b>Figura 47.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de absorción</i> .....	60
<b>Figura 48.</b> <i>Materiales y equipos empleados en la prueba de resistencia a compresión</i> .....	62
<b>Figura 49.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión</i> .....	63
<b>Figura 50.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión</i> .....	63
<b>Figura 51.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión</i> .....	64
<b>Figura 52.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión</i> .....	64
<b>Figura 53.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión</i> .....	64
<b>Figura 54.</b> <i>Materiales y equipos empleados en la prueba de resistencia a tracción por flexión</i> .....	66
<b>Figura 55.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión</i> ...	67
<b>Figura 56.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión</i> ...	67
<b>Figura 57.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión</i> ...	68
<b>Figura 58.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión</i> ...	68
<b>Figura 59.</b> <i>Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión</i> ...	68
<b>Figura 60.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra A</i> .....	74
<b>Figura 61.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra B</i> .....	76
<b>Figura 62.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra C</i> .....	78
<b>Figura 63.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra D</i> .....	80
<b>Figura 64.</b> <i>Análisis de datos de la prueba de alabeo muestra A</i> .....	82
<b>Figura 65.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de alabeo muestra B</i> .....	84
<b>Figura 66.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de alabeo muestra C</i> .....	86
<b>Figura 67.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de alabeo muestra D</i> .....	88
<b>Figura 68.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de absorción muestra A</i> .....	90
<b>Figura 69.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de absorción muestra B</i> .....	92
<b>Figura 70.</b> <i>Estadística de datos de la prueba de absorción muestra C</i> .....	94

<b>Figura 71.</b> Estadística de datos de la prueba de absorción muestra D .....	96
<b>Figura 72.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra A.....	98
<b>Figura 73.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra B.....	100
<b>Figura 74.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra C.....	102
<b>Figura 75.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra D.....	104
<b>Figura 76.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra A.....	106
<b>Figura 77.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra B.....	108
<b>Figura 78.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra C.....	110
<b>Figura 79.</b> Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra D.....	112
<b>Figura 80.</b> Resumen resultados de la prueba de variación dimensional .....	115
<b>Figura 81.</b> Resumen resultados de la prueba de alabeo .....	117
<b>Figura 82.</b> Resumen resultados de la prueba de absorción .....	120
<b>Figura 83.</b> Resumen resultados de la prueba de resistencia compresión .....	122
<b>Figura 84.</b> Resumen resultados de la prueba de resistencia a tracción por flexión .....	124

## Resumen

Se investigó mediante un diseño experimental propiamente dicho las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020. La muestra estuvo constituida por todos los ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con suelo de San Jerónimo – Cusco y cemento Portland, que son 140, adicionando cuatro porcentajes en volumen de cemento Portland: ladrillos de tierra cruda comprimida con 0%, 5%, 10% y 15% de cemento Portland IP respectivamente. Se utilizó como instrumento: fichas técnicas de ensayos de laboratorio. Los resultados demuestran que las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020. Sobre los ladrillos de tierra cruda comprimida se realizaron las pruebas de: Variación Dimensional (%), Alabeo (mm), Absorción (%), Resistencia a Compresión (Kg/cm<sup>2</sup>) y finalmente Resistencia a Tracción por Flexión (Kg/cm<sup>2</sup>). Dichos ensayos se realizaron teniendo presente la normativa vigente del RNE E.070 – Albañilería. Es así que los ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 0% y 5% de cemento Portland IP no cumplen con los parámetros y exigencias mínimas del RNE E.070 – Albañilería ( $f_b$  mínima = 50 Kg/cm<sup>2</sup>), mientras que los ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 10% y 15% de cemento Portland IP clasifican como ladrillos Clase I y Clase II respectivamente según el Artículo 5.2 del RNE E.070 – albañilería.

***Palabras claves:* Ladrillos de tierra cruda comprimida, propiedades físico – mecánicas, cemento Portland, ensayos de laboratorio.**

## **Abstract**

The physical-mechanical properties of the compressed raw earth bricks were investigated by means of an experimental design, adding percentages of Portland cement, San Jerónimo Cusco - 2020. The sample consisted of all the compressed raw earth bricks made with soil from San Jerónimo - Cusco and Portland cement, which are 140, adding four percentages by volume of Portland cement: compressed raw earth bricks with 0%, 5%, 10% and 15% of IP Portland cement respectively. The instrument used was: technical sheets for laboratory tests. The results show that the physical-mechanical properties of the compressed raw earth bricks are optimal by adding percentages of Portland cement, San Jerónimo Cusco - 2020. On the compressed raw earth bricks, the tests of: Dimensional Variation (%), Warping were carried out. (mm), Absorption (%), Compressive Strength (Kg/cm<sup>2</sup>) and finally Flexural Tensile Strength (Kg/cm<sup>2</sup>). Said tests were carried out bearing in mind the current regulations of RNE E.070 - Masonry. Thus, the compressed raw earth bricks made with 0% and 5% IP Portland cement do not comply with the minimum parameters and requirements of RNE E.070 - Masonry (minimum  $f'b = 50 \text{ Kg / cm}^2$ ), while the Compressed raw earth bricks made with 10% and 15% IP Portland cement are classified as Class I and Class II bricks respectively according to Article 5.2 of RNE E.070 - masonry.

***Keywords:* Compressed raw earth bricks, physical-mechanical properties, Portland cement, laboratory tests.**

## I. INTRODUCCIÓN

En el mundo entero la mayoría de los productores de ladrillos de arcilla cocida no tienen un control respecto a la calidad del ladrillo.

En América Latina la situación persiste ya que los mismos fabricantes de ladrillos de arcilla cocida desconocen de las propiedades físico - mecánicas de sus productos.

En el Perú en los últimos años se han construido edificaciones de albañilería por la mejora económica y el crecimiento poblacional en estos tiempos, la mayoría de las edificaciones construidas son principalmente de ladrillo de arcilla cocida. En el Cusco a pesar que la demanda ha ido en aumento, la calidad de los ladrillos se ha estancado, se siguen fabricando los ladrillos de siempre, usando hornos artesanales para la cocción, solo hemos tenido una mejora en la producción acelerada a estos ladrillos le llaman ladrillos semi-industriales.

Por lo tanto, se formula la pregunta general: ¿Cómo son las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020?

Así mismo se formularon las siguientes preguntas específicas: ¿Cómo son las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida, San Jerónimo Cusco - 2020 sin adicionar Cemento Portland?, ¿Cómo son las propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020? y ¿Cómo son las propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020?

En esta investigación existen muchas causas de diferente índole, pero para esta investigación se ha detectado que los procesos tradicionales y/o semi-industriales para la fabricación del ladrillo utilizan hornos artesanales para la cocción lo cual no garantiza que el producto final sea de alta resistencia y durabilidad.

Si esta situación problemática continuara presentándose el impacto de la contaminación no solo afectaría la atmosfera sino el ecosistema puesto que las

ladrilleras están muy cerca de las zonas urbanas y por ende también afecta a la salud de las personas. En esta etapa de la construcción se buscan alternativas para usar sistemas constructivos que sean amigables con el ecosistema y no generen mucha contaminación.

Por tal motivo en esta investigación de tesis se implementó con un material de construcción alternativo, que no genera contaminación al medio ambiente, tiene un proceso constructivo simple, es económico y sobre todo cumple los requerimientos y exigencias establecidos por el RNE E.070 – Albañilería.

Por lo tanto, este estudio tiene una justificación teórica porque resume los conceptos más importantes de los autores que hacen mención a las variables en estudio, Asimismo, cuenta una justificación práctica en la medida que ayuda a solucionar esta problemática actual. De la misma manera presenta una justificación económica puesto que el ladrillo de tierra cruda comprimida evita altos costos en mano de obra, materiales y herramientas. Así mismo presenta una justificación social en razón que se está trabajando con ladrillos que serán utilizados por personas y estarán envueltas en una problemática social. Igualmente presenta una justificación metodológica porque se está aportando con un instrumento para este fin, como es la máquina hidráulica de fabricación de ladrillos, También cuenta con una justificación legal en cuanto que la resistencia y durabilidad siempre involucra normas, como es la NTE E.070 – Albañilería y Finalmente, de una justificación investigativa puesto que los resultados darán pie a que continúen más investigaciones en este campo y tal vez se pueda estudiar otras variables que en esta presente investigación no se han considerado, como son otro tipo de suelo, otro estabilizante, etc.

La limitación más relevante que ha impedido realizar el presente estudio es la emergencia sanitaria a causa del COVID-19 que atraviesa el mundo entero y nuestro país no es ajeno a ello.

Se planteó como objetivo general: Evaluar las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020. Así también, los objetivos específicos son: Determinar las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de

tierra cruda comprimida, San Jerónimo – Cusco 2020, sin adicionar Cemento Portland. Determinar las propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020. Así mismo, Determinar las propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco – 2020.

Como hipótesis general tenemos: Las Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida son óptimas Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020. Como hipótesis específicas tenemos: Las Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida, San Jerónimo Cusco - 2020, son malas sin adicionar Cemento Portland, la segunda hipótesis específica es: Las Propiedades Físicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida son óptimas adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020, y la tercera hipótesis específica es: Las Propiedades Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida son óptimas adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020.

**Figura 1.** *Ladrillo convencional vs ladrillo de tierra cruda comprimida*



Fuente: tijolos fortaleza.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. A Nivel Internacional

Aguilar (2017), presento la tesis intitulo "FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS A BASE DE MATERIAL PRODUCTO DE LA CONSTRUCCIÓN" para conseguir el grado de Maestro en Ingeniería en la UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Aguilar presenta la tesis mencionada con el fin de dar uso los materiales productos del rubro de la construcción para mitigar el daño ocasionado al medio ambiente, con la fabricación de bloques ecológicos y analizar su costo, calidad y seguridad en la construcción, del trabajo presentado por Aguilar podemos extraer los siguientes resultados:

El comportamiento en la última etapa de los ladrillos examinados en esta tesis muestra que pueden ser utilizados sin problemas en el rubro de la construcción, ya que se ensayaron dos muestras por cada mezcla, de las cuales se observa que todas las partes varían entre 40 Kg/cm<sup>2</sup> y 47.5 Kg/m aproximadamente según la figura 131 (pg 125) de la tesis presentada, las cuales cumplieron con las especificaciones mínimas requeridas según la norma NMX-C-441. -ONNCCE-2013 para tabiques hechos a mano (30 kg / cm<sup>2</sup>) y para tabiques extruidos (40 kg / cm<sup>2</sup>).

Camacho, Mena (2018), presentaron la tesis intitulada "DISEÑO Y FABRICACIÓN DE UN LADRILLO ECOLÓGICO COMO MATERIAL SOSTENIBLE DE CONSTRUCCIÓN Y COMPARACIÓN DE SUS PROPIEDADES MECÁNICAS CON UN LADRILLO TRADICIONAL" para conseguir el título de ingeniero civil en la PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR.

Camacho y Mena presentan un nuevo diseño en ladrillo de tierra comprimida que agrega diversos materiales que no causan daño ambiental y son aptos para la construcción. En este caso, la cascarilla de arroz y la ceniza son un valor añadido ecológico. de esta manera avanzar en la edificación sustentable y ser económicamente ventajoso; Del trabajo presentado se extrajeron las siguientes conclusiones relevantes:



La resistencia de los especímenes varió entre 6,31 MPa (64,34 kg / cm<sup>2</sup>) y 7,48 MPa (76,28 kg / cm<sup>2</sup>). De acuerdo con la norma INEN 297, se obtuvieron resultados aceptables en la prueba de compresión para la nueva mampostería. El estándar tiene una resistencia de al menos 6 MPa (61,18 kg / cm<sup>2</sup>) y en el estudio realizado se logró una resistencia de 7,48 MPa (76,28 kg / cm<sup>2</sup>). Después de realizar la prueba de absorción, no se observaron imperfecciones o grietas relacionadas con el agua en las muestras, oscilando entre el 16.84% y el 17.38%. Por tanto, estos elementos se muestran resistentes a esto. Además, cumplen la normativa de absorción, siendo el máximo para los ladrillos hechos a mano del 25% y en el estudio examinado se alcanza el 17,37%. Los resultados conseguidos en la prueba de flexión muestran que el eco ladrillo tiene un módulo de ruptura de 2.46 MPa (25.09 kg / cm<sup>2</sup>), el cual está dentro del valor permisible para ladrillos convencionales exigidos por la norma técnica ecuatoriana INEN 297-2014.

Chimbo (2017), realizó la tesis intitulada “ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS PRENSADOS INTERCONECTABLES ELABORADOS DE BARRO, CANGAHUA Y PUZOLANA, CON ADICIONES DE CEMENTO, CUMPLIENDO LA NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN (NEC 2015), para conseguir el grado de Ingeniero Civil en la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO – ECUADOR.

Chimbo presenta un prototipo de ladrillos prensados que añaden 10%, 15% y 20% de cemento por cada tipo de material a ensayar. El mejoramiento de estos ladrillos tiene la finalidad de ser utilizados en construcciones de carácter estructural las que serán sometidos a los controles de calidad de la norma ecuatoriana NEC 2015, reduciendo la contaminación y obteniendo beneficios económicos; a continuación, se extraen las siguientes conclusiones del trabajo:

Luego de examinar los resultados de las pruebas de compresión, se observa que el porcentaje óptimo de cemento agregado a la mezcla para hacer ladrillos prensados interconectados con Barro o Cangahua es del 15% a los 28 días. Esta es la que le permite alcanzar una resistencia a la compresión de 31,60 kg / cm<sup>2</sup> y 35,33 kg / cm<sup>2</sup> y superar la resistencia a la compresión de 30 kg / cm<sup>2</sup> requerida por el NEC.

Gatani (2017), LADRILLOS DE SUELO-CEMENTO: MAMPUESTO TRADICIONAL EN BASE A UN MATERIAL SOSTENIBLE, Revista De La Construcción (vol. 51) indica que:

El ensayo a la resistencia a la compresión realizado fue de LSC (presión) = 121,80 kg/cm<sup>2</sup>, LSC (impacto) = 76,80 kg/cm<sup>2</sup> y LC = 78,00 kg/cm<sup>2</sup>, los cuales son aceptables para la norma argentina.

Rondón, Sánchez (2009), presentan la tesis intitulada “FACTIBILIDAD DE UTILIZACIÓN DE UN ADITIVO EN LOS DISEÑOS DE MEZCLA DE SUELO-CEMENTO PARA LA FABRICACIÓN DE BLOQUES” para conseguir el título de Ingeniero Civil en la Universidad Central de Venezuela.

Rondón y Sánchez, el fin de su trabajo es de elaborar ladrillos de tierra comprimida adicionando diferentes tipos de aditivos en diferentes dosificaciones, así realizar construcciones económicas y no contaminantes del medio ambiente, del trabajo realizado se extrae los siguientes resultados:

La resistencia a la compresión de los especímenes para suelo-cemento presentan una resistencia a los 7 días de 32,54 kg/cm<sup>2</sup> y 36,76 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente. Se puede decir que, al aumentar el porcentaje de cemento, aumenta la resistencia a la compresión, estando estas dentro del margen mínimo permitido. La resistencia a la flexión de suelo-cemento a los 7 días según grafico 9 (pág. 135) es mayor a 8 Kg/cm<sup>2</sup>, El porcentaje de absorción para la mezcla suelo cemento fue de 18.13% siendo esta inferior al porcentaje máximo permitido indicando que los resultados obtenidos son los más económicos y que cumplen con los mínimos requeridos en la normatividad para la construcción.

### **2.1.2. A Nivel Nacional**

Collazos, Ruiz (2019), realizo el trabajo de investigación intitulado “DISEÑO DE LADRILLO DE CONFITILLO Y CEMENTO COMO ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN, MOYOBAMBA, SAN MARTÍN, 2018”, estudio para conseguir el título de Ingeniero civil en la universidad cesar vallejo.

La tesis presentada por Collazos y Ruiz tiene por objetivo proponer un nuevo tipo de ladrillo que incluye los materiales de confitillo y cemento en su composición

como nueva alternativa para la construcción, empleando al igual que nosotros el RNE E.070 – Albañilería llegando a las siguientes conclusiones más relevantes:

Al realizar las pruebas físico mecánicas obtuvieron una variación dimensional de 2.53 mm, un alabeo 1.93 mm, resistencia a la compresión de  $f_c=56.33$  kg/cm<sup>2</sup> y llegando a un 11.45% de porcentaje de absorción; que de acuerdo a la norma ya señalada el ladrillo se encasilla en un ladrillo tipo I, para uso en muros no portantes y/o tabiquería.

Durand (2017), realizó el trabajo de investigación intitulado “ESTUDIO EXPERIMENTAL DE UNIDADES DE ALBAÑILERÍA FABRICADAS CON SUELO – CEMENTO COMO ALTERNATIVA PARA LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE” estudio para conseguir el grado académico de doctor en ciencias y ingeniería en la Universidad Nacional de Trujillo.

El objetivo general de la tesista Durand es determinar las características físicas y mecánicas de las unidades de albañilería fabricados con suelo – cemento, como nueva alternativa de construcción sostenible; y, además esta nueva unidad de albañilería cumpla de manera adecuada en calidad con las normas técnicas peruanas (NTP), según la propiedad a evaluar. La conclusión más relevante fue:

Al realizar las pruebas físico mecánicas de la nueva unidad de albañilería con un diseño una mezcla de cemento: suelo: arena (1: 5: 0.5) se logró una resistencia a la compresión de 72.22 Kg/Cm<sup>2</sup>, la cual en un 22.22% es mayor al 50 Kg/Cm<sup>2</sup> resistencia mínima exigida por el RNE E. 070, para ladrillos tipo industrial.

Monrroy (2020), realizó el trabajo de investigación intitulado “EVALUACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LA ALBAÑILERÍA CON LADRILLOS DE SUELO - CEMENTO, PARA USO ESTRUCTURAL EN HUANCAYO – JUNÍN” estudio para conseguir el título de ingeniero civil en la Universidad Nacional del Centro del Perú.

El objetivo general del tesista Monrroy es evaluar las propiedades físico – mecánicas de la albañilería con ladrillos de suelo estabilizados con 10% 15% y 20% de cemento para uso estructural, de esta manera poder presentar una nueva alternativa de construcción más resistente y durable. La conclusión más relevante fue:

Los ladrillos estabilizados con 15% y 20% de cemento cumplen con las mínimas características de albañilería que contempla la norma E. 070 del RNE, clasificándolos como unidades “King Kong artesanal” y pueden ser empleadas para muros portantes en edificios de hasta dos pisos; y, las unidades de albañilería estabilizadas con 10% de cemento, pueden ser empleadas en muros no portantes es decir cercos, tabiques, parapetos, etc.

Ramírez (2018), realizaron la tesis intitulada “LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LADRILLO ECOLÓGICO SUELO – CEMENTO FABRICADAS CON ADICIÓN DE 20% DE ASERRÍN DE MADERA PARA MUROS NO PORTANTES EN LA CIUDAD DE HUARAZ-2016” estudio para conseguir el título de ingeniero civil en la Universidad San Pedro.

El principal objetivo de Ramírez es poder realizar un nuevo prototipo de ladrillo ecológico añadiendo una parte de aserrín para la construcción de muros que no soportan cargas, que cumpla con la norma E.070 y los estándares de calidad que analizan las propiedades físico y mecánicas de los ladrillos, obteniendo los siguientes resultados:

En las pruebas físicas, la variación dimensional más notable es el lado ancho de la muestra experimental con una variación de 2 mm, y las demás variaciones son menores en promedio, y el estándar de los ladrillos nos concede una variación de hasta 4 mm, por lo que estamos dentro de lo permitido. La absorción obtenida de la muestra: estándar = 12,94% y experimental = 15,08% está por debajo del valor máximo permisible para ladrillos cocidos del 22%, siendo la diferencia entre las dos muestras del 2,14%. Esta diferencia se debe principalmente a que la muestra, bajo su propiedad Experimental, tiene un 20% de aserrín de madera, y el aserrín en su estado natural es absorbente de agua. La resistencia a compresión simple de estas unidades de albañilería prensadas de arcilla/plástico tiene un patrón de  $f'_{b}=80.38\text{kg/cm}^2$  y experimental  $f'_{b}= 69.67 \text{ Kg/cm}^2$  tienen una resistencia característica del ladrillo tipo II es decir de  $f'_{b}= 70 \text{ Kg/cm}^2$ .

Quispe (2016), presenta la tesis intitulada “DETERMINACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICO MECÁNICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERÍA ELABORADAS CON RESIDUOS SOLIDOS DE LADRILLERAS ARTESANALES,

ARENA DE CANTERA CUNYAC Y CEMENTO TIPO PORTLAND TIPO IP” para conseguir el título de ingeniero civil en la Universidad Andina del Cusco, en la cual se obtiene los siguientes resultados:

El suelo ha sido clasificado como arena graduada con arcilla (SP-SC) por el sistema SUCS, de igual manera AASHTO clasifica al suelo como tipo A-2-6 caracterizada por grava y arena fangosa, y según la clasificación de Toirac Corral (2008), es un buen suelo para la fabricación de unidades de albañilería.

La resistencia a la compresión tiene como promedio de 108,31 Kg/cm<sup>2</sup> que puede entenderse como superior al promedio de resultados antes investigados, una variación de dimensión de 0.44%, 0.73% y 1.09%, un alabeo de menor a 2mm por lo que clasifican a un ladrillo tipo V y e acuerdo con los resultados conseguidos después de la prueba, la tasa de absorción promedio de las unidades de mampostería de arena y cemento de los residuos sólidos hundidos en agua durante 24 horas es del 10,5%.

## **2.2. Teorías Relacionadas a Nuestra Investigación**

### ***Definición de Albañilería***

Según San Bartolomé (1994) es el conjunto de unidades naturales (piedras) o artificiales (adobe, tapial, ladrillos y bloques) que son adheridas o trabadas con mortero de barro o cemento.

También, son unidades estructurales que en su forma tradicional están unidas o pegadas con mortero (Gallegos & Casabonne, 2005)

### ***Definición de Unidad de Albañilería***

Son básicamente los ladrillos o bloques que están elaboradas de arcilla (cerámicas), arena cal (sílice - calcáreo) y concreto. Se les denomina ladrillos cuando son manipulados y a su vez asentados con tan solo una mano; y bloques cuando por su peso y dimensión necesita de las dos manos (San Bartolomé, 1994)

También, Gallegos & Casabonne (2005) define que las unidades de albañilería son los ladrillos y bloques además de ser el elemento básico en la

construcción de la albañilería. Se llaman ladrillos a las unidades que son manipulados con tan solo una mano en el proceso de asentar por el contrario los bloques son unidades hechas para manejar con ambas manos.

### ***Tipos de Unidades de Albañilería***

Los Tipos de unidades de albañilería está en función del porcentaje de huecos (perforaciones o alveolos) que existe en su superficie de asiento y las características de las cavidades. Señala que el tamaño de las unidades ni la materia prima con que se elabora es irrelevante en la clasificación de las unidades (Gallegos & Casabonne, 2005).

#### ***1. Unidades Solidas o Macizas***

Son unidades que presentan alveolos o perforaciones perpendiculares a la superficie de asiento, estas a su vez no pueden exceder más del 30% del área de la sección bruta. Entonces una unidad de albañilería solida o maciza también puede presentar alveolos, pero en porcentajes determinados (Gallegos & Casabonne, 2005).

El investigador señala que este tipo de unidades se utilizan generalmente para la construcción de muros portantes.

#### ***2. Unidades Huecas***

Son unidades huecas que exceden el 30% del área de la sección bruta. Dichas unidades presentan alveolos con dimensiones favorables para ser llenados con concreto liquido o grout de ser este el caso la albañilería se considera como sólida (Gallegos & Casabonne, 2005)

El investigador señala que este tipo de unidades se utilizan generalmente en la construcción de muros de albañilería con unidades de concreto vibrado.

#### ***3. Unidades Alveolares***

Son unidades huecas con más del 30% del área de la sección bruta, estas unidades se caracterizan por tener alveolos reducidos (menores de 4 x 5 cm) en

consecuencia, estas unidades no pueden ser llenados con grout (Gallegos & Casabonne, 2005).

El investigador señala que este tipo de unidades se utilizan en la construcción de muros simples formando llaves de corte entre la unidad y el mortero.

#### 4. Unidades Tubulares o Pandereta

Las unidades sólidas, huecas y alveolares presentan perforaciones o alveolos perpendiculares a la superficie de asiento, mientras que las unidades tubulares presentan alveolos paralelos a la superficie de asiento (Gallegos & Casabonne, 2005).

El investigador señala que este tipo de unidades se utilizan generalmente para la construcción de tabiquería o muros no portantes.

#### **Clasificación para Fines Estructurales**

La clasificación para fines estructurales depende de las propiedades de la unidad de albañilería (RNE E.070 - Albañilería, 2006)

**Tabla 1**

*Clasificación de las unidades de albañilería para fines estructurales*

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSIÓN (Máxima en porcentaje)			ALABEO (Máximo en mm)	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN <i>f'b</i> Mínimo en Mpa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Hasta 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

*(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes*

*(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes.*

Fuente: RNE E.070 – Albañilería

### **Limitaciones en su Aplicación**

La limitación en su aplicación de la unidad de albañilería para fines estructurales estará limitada por las zonas sísmicas que indica el RNE E.030 Diseño Sismorresistente y el tipo de unidad de albañilería (RNE E.070 - Albañilería, 2006).

**Tabla 2**

*Limitación según el uso de la unidad de albañilería para fin estructural*

Tipo	Zona sísmica 2 y 3		Zona sísmica 1
	Muro portante en edificios de 4 pisos a mas	Muro portante en edificios de 1 a 3 pisos	Muro portante en todo el edificio
Sólida Artesanal*	No	Sí, hasta dos pisos	Sí
Sólido Industrial	Sí	Sí	Sí
Alveolar	Sí celdas totalmente llenas con grout	Sí celdas Parcialmente llenas con grout	Sí celdas Parcialmente llenas con grout
Hueca	No	No	Sí celdas Parcialmente llenas con grout
Tubular	No	No	Sí, hasta 2 pisos

*\*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.*

Fuente: RNE E.070 - Albañilería

### **Ladrillos de Arcilla Cocida**

Las unidades de arcilla son conocidos también como ladrillos o ladrillos cerámicos. La producción de bloques de cerámica se aplica en proporciones mínimas (Gallegos & Casabonne, 2005)

La materia prima como los procesos de elaboración inciden en la gran variedad de unidades de arcilla cocida que existe en nuestro país y el extranjero (San Bartolomé, 1994).



### *Materia Prima*

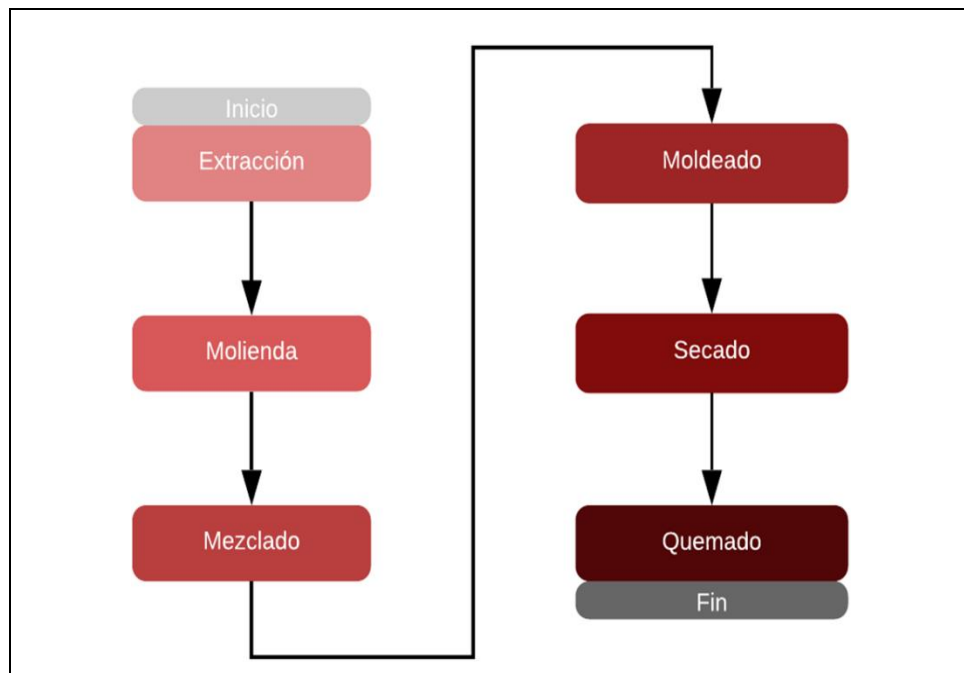
La materia prima con la que se elabora las unidades de albañilería son las arcillas constituidas por sílice (silicio y oxígeno) y alúmina (óxido de aluminio) con sumas pequeñas de óxidos y entre otros. Las arcillas se clasifican en calcáreas y no calcáreas. La primera contiene carbonato de calcio en un 15% lo que le da un color amarillento a la unidad y la segunda contiene silicato de alúmina con un 2 a 10% de óxido de hierro y feldespato lo que da un color rojizo (Gallegos & Casabonne, 2005)

La arcilla más óptima y recomendable para la elaboración de las unidades de arcilla cocida son las que contengan 33% de arena y limo. También menciona que la arena tiene un rol importante ya que reduce el efecto de contracción en la etapa del secado y quema del ladrillo (San Bartolomé, 1994).

### *Proceso de Fabricación*

Los procesos de fabricación de las unidades de arcilla de forma artesanal, semi-industrial e industrial dan lugar a la existencia de la gran variedad de formas, dimensiones y resistencias (San Bartolomé, 1994).

**Figura 2.** *Proceso de fabricación de ladrillos de arcilla cocida*



Fuente: Creación Propia, ladrillos de arcilla cocida

## ***Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida***

El ladrillo de Tierra Cruda Comprimida, es un material de construcción fabricado con una mezcla equilibrada de suelo, cemento y agua en cantidades adecuadas, dicha mezcla es comprimida por una maquina hidráulica. Asimismo, (Durand, 2017) señala que es una mezclanza seca de suelo (con determinadas características granulométricas) y Cemento Portland. A dicha mezcla se le adiciona agua gradualmente para luego ser comprimida.

### *Materia para la Fabricación*

#### *Suelo*

Aproximadamente el 75% del suelo de la corteza terrestre, es aprovechable para la industria de la construcción, por consiguiente, disponemos de muchísima materia prima, e incluso el suelo de misma obra donde se va a realizar la edificación o construcción (Murillo Salas , 2015)

#### *Cemento Portland*

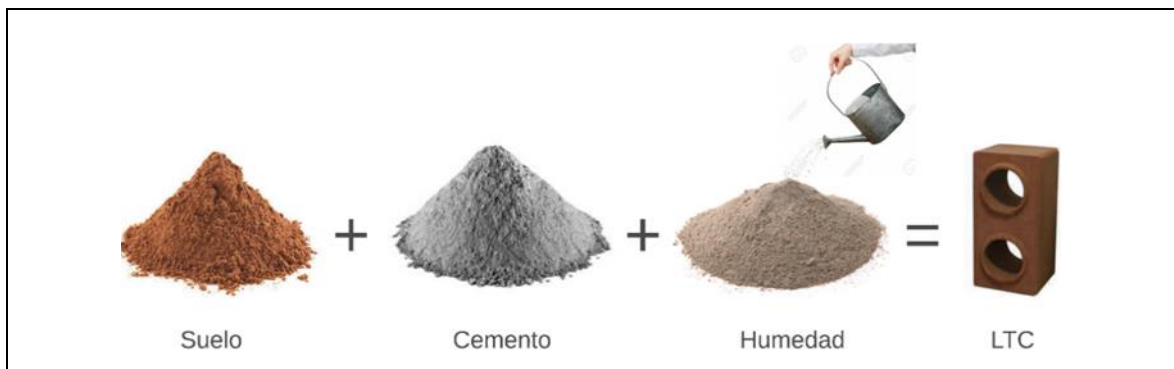
El cemento Portland es el componente de estabilización para mejorar las propiedades del suelo. El cemento más utilizado es el denominado cemento portland IP (Murillo Salas , 2015)

El investigador señala que en la actualidad existen varios tipos de cementos para distintas solicitaciones.

#### *Agua*

La función principal del agua es básicamente hidratar el cemento y hacerlo reaccionar, de esa manera lograr una adecuada compactación del suelo con el cemento. Asimismo, el agua para la producción de los ladrillos de tierra cruda comprimida debe ser limpia, libre de materiales orgánicos (generalmente agua potable) (Murillo, 2015).

**Figura 3.** *Materiales para la producción de ladrillos de tierra cruda comprimida*

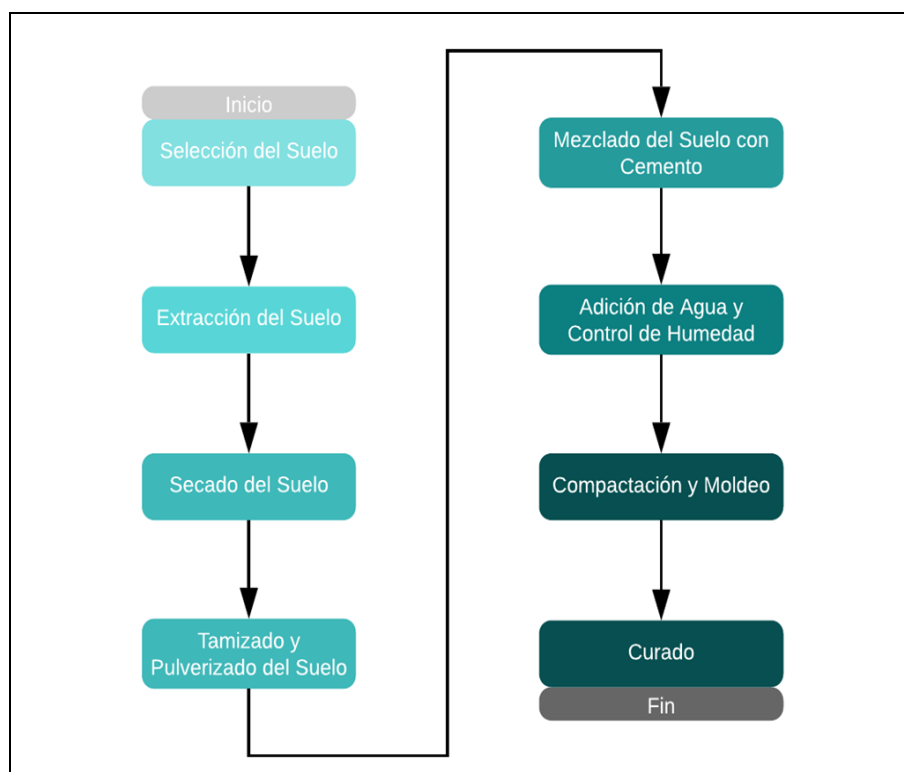


Fuente: Creación propia, materiales para ladrillos de tierra cruda comprimida

### *Proceso de Fabricación*

Para la fabricación de los ladrillos de tierra cruda comprimida se siguen las siguientes actividades:

**Figura 4.** *Proceso de fabricación de ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

## *Ventajas*

- a. *Menos tiempo de construcción:* El novedoso sistema de encajes (macho y hembra) facilita la alineación y aplomado de la pared, llegando a reducir el tiempo de la construcción hasta en un 30% con respecto a la albañilería convencional.
- b. *Mejor acabado:* Por tener dimensiones regulares y caras planas y lisas, los ladrillos de tierra cruda comprimida ofrecen un acabado perfecto y una resistencia alta. Además, los laterales de este tipo de ladrillos están formados por biseles bien acabados, con encaje macho y hembra, eliminando el consumo del mortero para el asentado, que es sustituido por un adhesivo de cola blanca (PVA). Disminuyendo el tiempo de la obra.
- c. *Mayor economía en obra:* Reduce los costos de la obra permitiendo un mejor aprovechamiento de los materiales evitando desperdicios. En el costo final puede generar un ahorro de hasta 40% con relación a la albañilería convencional.
- d. *Más resistente:* La obra resulta hasta 3 veces más resistente que una obra tradicional de 2 pisos. El sistema constructivo modulado conecta la estructura dentro de las paredes permitiendo alcanzar construcciones más consistentes con menor esfuerzo.
- e. *Obra limpia:* El sistema permite la instalación eléctrica y sanitaria puesto que los propios ladrillos tienen alveolos, reduciendo cortes y encofrados innecesarios.
- f. *Mayor seguridad:* Las columnas y vigas estructurales se arman dentro de las cámaras de aire que ofrece ladrillo permitiendo dar mejor distribución a las cargas y mayor rigidez a la estructura.
- g. *Practicidad en la instalación eléctrica e hidráulica:* Las instalaciones de agua y electricidad se incrustan dentro de las cámaras de aire formadas por los ladrillos.
- h. *Aislamiento termo acústico:* El aislamiento de calor, frío y sonido es también el resultado de las cámaras de aire que tienen los ladrillos.
- i. *No contamina el medio ambiente:* Su fabricación carece de cocción en hornos, eliminando así el uso de leña y la emisión de gases por la quema.

## ***Propiedades Físico – Mecánicas de la Unidad de Albañilería***

Como el ladrillo es el elemento principal para la construcción de la albañilería conocer sus propiedades principales es de gran importancia (Gallegos & Casabonne, 2005)

### ***A. Propiedades Físicas***

Es aquella propiedad que es medible sin someterla a ningún tipo de esfuerzos.

#### ***1. Variación Dimensional***

Las dimensiones de un ladrillo, como largo, ancho y altura; no son las mismas, a las de la cara opuesta. Entre cara y cara opuesta, existe variación de dimensiones estos se reflejan en la construcción de los muros al emplear juntas de mortero con mayores espesores a los recomendados por la NTP. Al respecto, (San Bartolomé, 1994) señala que, la variación dimensional determina la altura de las hiladas y el espesor de las juntas en la construcción de la albañilería. Por lo tanto, la variación dimensional se calcula:

$$VD(\%) = \frac{(D_e - D_p)}{D_e} * 100$$

#### ***Ec. 1: Variación Dimensional***

Donde:

VD= Variación Dimensional (%)

De= Dimensión especificada por el fabricante (mm)

Dp= Dimensión Promedio de cada arista (mm)

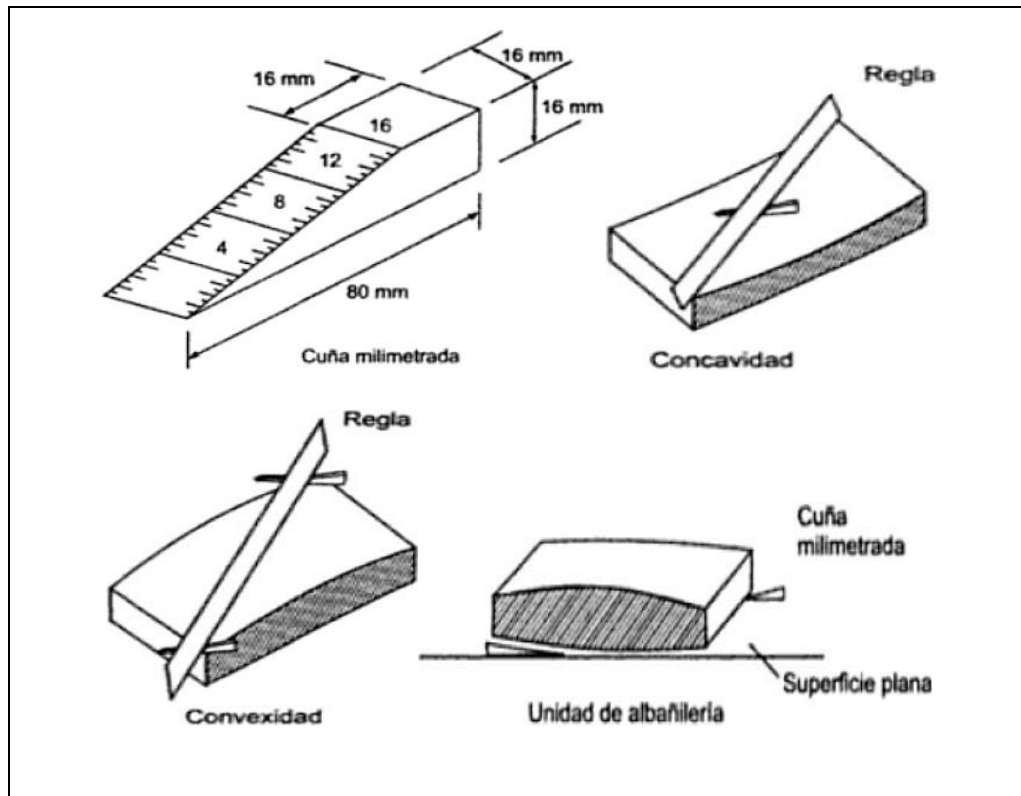
Para el ensayo de Variación Dimensional de las unidades de albañilería, se harán como indican las Normas NTP 399.613 y NTP 399.604 y es expresada en milímetros (RNE E.070 - Albañilería, 2006).

#### ***2. Alabeo***

El alabeo (concavidad o convexidad), similar que la prueba de variación dimensional determina el espesor de las juntas. Es más, un mayor alabeo puede

causar falla en la albañilería (falla de tracción por flexión) puesto que las juntas horizontales presentan vacíos e impiden la pegadura entre el mortero y el ladrillo (San Bartolomé, 1994).

**Figura 5. Medición del Alabeo**



Fuente: (Gallegos & Casabonne, 2005)

Para el ensayo del Alabeo (concavidad y convexidad) de las unidades de albañilería, se harán como indica la norma NTP 399.613 y es expresada en milímetros (RNE E.070 - Albañilería, 2006).

### 3. Absorción

La absorción es el aumento de masa, cuando la unidad es sumergida en agua fría durante un periodo de veinticuatro horas, este aumento de masa se debe a que el agua se introduce en los poros de la unidad. La absorción y la absorción máxima es la diferencia de pesos entre la unidad empapada y la unidad seca y se establece en porcentaje del peso de la unidad seca (Gallegos & Casabonne, 2005). Por lo tanto, la absorción se calcula:

$$Abs(\%) = \frac{(W_{sat} - W_{seco})}{W_{seco}} * 100$$

## Ec. 2: Absorción

Donde:

Abs= Absorción (%)

Wseco = Peso de la unidad secada (gr) en horno a 110 °C

Wsat = Peso de la unidad saturada (gr), luego de haber sumergido durante 24 h. en agua fría

Para el ensayo de la absorción de las unidades de albañilería, se harán como indica las Normas NTP 399.604 y NTP 399.613 (RNE E.070 - Albañilería, 2006).

### **B. Propiedades Mecánicas**

Esta propiedad está sometida a la acción de fuerzas externas hasta su deformación y/o ruptura.

#### *1. Resistencia a la Compresión*

El ensayo de la resistencia a la compresión, es la propiedad más importante de la unidad de albañilería (Gallegos & Casabonne, 2005).

Este ensayo se realiza generalmente con medias unidades secas, pero existen normas que aceptan el ensayo con unidades enteras secas, estas unidades son cubiertas por un capping de yeso o cemento para cubrir las irregularidades. Luego en la maquina universal o hidráulica, se aplica la carga vertical perpendicular a la superficie de asiento de la unidad hasta llegar a la rotura (San Bartolomé, 1994). Por lo tanto, la resistencia a la compresión ( $f'_b$ ) de la unidad de albañilería se establece de la siguiente manera:

$$f'_b = \frac{P_u}{A}$$

## Ec. 3: Resistencia a la Compresión

Donde:

$f'_b$  = Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)

$P_u$  = Carga de rotura (Kg)

$A$  = Área Bruta (cm<sup>2</sup>)

Para el ensayo de la resistencia a la compresión de las unidades de albañilería, se desarrollará como indica las Normas NTP 399.613 y NTP 339.604 (RNE E.070 - Albañilería, 2006).

## 2. Resistencia a la Tracción

La resistencia a la tracción se mide generalmente con dos ensayos: el ensayo de tracción indirecta y el ensayo de tracción por flexión (Gallegos & Casabonne, 2005):

*Ensayo de tracción indirecta.* - Se realiza con la misma maquina universal o hidráulica. La unidad se fija arriba y abajo por una barra de acero. Se determina de la siguiente manera:

$$f'_{bt} = \frac{2 \cdot P_u}{\pi \cdot b \cdot t_b}$$

### Ec. 4: Resistencia a la Tracción indirecta

Donde:

f'bt = Resistencia a la tracción indirecta (Kg/cm<sup>2</sup>)

Pu = Carga de rotura (Kg)

b = Ancho de la unidad (cm)

tb = Altura de la unidad de la unidad (cm)

*Ensayo de tracción por flexión.* – También es realizada con la misma maquina universal o hidráulica. La unidad se apoya a una distancia de 180 mm como máximo, para luego aplicar una carga céntrica. Se determina de la siguiente manera:

$$f'_{br} = \frac{3 \cdot P_u \cdot l}{2 \cdot b \cdot t_b^2}$$

### Ec. 5: Resistencia a la Tracción por flexión

Donde:

f'br = Resistencia a la tracción por flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)

Pu = Carga de rotura (Kg)

l = Luz o distancia entre ejes de apoyo (cm)

b = Ancho de la unidad (cm)

tb = Altura de la unidad de la unidad (cm)



## Cemento Portland

El cemento portland es un polvo gris fino que se logra del calcinamiento a 1450°C de piedras calizas y arcillas (Clinker), finalmente se le añade yeso al Clinker, es decir: Cemento Portland = Clinker + yeso. También se pueden añadir al cemento portland otros materiales llamados adiciones de acuerdo a las solicitudes requeridas.

Cemento es el nombre comercial y/o popular del producto, Cemento Portland es el nombre técnico.

**Tabla 3**

*Principales componentes químicos del cemento portland*

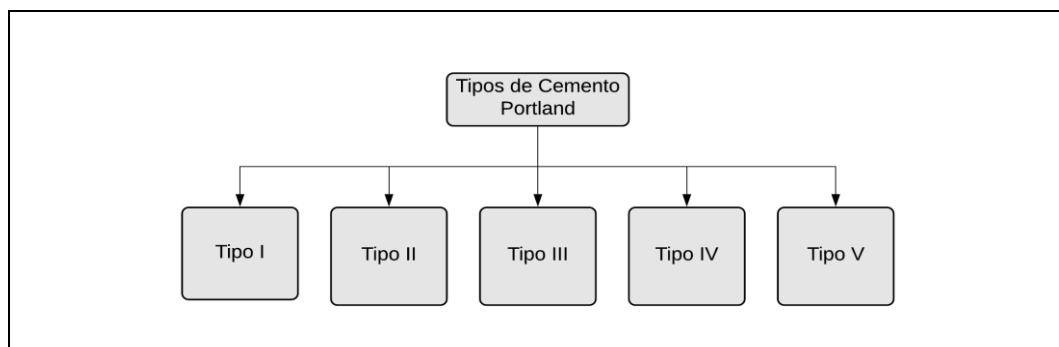
Constituyente	Fórmula (abreviación)	Contenido, peso %	
		Rango	Promedio
Silicato Tricálcico	$3\text{CaOSiO}_2(\text{C}_3\text{S})$	46-79	61
Silicato Dicálcico	$2\text{CaOSiO}_2(\text{C}_2\text{S})$	5-30	15
Aluminato Tricálcico	$3\text{CaOAl}_2\text{O}_3(\text{C}_3\text{A})$	6-18	12
Aluminio-Ferrito Dicálcico	$2\text{CaO}(\text{Al}_2\text{O}_3, \text{Fe}_2\text{O}_3)[\text{C}_2(\text{A}, \text{F})]$	4-16	8
Oxido de calcio libre	$\text{CaO}(\text{C})$	0.1-4	-
Oxido de magnesio libre	$\text{MgO}(\text{M})$	0.7-1.5	-

Fuente: Aceros Arequipa

### *Tipos de Cemento Portland*

La norma técnica americana ASTM y la NTP 334.082 establece cinco tipos de Cemento Portland. (Abanto, 2009).

**Figura 6.** *Tipos de cemento portland*



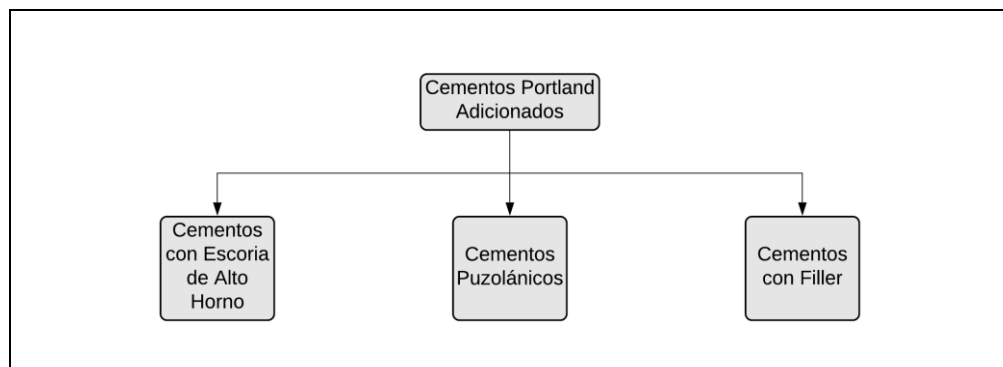
Fuente. creación Propia.

## *Cementos Portland Adicionados*

Como se mencionó líneas arriba, al Cemento Portland (Clinker + Yeso) se pueden añadir otros materiales inorgánicos llamados adiciones, con el propósito de aumentar aún más su resistencia y durabilidad (resistencia a largo plazo).

En todo el mundo existen tres tipos de cemento portland adicionados y estos son (Biondi Shaw , 2017)










**Figura 7.** *Cementos portland adicionados*



Fuente. Creación Propia.

Es preciso mencionar que se sigue buscando e investigando otros subproductos para adiciones de cemento portland. Sin embargo, en nuestro país se usa solo las puzolanas naturales para producir cemento portland (Biondi Shaw , 2017). Por lo tanto, en la norma NTP 334.090 y NTP 334.082 considera los cementos portland adicionados (cemento adicionado binario y cemento adicionado ternario) de uso general los siguientes:

**Figura 8. Cementos Portland Adicionados en Perú**

FÁBRICA	TIPO	NOMBRE	PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS
<b>UNACEM S.A.A.</b>			
	IP	ATLAS	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uso general</li> <li>• Mayor resistencia a largo plazo</li> <li>• Mayor impermeabilidad</li> </ul>
	IP	ANDINO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uso general</li> <li>• Mayor resistencia a largo plazo</li> <li>• Mejor impermeabilidad</li> </ul>
	I(PM)	ANDINO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uso general</li> <li>• Mejor impermeabilidad</li> </ul>
<b>CEMENTOS PACASMAYO S.A.A.</b>			
	ICo	EXTRA-FORTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De uso general</li> <li>• Mejor trabajabilidad</li> </ul>
	MS(MH)(R)*	ANTI-SALITRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Moderada resistencia a sulfatos</li> <li>• Resistencia al agua de mar</li> <li>• Moderado calor de hidratación</li> <li>• Opción R - Baja reactividad</li> </ul>
	HS(R)*	EXTRA-DURABLE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta resistencia a sulfatos</li> <li>• Moderado calor de hidratación</li> <li>• Opción R - Baja reactividad</li> </ul>
<b>YURA S.A.</b>			
	IP	ALTA DURABILIDAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor impermeabilidad</li> <li>• Mejor resistencia a sulfatos</li> </ul>
	HE*	ALTA RESISTENCIA INICIAL	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor resistencia inicial</li> <li>• Mayor impermeabilidad</li> </ul>
	HS	ANTI-SALITRE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alta resistencia a sulfatos</li> <li>• Mayor impermeabilidad</li> </ul>

\*Los cementos marcados pertenecen a la norma NTP 334.082. Especificación de la Performance, pero según su propia ficha técnica son cementos adicionados y por eso se han considerado.

Fuente: Biondi (2017). Tecnología del Cemento. Construyendo Caminos & obras.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1. *Tipo de Investigación*

El presente estudio de investigación es del tipo APLICADA, porque el diseño es EXPERIMENTAL.

##### 3.1.2. *Diseño de Investigación*

El diseño del presente estudio de investigación es EXPERIMENTAL, porque manipula variable y busca medir el efecto de la variable independiente (Cemento Portland IP 0%, 5%, 10% y 15%) sobre la variable dependiente (aumento o disminución de las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida).

#### 3.2. Variables y Operacionalización

##### 3.2.1. *Variable Dependiente*

Propiedades Físico – Mecánicas de las Unidades de Albañilería

###### *Definición Conceptual*

Las propiedades físicas son aquellas que son medibles sin someterla a ningún tipo de esfuerzo, mientras que las propiedades mecánicas son sometidas a la aplicación de fuerzas externas hasta su deformación y/o ruptura.

###### *Definición operacional:*

Esta variable se va a medir con ensayos de laboratorio para este estudio.

###### *Indicadores:*

Variación dimensional, Alabeo, Absorción, Resistencia a Compresión y Resistencia a Tracción por Flexión.

##### 3.2.2. *Variable independiente:*

Cemento Portland

Definición conceptual:

El investigador (2020) define al Cemento Portland como: un polvo gris fino que se logra de la calcinación a 1450 °C de piedras calizas y arcillas (Clinker), finalmente se le añade yeso al Clinker, es decir, Cemento Portland = Clinker + Yeso.

*Definición operacional:*

Esta variable se va a medir con Cemento Portland tipo IP para este estudio.

*Indicadores:*

Porcentaje en volumen de Cemento Portland IP (0%, 5%, 10% y 15%)

### 3.3. Población, muestra y muestreo:

#### 3.3.1. Población

En el presente estudio de investigación la población está compuesta por 140 Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida elaborados con suelo de San Jerónimo - Cusco y Cemento Portland IP.

#### 3.3.2. Muestra

La muestra asignada a esta investigación son el total de ladrillos de tierra cruda comprimida fabricadas con suelo de San Jerónimo – Cusco y Cemento Portland IP. Muestra igual a la población.

Tabla 4

*Muestra de ladrillos de tierra cruda comprimida para ensayos físicos y mecánicos*

MUESTRAS	ENSAYOS FÍSICOS			ENSAYOS MECÁNICOS		SUB TOTAL
	Variación Dimensional	Alabeo	Absorsión	Resistencia a Compresión	Resistencia a Tracción por Flexión	
Muestra "A"-15%CP	10	10	5	5	5	35
Muestra "B"-10%CP	10	10	5	5	5	35
Muestra "C"-5%CP	10	10	5	5	5	35
Muestra "D"-0%CP	10	10	5	5	5	35
					<b>TOTAL</b>	<b>140</b>

Fuente: Creación Propia

### **3.3.3. Muestreo**

El presente estudio de investigación posee un muestreo del tipo no probabilístico o muestreo dirigido, por la razón de que la muestra fue elegida a conveniencia.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Para el presente estudio de investigación se empleó la técnica de la observación científica y como instrumentos las siguientes fichas técnicas de laboratorio:

Ficha técnica: ensayo de variación dimensional

Ficha técnica: ensayo de alabeo

Ficha técnica: ensayo de absorción


Ficha técnica: ensayo de resistencia a la compresión

Ficha técnica: ensayo de resistencia a la tracción por flexión



**Tabla 6**

*Ficha Técnica para alabeo*


 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
<b>FICHA TÉCNICA: ALABEO (NTP 399.613)</b>				
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEVA MARTINEZ		
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOtest PERU		
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
◦ 40 especímenes ◦ Regla metálica y/o vernier ◦ Cuñas milimetradas ◦ Franela		◦ Brocha ◦ plumón ◦ Cámara fotográfica		
<b>LTC 15%</b>	<b>MUESTRAS "A"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
<b>LTC 10%</b>	<b>MUESTRAS "B"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
<b>LTC 5%</b>	<b>MUESTRAS "C"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
<b>LTC 0%</b>	<b>MUESTRAS "D"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>

Fuente: Creación Propia, fichas técnicas



**Tabla 7**


*Ficha técnica para absorción*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA                  ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA                  CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda                  Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San                  Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: ABSORCION (NTP 399.613 y 399.604)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEVA MARTINEZ		
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOtest PERU		
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>			
◦ 20 especímenes ◦ Recipientes ◦ Agua ◦ Brocha ◦ Franela		◦ Balanza digital ◦ Horno eléctrico ◦ Plumón ◦ Cámara fotográfica	
<b>LTC 15%</b>	<b>MUESTRA "A"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	
<b>LTC 10%</b>	<b>MUESTRA "B"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	
<b>LTC 5%</b>	<b>MUESTRA "C"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	
<b>LTC 0%</b>	<b>MUESTRA "D"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	

Fuente: Creación Propia, fichas técnicas

**Tabla 8**


*Ficha técnica para resistencia a compresión*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>										
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA                  ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA                  CIVIL</b>										
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda                  Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San                  Jerónimo Cusco - 2020”.</b>										
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 339.604 )</b>										
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>								
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU								
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020								
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Apoyos para sujetar el espécimen</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>					
<b>LTC 15%</b>		<b>MUESTRAS "A"</b>								
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	
<b>LTC 10%</b>		<b>MUESTRAS "B"</b>								
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	
<b>LTC 5%</b>		<b>MUESTRAS "C"</b>								
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	
<b>LTC 0%</b>		<b>MUESTRAS "D"</b>								
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	

Fuente: Creación Propia, fichas técnicas

**Tabla 9**

*Ficha Técnica para resistencia a tracción por flexión*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>													
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>													
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>													
FICHA TECNICA: RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION (ITINTEC 331.07)													
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ											
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU											
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020											
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>													
◦ 20 especímenes ◦ Recipiente metálico ◦ Espátula ◦ Yeso y/o cemento ◦ Agua ◦ Franela													
◦ Regla metálica y/o vernier ◦ Brocha ◦ Plumón ◦ Flexómetro ◦ Prensa hidráulica ◦ Cámara fotográfica													
<b>LTC 15%</b>		<b>MUESTRAS "A"</b>											
<b>Especimen</b>	<b>Largo (cm)</b>			<b>Ancho (cm)</b>			<b>Altura (cm)</b>			<b>Long entre apoyos (cm)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>f'br (Kg/cm2)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
<b>LTC 10%</b>		<b>MUESTRAS "B"</b>											
<b>Especimen</b>	<b>Largo (cm)</b>			<b>Ancho (cm)</b>			<b>Altura (cm)</b>			<b>Long entre apoyos (cm)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>f'br (Kg/cm2)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
<b>LTC 5%</b>		<b>MUESTRAS "C"</b>											
<b>Especimen</b>	<b>Largo (cm)</b>			<b>Ancho (cm)</b>			<b>Altura (cm)</b>			<b>Long entre apoyos (cm)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>f'br (Kg/cm2)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
<b>LTC 0%</b>		<b>MUESTRAS "D"</b>											
<b>Especimen</b>	<b>Largo (cm)</b>			<b>Ancho (cm)</b>			<b>Altura (cm)</b>			<b>Long entre apoyos (cm)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>f'br (Kg/cm2)</b>
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	

Fuente: Creación Propia, fichas técnicas

### 3.5. Procedimientos

Para lograr el objetivo del presente estudio de investigación se realizaron los siguientes ensayos:

#### 3.5.1. Ensayos Preliminares

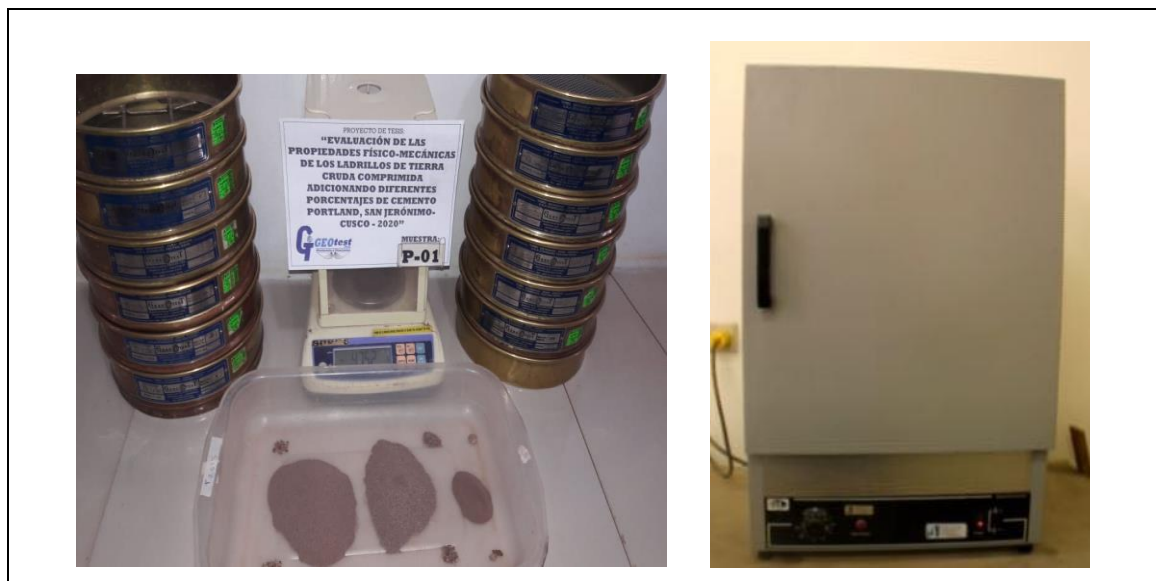
##### **Granulometría**

Referencia Normativa: NTP 339.128

##### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- 1 Kg de materia
- Horno
- Envase
- Balanza
- Brocha
- Serie de mallas
- Cazuela
- Cámara fotográfica

**Figura 9.** *Materiales y equipos empleados en la prueba de granulometría*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

b) Procedimiento

**Tabla 10**

*Proceso a seguir para la prueba de granulometría*

1. se realiza el cuarteo de la muestra y procede a seleccionar un cuarto de la muestra para el ensayo.
2. Se procede a secar la muestra seleccionada
3. Pesar la muestra
4. Lavar la muestra y secar en el horno a  $110 \pm 5$  °C
5. Pesar la muestra
6. Se procede a pasar por los tamices correspondientes
7. Se pesa el material retenido en cada tamiz

Fuente: Creación propia

**Figura 10.** *Proceso a seguir de la prueba de granulometría*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 11.** *Proceso a seguir de la prueba de granulometría*




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

c) Recogida de datos

**Tabla 11**

Recogida de datos de la prueba de Granulometría

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>																																																					
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>																																																					
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>																																																					
<b>FICHA TECNICA: GRANULOMETRIA (NTP 339.128 - ASTM-D4318)</b>																																																					
<b>TESISTAS:</b>	◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ																																																				
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOtest PERU																																																				
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020																																																				
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>	◦ Muestra de material de cantera ◦ Balanza ◦ Cazuela ◦ Horno ◦ Brocha ◦ Camara fotografica ◦ Envase ◦ Tamices de malla cuadrada																																																				
<b>DATOS</b>																																																					
<b>PESO DE LA MUESTRA: (Gr.)</b> <b>INICIAL:</b> 889 Gr <b>DESPUES DE LAVAR:</b> 179 Gr																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">ABERTURA DEL TAMIZ</th> <th>PESO</th> </tr> <tr> <th>TAMIZ</th> <th>mm</th> <th>RETENIDO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>3"</td><td>76.20</td><td>0</td></tr> <tr><td>2"</td><td>50.80</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1"</td><td>25.40</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>3/4"</td><td>19.05</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>3/8"</td><td>9.53</td><td>0.00</td></tr> <tr><td>1/4"</td><td>6.35</td><td>0.58</td></tr> <tr><td>#4</td><td>4.75</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>#8</td><td>2.38</td><td>0.42</td></tr> <tr><td>#16</td><td>1.19</td><td>0.32</td></tr> <tr><td>#30</td><td>0.59</td><td>0.33</td></tr> <tr><td>#50</td><td>0.30</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>#100</td><td>0.15</td><td>73.84</td></tr> <tr><td>#200</td><td>0.07</td><td>91.32</td></tr> <tr><td>CAZUELA</td><td>0.00</td><td>11.30</td></tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;"><b>TOTAL</b></td> <td><b>179.00</b></td> </tr> </tbody> </table>			ABERTURA DEL TAMIZ		PESO	TAMIZ	mm	RETENIDO	3"	76.20	0	2"	50.80	0.00	1"	25.40	0.00	3/4"	19.05	0.00	3/8"	9.53	0.00	1/4"	6.35	0.58	#4	4.75	0.24	#8	2.38	0.42	#16	1.19	0.32	#30	0.59	0.33	#50	0.30	0.65	#100	0.15	73.84	#200	0.07	91.32	CAZUELA	0.00	11.30	<b>TOTAL</b>		<b>179.00</b>
ABERTURA DEL TAMIZ		PESO																																																			
TAMIZ	mm	RETENIDO																																																			
3"	76.20	0																																																			
2"	50.80	0.00																																																			
1"	25.40	0.00																																																			
3/4"	19.05	0.00																																																			
3/8"	9.53	0.00																																																			
1/4"	6.35	0.58																																																			
#4	4.75	0.24																																																			
#8	2.38	0.42																																																			
#16	1.19	0.32																																																			
#30	0.59	0.33																																																			
#50	0.30	0.65																																																			
#100	0.15	73.84																																																			
#200	0.07	91.32																																																			
CAZUELA	0.00	11.30																																																			
<b>TOTAL</b>		<b>179.00</b>																																																			

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOtest Perú.

## **Límites de Atterberg**

Referencia Normativa: NTP 339.129

### a) Materiales y equipos empleados en la prueba

- Muestra de material de cantera
- gotero
- Espátula
- Horno
- Balanza
- Cuchara Casagrande
- ranurador
- recipientes
- mortero
- tamiz N°40
- superficie plana
- cámara fotográfica

**Figura 12.** Materiales y equipos empleados en la prueba de límites de Atterberg



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

## b) Procedimiento

**Tabla 12**

*proceso a seguir para la prueba de límites de Atterberg*

<ol style="list-style-type: none"><li>1. se calibra el cucharon de casa grande con altura de cuchara de 1cm</li><li>2. se procede a colocar el material al mortero y triturar la muestra.</li><li>3. se pasa el material por el tamiz N°40</li></ol> <p><b>Limite liquido:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>4. se coloca en un recipiente la muestra triturada y agua hasta tener una consistencia homogénea.</li><li>5. se coloca a en la cuchara Casagrande con ayuda de una espátula.</li><li>6. se coloca el ranurador para cortar en dos partes de muestra colocada.</li><li>7. Se empieza a hacer el conteo hasta que la ranura realizada se una.</li><li>8. Se toma una porción de la muestra y se coloca en un recipiente.</li><li>9. Pesamos la muestra húmeda y colocamos en el horno a <math>110 \pm 5</math> °C por 24 horas.</li><li>10. Pesamos la muestra seca.</li></ol> <p><b>Limite plástico:</b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. se coloca en un recipiente la muestra y agua hasta tener una consistencia homogénea.</li><li>2. homogénea.</li><li>3. se realiza unos rollitos o bastones hasta llegar a un diámetro de 3 mm</li><li>4. se procede a pesar las muestras obtenidas</li><li>5. colocamos en el horno a <math>110 \pm 5</math> °C por 24 horas</li><li>6. pesamos la muestra seca.</li></ol>
---

Fuente: Creación propia

**Figura 13.** *Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú



**Figura 14.** *Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 15.** *Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 16.** *Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 17.** *Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 18.** *Proceso a seguir de la prueba de límites de Atterberg*




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

c) Recogida de datos

**Tabla 13**

Recogida de datos de la prueba de Limites de Atterberg

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>				
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
<b>FICHA TECNICA: LIMITES DE CONSISTENCIA (NTP-399.129 ASTM-D4318)</b>				
<b>TESISTAS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>			
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOtest PERU			
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020			
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Muestra de material de cantera</li> <li>◦ Gotero</li> <li>◦ espátula</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Horno</li> <li>◦ balanza</li> <li>◦ cuchara Casagrande</li> <li>◦ ranurador</li> <li>◦ Recipiente y/o capsula</li> <li>◦ Mortero</li> <li>◦ Tamiz N° 40</li> <li>◦ Superficie plana</li> <li>◦ Camara fotografica</li> </ul>			
<b>DATOS</b>				
<b>LIMITE LIQUIDO</b>				
<b>PESO \ MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Peso de la capsula (Gr)	14.9	19.33	15.19	18.8
Peso de la capsula + Suelo humedo (Gr)	29.37	34.9	30.37	33.74
Peso de la capsula + Suelo seco (Gr)	25.22	31.84	27.92	32.05
N° de golpes	4	16	27	38
<b>LIMITE PLASTICO</b>				
<b>PESO \ MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>		
Peso de la capsula (Gr)	15.22	11.56		
Peso de la capsula + Suelo humedo (Gr)	25.57	21.48		
Peso de la capsula + Suelo seco (Gr)	24.05	20.01		

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOtest Perú.

## **Contenido de humedad**

Referencia Normativa: 339.127

### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- Material de cantera
- Horno
- Balanza
- Recipientes
- Guantes
- Tenazas
- Cámara fotográfica

**Figura 19.** *Materiales y equipos empleados en la prueba de contenido de agua*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

b) Procedimiento

**Tabla 14**

*Proceso a seguir para la prueba de contenido de agua*

1. Pesar los recipientes vacíos usados para la muestra.
2. Colocar la muestra en el contenedor.
3. Pesar la muestra en balanza y registrar el valor.
4. Colocar el material en el horno a  $110\pm 5^{\circ}\text{C}$ .
5. Pesar la muestra seca en balanza y registrar el valor

Fuente: Creación propia

**Figura 20.** *Proceso a seguir de la prueba de contenido de agua*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 21.** *Proceso a seguir de la prueba de contenido de agua*




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

c) Recogida de datos

**Tabla 15**

Recogida de datos de la prueba de contenido de agua

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP-399.127 ASTM-D2216)</b>			
<b>TESISTAS:</b>	◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ		
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOtest PERU		
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>	◦ Muestra de material de cantera ◦ Recipiente y/o capsula ◦ Horno		
	◦ balanza ◦ Camara fotografica		
<b>DATOS</b>			
<b>LIMITE LIQUIDO</b>			
<b>PESO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso de la capsula (Gr)		18.16	18.3
Peso de la capsula + Suelo humedo (Gr)		51.14	50.18
Peso de la capsula + Suelo seco (Gr)		47.28	46.3
<b>Peso del suelo (Gr)</b>		<b>29.12</b>	<b>28</b>
<b>Contenido de Humedad (W)</b>		<b>13.26</b>	<b>13.86</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2. Elaboración de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida

#### a) Materiales y equipos

- Suelo de la cantera de San Jerónimo - Cusco
- Cemento Portland IP
- Cubeta
- Regadera de PVC
- Agua
- Mezcladora eléctrica
- Zaranda metálica de 5mm
- Balde PVC de 20 litros
- Pala
- Carretilla
- Maquina hidráulica

**Figura 22.** *Materiales y Equipos Empleados en la Elaboración de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

*b) Procedimiento*

**Tabla 16**

*Proceso a seguir para la elaboración de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida*

1. Tamizar el suelo con zaranda metálica cuadrada de 5mm
2. Dosificar el suelo y el cemento con una cubeta
3. Mezclar el suelo y cemento con una mezcladora
4. Agregar agua gradualmente hasta alcanzar una mezcla favorable
5. Verter la mezcla con la humedad optima a los moldes de la maquina hidráulica y comprimir la mezcla y obtener el ladrillo de tierra cruda comprimida
6. Retirar el ladrillo de la máquina y transportar a un lugar bajo techo
7. Después de 24 horas, hidratar los ladrillos de tierra cruda comprimida mínimo por 7 días

Fuente: Creación propia

**Figura 23.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida



**Figura 24.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 25.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 26.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



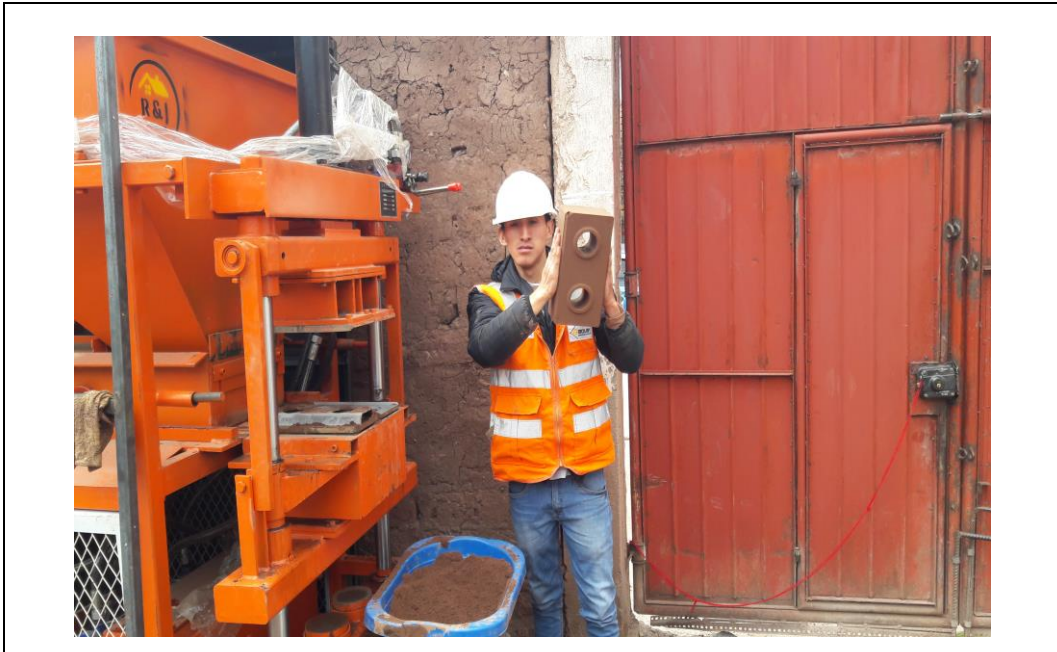
Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 27.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



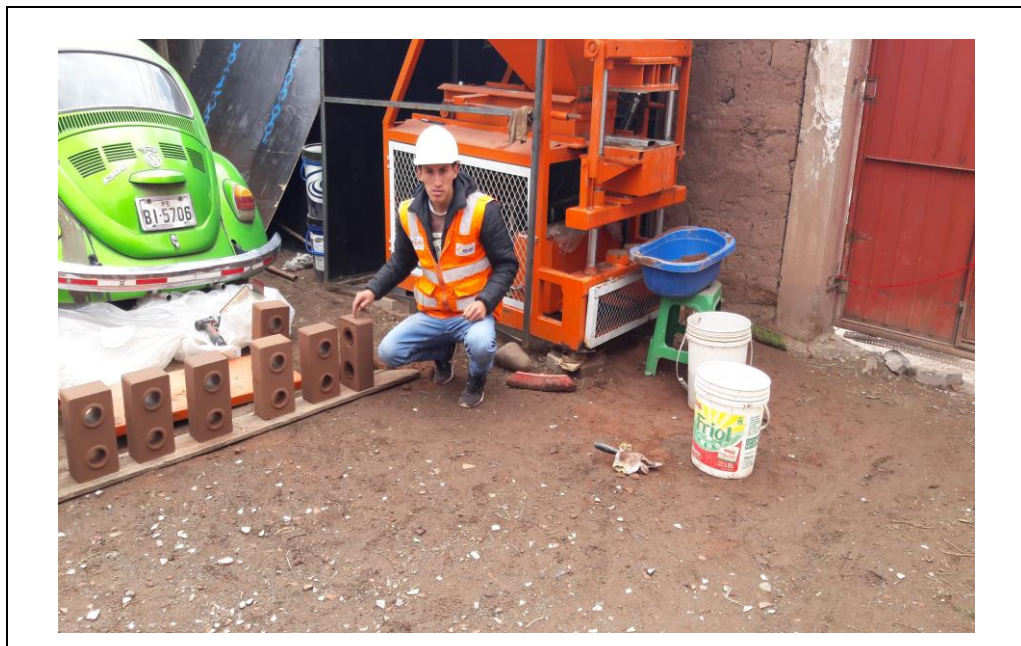
Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 28.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 29.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 30.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

**Figura 31.** *Proceso a seguir de elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida*



Fuente: Creación propia, ladrillos de tierra cruda comprimida

### 3.5.3. Ensayos a los Ladrillos de Tierra Cruda comprimida

#### *Variación dimensional*

Referencias Normativas: RNE E.070 - Albañilería y NTP 399.613

#### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- 40 especímenes
- regla metálica y/o vernier
- franela
- brocha
- plumón
- cámara fotográfica

**Figura 32.** Materiales y equipos empleados en la prueba de variación dimensional



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

b) Procedimiento

**Tabla 17**

*Proceso a seguir para la prueba de variación dimensional*

1. Identificar los especímenes
2. Limpiar los especímenes
3. Enumerar los especímenes
4. Medir los largos, anchos y alturas de todas las caras de los especímenes
5. Registrar las dimensiones en la ficha técnica

Fuente: Elaboración propia

**Figura 33.** *Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 34.** *Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 35.** *Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 36.** *Proceso a seguir de la prueba de variación dimensional*




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

c) Recogida de datos

Tabla 18

Recogida de datos de la prueba de variación dimensional

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.															
FICHA TECNICA: VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613 Y 399.604)															
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ													
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU													
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020													
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>		◦ 40 especímenes ◦ Regla metálica y/o vernier ◦ Franela ◦ Brocha ◦ plumón ◦ Cámara fotográfica													
LTC 15% MUESTRAS "A"															
Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MA1	295.00	296.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		95.00	95.00	95.00	95.00	
MA2	294.00	295.00	294.00	294.00		146.00	146.00	145.00	145.00		95.00	95.00	95.00	95.00	
MA3	294.00	295.00	294.00	293.00		146.00	146.00	145.00	145.00		95.00	95.00	95.00	95.00	
MA4	294.00	295.00	294.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		95.00	95.00	95.00	95.00	
MA5	294.00	295.00	294.00	294.00		146.00	146.00	145.00	146.00		95.00	95.00	95.00	95.00	
MA6	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		96.00	96.00	96.00	96.00	
MA7	296.00	295.00	296.00	295.00		145.00	145.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MA8	295.00	296.00	295.00	296.00		145.00	145.00	146.00	145.00		95.00	95.00	95.00	95.00	
MA9	295.00	295.00	294.00	295.00		145.00	145.00	146.00	145.00		96.00	96.00	96.00	96.00	
MA10	294.00	295.00	294.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		96.00	96.00	96.00	96.00	
LTC 10% MUESTRAS "B"															
Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MB1	296.00	296.00	296.00	296.00		146.00	146.00	146.00	146.00		96.00	96.00	96.00	96.00	
MB2	295.00	295.00	296.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB3	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB4	295.00	295.00	296.00	296.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB5	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		96.00	96.00	96.00	96.00	
MB6	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB7	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB8	296.00	296.00	295.00	296.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB9	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MB10	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		96.00	97.00	97.00	97.00	
LTC 5% MUESTRAS "C"															
Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MC1	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC2	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC3	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC4	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC5	295.00	295.00	295.00	295.00		145.00	145.00	145.00	145.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC6	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC7	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC8	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		96.00	97.00	97.00	97.00	
MC9	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MC10	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
LTC 0% MUESTRAS "D"															
Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MD1	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD2	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD3	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD4	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD5	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD6	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD7	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD8	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD9	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	
MD10	295.00	295.00	295.00	295.00		146.00	146.00	146.00	146.00		97.00	97.00	97.00	97.00	

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOTest Perú.



## **Alabeo**

Referencias Normativas: RNE E.070 - Albañilería y NTP 399.613

### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- 40 especímenes
- regla metálica y/o vernier
- cuñas milimetradas
- franela
- brocha
- plumón
- cámara fotográfica

**Figura 37.** Materiales y equipos empleados en la prueba de alabeo



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

b) Procedimiento

**Tabla 19**

*Proceso a seguir para la prueba de alabeo*

1. Identificar los especímenes
2. Limpiar los especímenes
3. Enumerar los especímenes
4. Colocar el espécimen sobre una superficie plana  
**Para verificar si es cóncava:**
5. Colocar la regla metálica de forma diagonal en espécimen, seguidamente medir la concavidad con otra regla metálica en punto medio  
**Para verificar si es convexa:**
6. Colocar la regla metálica en forma diagonal en el espécimen, seguidamente medir la convexidad con las cuñas milimetradas en puntos extremos.
7. Registrar la concavidad y convexidad en la ficha técnica

Fuente: Creación propia

**Figura 38.** *Proceso a seguir de la prueba de alabeo*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 39.** Proceso a seguir de la prueba de alabeo



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 40.** Proceso a seguir de la prueba de alabeo




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

c) Recogida de datos

Tabla 20

Recogida de datos de la prueba de alabeo

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
<b>FICHA TECNICA: ALABEO (NTP 399.613)</b>				
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>		
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU		
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 40 especímenes</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Cuñas milimetradas</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ plumón</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>				
<b>LTC 15% MUESTRAS "A"</b>				
Especimen	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
MA1	0.00	2.00	0.00	0.00
MA2	1.00	1.00	0.00	1.00
MA3	0.00	0.00	0.00	1.50
MA4	2.00	2.00	0.00	0.00
MA5	0.00	0.00	1.00	2.00
MA6	0.00	1.00	0.00	0.50
MA7	0.00	0.00	1.00	0.00
MA8	1.00	0.00	1.00	0.00
MA9	0.50	1.00	0.00	0.00
MA10	0.00	0.00	0.50	1.00
<b>LTC 10% MUESTRAS "B"</b>				
Especimen	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
MB1	1.00	0.00	1.00	0.00
MB2	0.00	2.00	3.00	1.00
MB3	0.00	0.00	0.00	1.00
MB4	2.00	1.00	1.00	1.00
MB5	1.00	2.00	0.00	0.00
MB6	1.00	1.00	0.00	0.00
MB7	0.50	0.00	0.00	0.00
MB8	0.00	0.00	1.00	0.50
MB9	0.00	1.00	0.00	0.00
MB10	0.00	0.00	0.00	1.00
<b>LTC 5% MUESTRAS "C"</b>				
Especimen	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
MC1	0.00	1.00	1.00	0.00
MC2	1.00	2.00	2.00	2.00
MC3	1.00	0.00	2.00	2.00
MC4	0.00	0.00	1.00	1.00
MC5	0.00	0.00	0.00	1.00
MC6	1.00	0.00	0.00	0.00
MC7	1.00	0.50	0.00	0.00
MC8	0.00	0.00	0.50	1.00
MC9	1.00	0.50	0.00	0.50
MC10	1.00	0.00	1.00	0.00
<b>LTC 0% MUESTRAS "D"</b>				
Especimen	CARA A		CARA B	
	Concavo (mm)	Convexo (mm)	Concavo (mm)	Convexo (mm)
MD1	1.00	0.00	0.00	1.00
MD2	1.00	2.00	2.00	2.00
MD3	2.00	2.00	1.00	0.00
MD4	1.00	1.00	1.00	1.00
MD5	1.00	0.00	1.00	0.00
MD6	1.00	1.00	0.00	0.00
MD7	1.50	1.50	0.00	0.00
MD8	1.00	1.00	0.50	0.00
MD9	1.00	1.00	0.00	0.50
MD10	1.00	0.50	0.50	0.50

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOTest Perú.

## **Absorción**

Referencias Normativas: RNE E.070 - Albañilería y NTP 399.613

### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- 20 especímenes
- Recipientes
- Agua
- Brocha
- Franela
- Balanza digital
- Horno eléctrico
- Plumón
- Cámara fotográfica

**Figura 41.** *Materiales y equipos empleados en la prueba de absorción*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

*b) Procedimiento*

**Tabla 21**

*Proceso a seguir para la prueba de absorción*

1. Identificar los especímenes
2. Limpiar los especímenes
3. Enumerar los especímenes
4. Secado de los especímenes en el horno eléctrico a  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$
5. Pesar los especímenes secos en la balanza digital
6. Sumergir en agua los especímenes a temperatura ambiente durante 24 horas
7. Retirar los especímenes y con una franela limpiar el agua superficial
8. Pesar los especímenes saturados en la balanza digital
9. Registrar los datos en la ficha técnica

Fuente: Creación propia

**Figura 42.** *Proceso a seguir de la prueba de absorción*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 43.** *Proceso a seguir de la prueba de absorción*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 44.** *Proceso a seguir de la prueba de absorción*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 45.** *Proceso a seguir de la prueba de absorción*



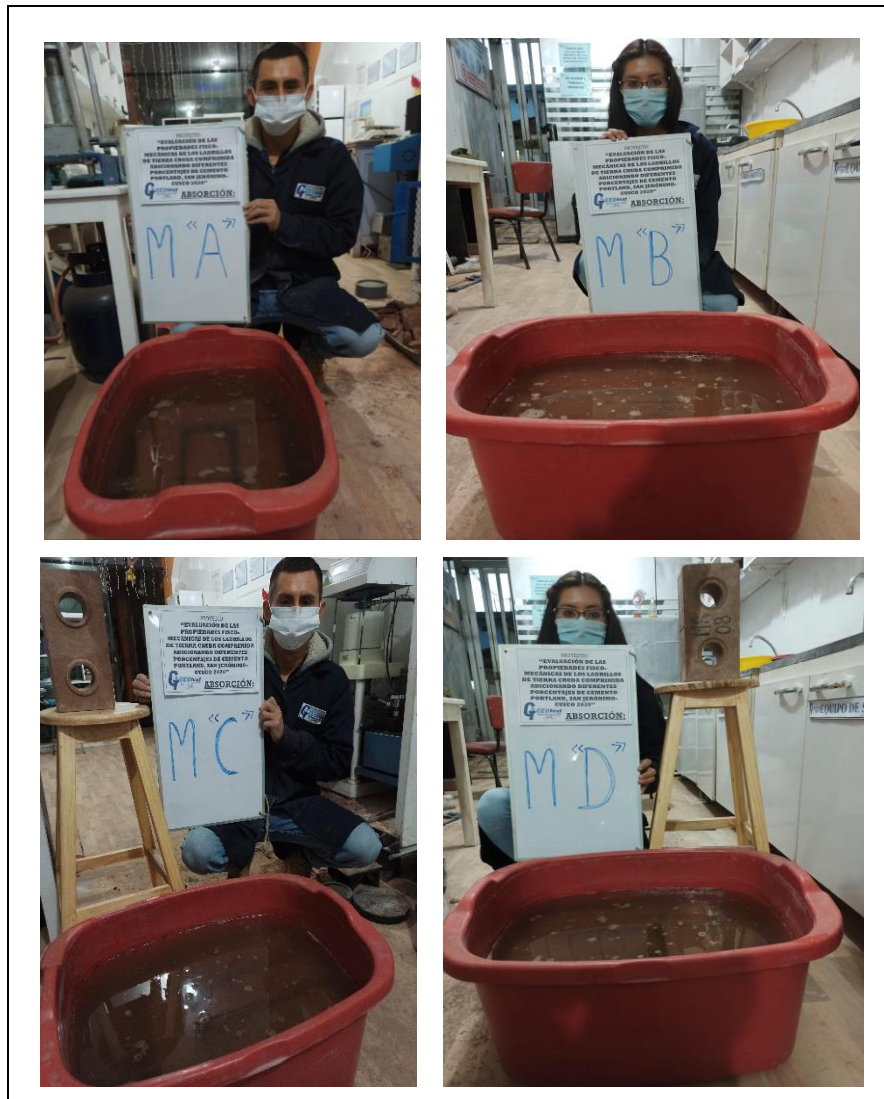
Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 46. Proceso a seguir de la prueba de absorción**



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 47. Proceso a seguir de la prueba de absorción**




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú



c) Recogida de datos

**Tabla 22**

Recogida de datos de la prueba de absorción

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>			
<b>FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: ABSORCION (NTP 399.613 y 399.604)</b>			
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>			
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU			
<b>FECHA:</b> Diciembre 2020			
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipientes</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Balanza digital</li> <li>◦ Horno eléctrico</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>			
LTC 15%	MUESTRA "A"		
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
MA1	6874.00	7850.00	
MA2	7016.00	8023.00	
MA3	6710.00	7671.00	
MA4	6695.00	7658.00	
MA5	6778.00	7737.00	
LTC 10%	MUESTRA "B"		
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
MB1	6640.00	7839.00	
MB2	6763.00	7921.00	
MB3	6886.00	8142.00	
MB4	6787.00	8054.00	
MB5	6689.00	7884.00	
LTC 5%	MUESTRA "C"		
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
MC1	6585.00	8345.00	
MC2	6546.00	8186.00	
MC3	6687.00	8218.00	
MC4	6897.00	8315.00	
MC5	6748.00	8122.00	
LTC 0%	MUESTRA "D"		
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
MD1	6490.00	7894.00	
MD2	6456.00	8205.00	
MD3	6521.00	7983.00	
MD4	6470.00	8195.00	
MD5	6518.00	8325.00	

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOTest Perú.

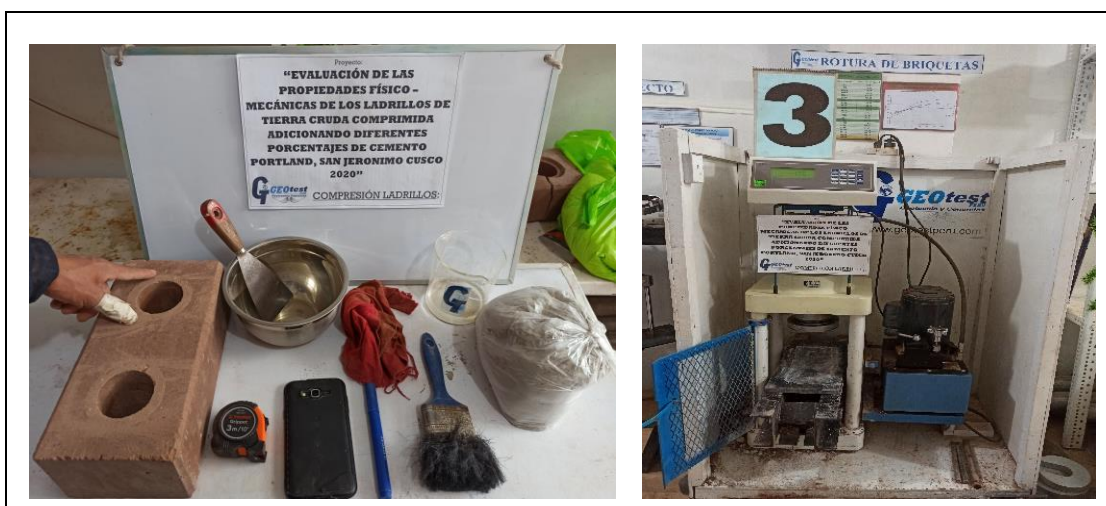
## ***Resistencia a compresión***

Referencias Normativas: RNE E.070 - Albañilería y NTP 339.613

### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- 20 especímenes
- Recipiente metálico
- Espátula
- Yeso y cemento
- Agua
- Franela
- regla metálica y/o vernier
- brocha
- plumón
- flexómetro
- Prensa hidráulica
- Cámara fotográfica

**Figura 48.** *Materiales y equipos empleados en la prueba de resistencia a compresión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

b) Procedimiento

**Tabla 23**

*Proceso a seguir para la prueba de resistencia a compresión*

1. Identificar los especímenes
2. Limpiar los especímenes
3. Enumerar los especímenes
4. Medir el largo y el ancho (área) de los especímenes
5. Cubrir los especímenes con capping de yeso y/o cemento durante 24 horas para cubrir las irregularidades de la superficie
6. Colocar el espécimen dentro de la prensa hidráulica
7. Registrar la última carga (kg-f) en la ficha técnica

Fuente: Creación propia

**Figura 49.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 50.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 51.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 52.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 53.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a compresión*




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

c) Recogida de datos

Tabla 24

Recogida de datos de la prueba de resistencia a compresión

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>										
<b>FACULTAD DE INGENIERIA                      ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA                      CIVIL</b>										
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda                      Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San                      Jerónimo Cusco - 2020”.</b>										
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 399.613 Y 339.604)</b>										
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ								
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU								
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020								
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>										
◦ 20 especímenes ◦ Recipiente metálico ◦ Espátula ◦ Yeso y/o cemento ◦ Agua ◦ Franela ◦ Regla metálica y/o vernier					◦ Apoyos para sujetar el espécimen ◦ Brocha ◦ Plumón ◦ Flexómetro ◦ Prensa hidráulica ◦ Cámara fotográfica					
LTC 15%										
MUESTRAS "A"										
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima		fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprrom		KN	Kg	
MA1	295.00	295.00		145.00	145.00				41820.00	
MA2	294.00	294.00		146.00	146.00				38859.41	
MA3	294.00	294.00		146.00	146.00				45320.00	
MA4	296.00	296.00		145.00	145.00				40649.54	
MA5	295.00	295.00		145.00	145.00				36281.64	
LTC 10%										
MUESTRAS "B"										
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima		fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprrom		KN	Kg	
MB1	295.00	295.00		145.00	145.00				29150.00	
MB2	295.00	295.00		145.00	145.00				35088.26	
MB3	296.00	296.00		146.00	146.00				25122.17	
MB4	295.00	295.00		146.00	146.00				22338.63	
MB5	295.00	295.00		145.00	145.00				24277.56	
LTC 5%										
MUESTRAS "C"										
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima		fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprrom		KN	Kg	
MC1	295.00	295.00		145.00	145.00				23350.00	
MC2	295.00	295.00		145.00	145.00				17534.60	
MC3	295.00	295.00		145.00	145.00				35051.51	
MC4	296.00	296.00		146.00	146.00				17176.32	
MC5	296.00	296.00		146.00	146.00				19256.98	
LTC 0%										
MUESTRAS "D"										
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima		fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprrom		KN	Kg	
MD1	295.00	295.00		145.00	146.00				14290.00	
MD2	295.00	295.00		145.00	146.00				11940.00	
MD3	295.00	295.00		145.00	146.00				16130.00	
MD4	295.00	295.00		146.00	146.00				14890.00	
MD5	295.00	295.00		146.00	146.00				13680.00	

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOTest Perú.

## ***Resistencia a tracción por flexión***

Referencias Normativas: ITINTEC 331.017

### *a) Materiales y equipos empleados en la prueba*

- 20 especímenes
- Recipiente metálico
- Espátula
- Yeso y cemento
- Agua
- Franela
- regla metálica y/o vernier
- Apoyos para sujetar el espécimen
- brocha
- plumón
- flexómetro
- Prensa hidráulica
- Cámara fotográfica

**Figura 54.** Materiales y equipos empleados en la prueba de resistencia a tracción por flexión



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

b) Procedimiento

**Tabla 25**

*Proceso a seguir para la prueba de resistencia a tracción por flexión*

1. Identificar los especímenes
2. Limpiar los especímenes
3. Enumerar los especímenes
4. Medir el largo y el ancho (área) de los especímenes
5. Cubrir los especímenes con capping de yeso y/o cemento durante 24 horas para cubrir las irregularidades de la superficie
6. Colocar el espécimen con los apoyos dentro de la prensa hidráulica
7. Registrar la última carga (kg-f) en la ficha técnica

Fuente: Creación propia

**Figura 55.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 56.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 57.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 58.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión*



Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú

**Figura 59.** *Proceso a seguir de la prueba de resistencia a tracción por flexión*




Fuente: Creación propia, laboratorio GEOtest Perú



c) Recogida de datos

**Tabla 26**

Recogida de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>													
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>													
FICHA TÉCNICA: RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION (ITINTEC 331.017)													
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>											
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU											
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020											
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>													
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipiente metálico</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Espátula</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Yeso y/o cemento</li> <li style="width: 50%;">◦ Flexómetro</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Prensa hidráulica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> </ul>													
LTC 15%													
MUESTRAS "A"													
Especimen	Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
MA1	29.50	29.50		14.50	14.50		9.60	9.50		18.00		365.12	
MA2	29.40	29.50		14.60	14.60		9.50	9.50		18.00		317.60	
MA3	29.40	29.50		14.60	14.50		9.60	9.60		18.00		420.14	
MA4	29.60	29.60		14.60	14.50		9.60	9.50		18.00		385.13	
MA5	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.50		18.00		362.62	
LTC 10%													
MUESTRAS "B"													
Especimen	Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
MB1	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.50		18.00		265.78	
MB2	29.40	29.40		14.60	14.60		9.50	9.60		18.00		167.90	
MB3	29.40	29.40		14.60	14.60		9.60	9.60		18.00		212.39	
MB4	29.60	29.60		14.50	14.50		9.50	9.50		18.00		247.98	
MB5	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.50		18.00		199.04	
LTC 5%													
MUESTRAS "C"													
Especimen	Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
MC1	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.60		18.00		107.68	
MC2	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.50		18.00		61.60	
MC3	29.60	29.60		14.60	14.60		9.60	9.60		18.00		76.21	
MC4	29.50	29.50		14.60	14.60		9.40	9.50		18.00		82.96	
MC5	29.50	29.50		14.50	14.50		9.60	9.60		18.00		69.07	
LTC 0%													
MUESTRAS "D"													
Especimen	Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg	
MD1	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.60		18.00		117.65	
MD2	29.50	29.50		14.60	14.50		9.50	9.50		18.00		69.51	
MD3	29.50	29.50		14.50	14.50		9.50	9.60		18.00		62.08	
MD4	29.60	29.60		14.60	14.60		9.60	9.55		18.00		78.98	
MD5	29.60	29.60		14.50	14.60		9.50	9.50		18.00		47.86	

Fuente: creación propia en base a datos de laboratorio GEOTest Perú.

### 3.6. Método de análisis de datos

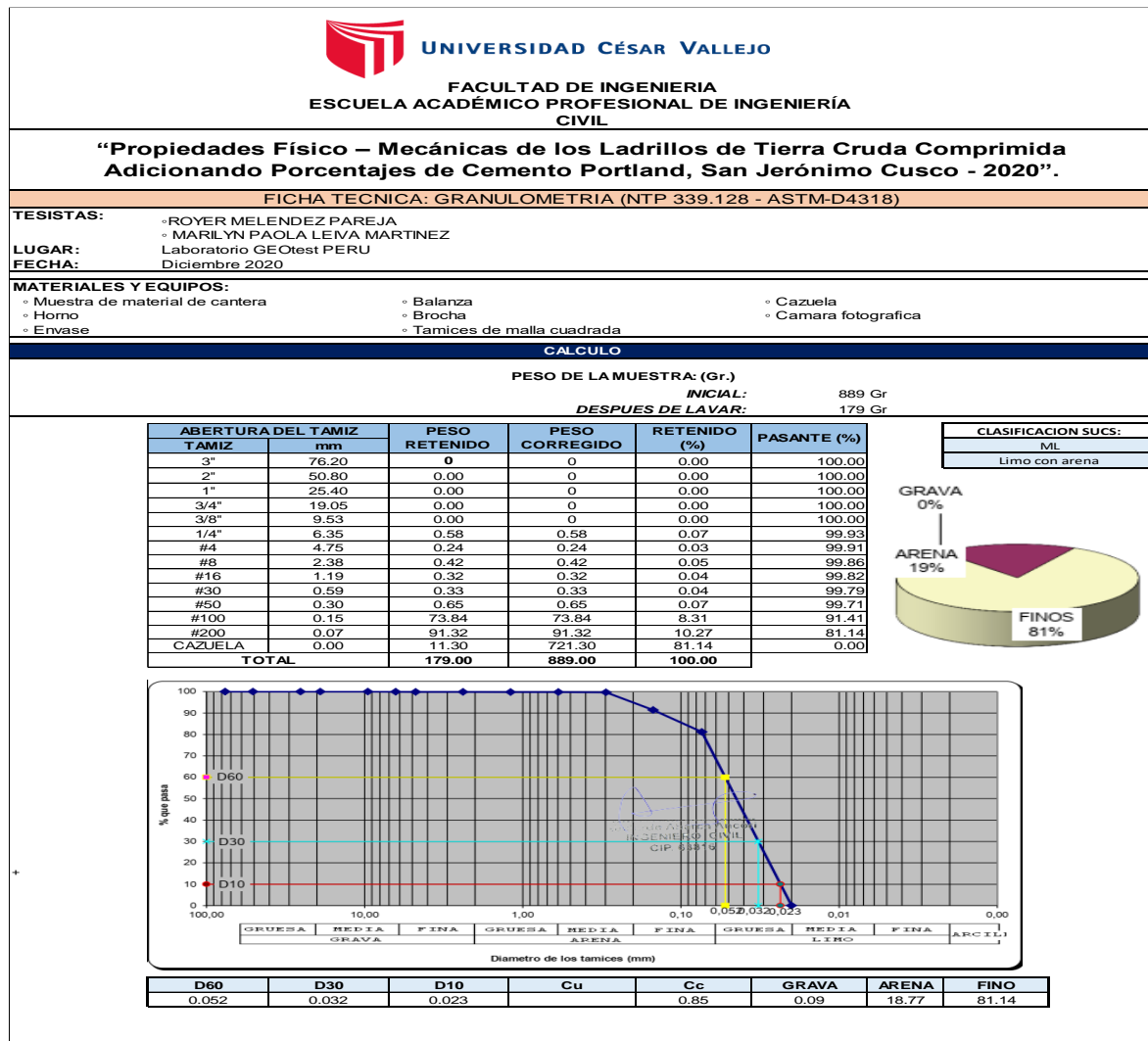
Concluida la etapa de la recolección de datos se inició con los trabajos en gabinete ordenando los datos, realizando las operaciones, y cálculos correspondientes haciendo uso de la herramienta de la estadística descriptiva mediante el software de Microsoft Excel 2016.

#### Ensayo de granulometría

a) Proceso de datos

Tabla 27

Proceso de datos de la prueba de granulometría



Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

b) Análisis

Una vez procesado los datos se obtuvo la siguiente información:

La muestra de suelo clasifica como limo con arena ML

**Ensayo de límites de Atterberg**

a) Proceso de datos

**Tabla 28**

Proceso de datos de la prueba de límites de Atterberg

PESO \ MUESTRA		MUESTRA			
		1	2	3	4
Peso de la capsula (Gr)		14.9	19.33	15.19	18.8
Peso de la capsula + Suelo húmedo (Gr)		29.37	34.9	30.37	33.74
Peso de la capsula + Suelo seco (Gr)		25.22	31.84	27.92	32.05
N° de golpes		4	16	27	38
Peso del suelo (Gr)		10.32	12.51	12.73	13.25
Contenido de Humedad (W)		40.21	24.46	19.25	12.75

PESO \ MUESTRA		1	2
Peso de la capsula (Gr)		15.22	11.56
Peso de la capsula + Suelo húmedo (Gr)		25.57	21.48
Peso de la capsula + Suelo seco (Gr)		24.05	20.01
Peso del suelo (Gr)		8.83	8.45
Contenido de Humedad (W)		17.21	17.40

Limite plástico (%)	17.31
Indice Plástico IP=	1.6

CLASIFICACION SUCS:	
ML	
Limo con arena	

**LIMITE LIQUIDO (%)**

---

18,9

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

b) Análisis

Una vez procesado los datos se obtuvo la siguiente información:

Límite Líquido LL = 18.9%

Límite Plástico LP = 17.31%


Índice de Plasticidad IP = 1.6

**Ensayo de contenido de agua**

a) Proceso de datos

**Tabla 29**

Proceso de datos de la prueba de contenido de agua

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL			
“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.			
FICHA TÉCNICA: CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP-399.127 ASTM-D2216)			
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ	
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU	
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020	
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>			
◦ Muestra de material de cantera	◦ Horno	◦ ranurador	◦ Tamiz N° 40
◦ Gotero	◦ balanza	◦ Recipiente y/o capsula	◦ Superficie plana
◦ espátula	◦ cuchara Casagrande	◦ Mortero	◦ Camara fotografica
DATOS			
<b>PESO</b>	<b>MUESTRA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>
Peso de la capsula (Gr)		18.16	18.3
Peso de la capsula + Suelo humedo (Gr)		51.14	50.18
Peso de la capsula + Suelo seco (Gr)		47.28	46.3
<b>Peso del suelo (Gr)</b>		<b>29.12</b>	<b>28</b>
<b>Contenido de Humedad (W)</b>		<b>13.26</b>	<b>13.86</b>

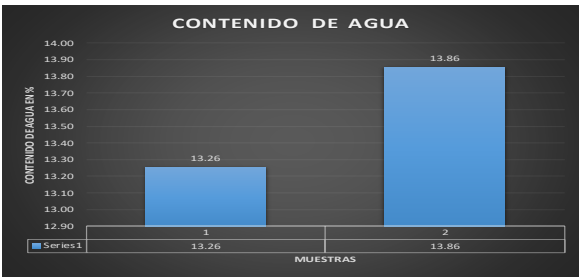
  

$$w = \frac{W_p}{W_s} \cdot 100$$

donde:  
 Ww: peso agua  
 Ws: peso suelo seco

Contenido de Humedad (W)
13.56



**CONTENIDO DE AGUA**

MUESTRA	CONTENIDO DE AGUA (%)
1	13.26
2	13.86

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

b) Análisis

Una vez procesado los datos se obtuvo la siguiente información:


Contenido de humedad = 13.56%

**Ensayo de variación dimensional**

a) Proceso de datos

**Tabla 30**

Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra A

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
"Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020".															
FICHA TECNICA: VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613 Y 399.604)															
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ													
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU													
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020													
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>		◦ 40 especímenes ◦ Regla metálica y/o vernier ◦ Franela ◦ Brocha ◦ plumón ◦ Cámara fotográfica													
CALCULO PARA LA MUESTRA "A"															
LTC 15%	MUESTRAS "A"														
Especimen	Largo (mm)					Ancho (mm)					Altura (mm)				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MA1	295.00	296.00	295.00	295.00	295.25	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
MA2	294.00	295.00	294.00	294.00	294.25	146.00	146.00	145.00	145.00	145.50	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
MA3	294.00	295.00	294.00	293.00	294.00	146.00	146.00	145.00	145.00	145.50	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
MA4	294.00	295.00	294.00	295.00	294.50	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
MA5	294.00	295.00	294.00	294.00	294.25	146.00	146.00	145.00	146.00	145.75	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
MA6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
MA7	296.00	295.00	296.00	295.00	295.50	145.00	145.00	146.00	146.00	145.50	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MA8	295.00	296.00	295.00	296.00	295.50	145.00	145.00	146.00	145.00	145.25	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
MA9	295.00	295.00	294.00	295.00	294.75	145.00	145.00	146.00	145.00	145.25	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
MA10	294.00	295.00	294.00	295.00	294.50	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
	<b>PROMEDIO</b>				<b>294.75</b>	<b>PROMEDIO</b>				<b>145.375</b>	<b>PROMEDIO</b>				<b>95.5</b>
	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.50</b>	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.24</b>	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.46</b>
	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.71</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.49</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.68</b>
	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.24%</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.34%</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.71%</b>

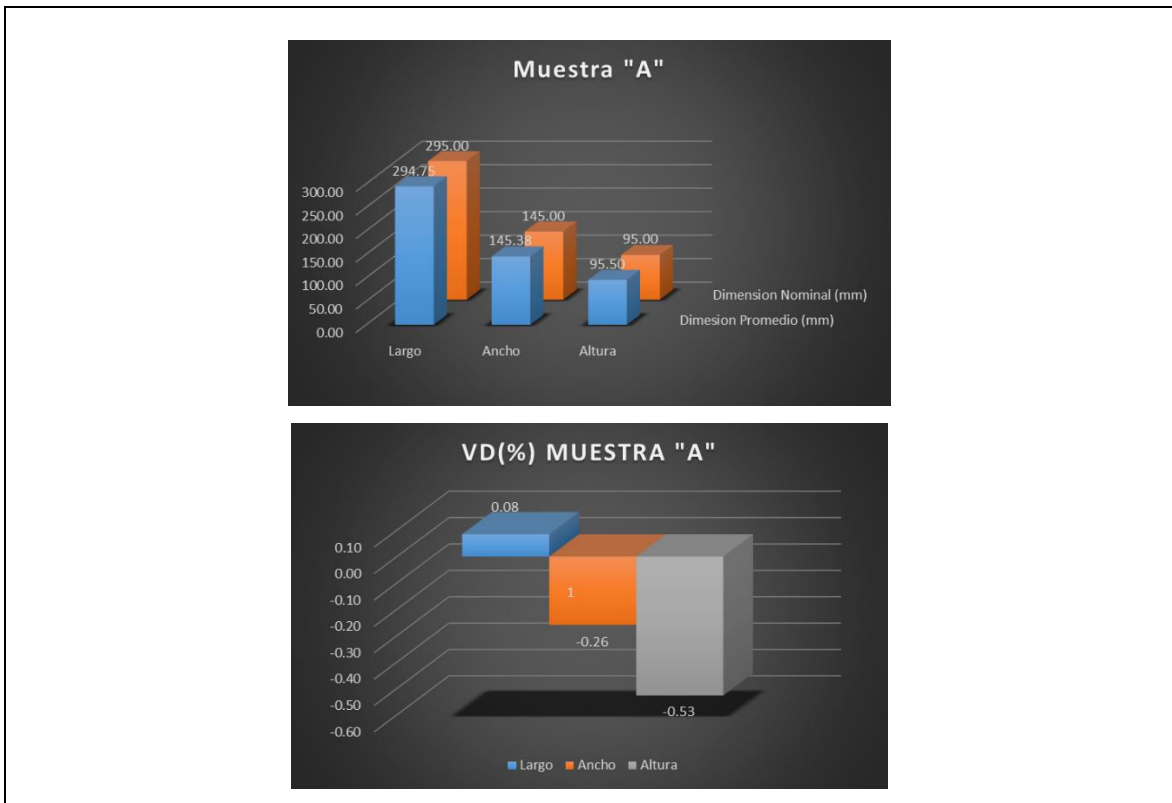
	MUESTRAS "A"		
	Largo	Ancho	Altura
<b>Dimension Promedio (mm)</b>	294.75	145.38	95.50
<b>Dimension Nominal (mm)</b>	295.00	145.00	95.00
<b>V (%)</b>	<b>0.08</b>	<b>-0.26</b>	<b>-0.53</b>

$$VD(\%) = \frac{(D_e - D_p)}{D_e} * 100$$

Donde:  
 VD= Variación Dimensional (%)  
 De= Dimensión especificada por el fabricante (mm)  
 Dp= Dimensión Promedio de cada arista (mm)

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 60.** Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra A



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

*Ladrillos Muestra "A" con 15% de Cemento Portland IP*


Largo: 0.08%

Ancho: -0.26%

Altura: -0.53%

**Tabla 31**

*Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra B*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>															
FICHA TECNICA: VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613 Y 399.604)															
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>															
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU <b>FECHA:</b> Diciembre 2020															
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 40 especímenes</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ plumón</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>															
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "B"</b>															
<b>LTC 10%</b>	<b>MUESTRAS "B"</b>														
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>					<b>Ancho (mm)</b>					<b>Altura (mm)</b>				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MB1	296.00	296.00	296.00	296.00	296.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
MB2	295.00	295.00	296.00	295.00	295.25	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB3	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB4	295.00	295.00	296.00	296.00	295.50	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB5	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
MB6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB7	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	146.00	146.00	145.50	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB8	296.00	296.00	295.00	296.00	295.75	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB9	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MB10	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	96.00	97.00	97.00	97.00	96.75
	<b>PROMEDIO</b>				<b>295.25</b>	<b>PROMEDIO</b>				<b>145.45</b>	<b>PROMEDIO</b>				<b>96.78</b>
	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.19</b>	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.25</b>	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.18</b>
	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.44</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.50</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.42</b>
	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.15%</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.35%</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.44%</b>

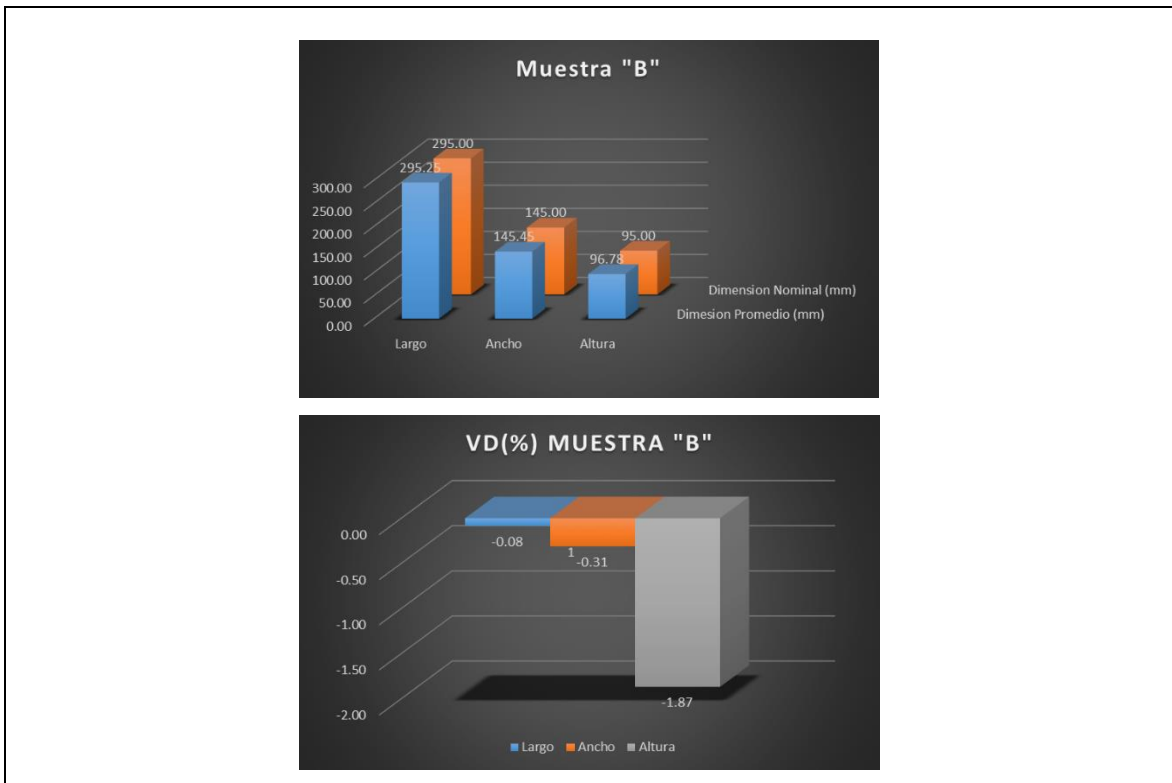
	MUESTRAS "B"		
	Largo	Ancho	Altura
<b>Dimesion Promedio (mm)</b>	295.25	145.45	96.78
<b>Dimencion Nominal (mm)</b>	295.00	145.00	95.00
<b>V (%)</b>	<b>-0.08</b>	<b>-0.31</b>	<b>-1.87</b>

$$VD(\%) = \frac{(D_e - D_p)}{D_e} * 100$$

Donde:  
 VD= Variación Dimensional (%)  
 De= Dimensión especificada por el fabricante (mm)  
 Dp= Dimensión Promedio de cada arista (mm)

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 61.** Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra B



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

*Ladrillos Muestra "B" con 10% de Cemento Portland IP*

Largo: -0.08%


Ancho: -0.31%

Altura: -1.87%



**Tabla 32**

Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra C

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>															
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>															
FICHA TECNICA: VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613 Y 399.604)															
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>													
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU													
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020													
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 40 especímenes</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ plumón</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>													
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "C"</b>															
<b>LTC 5%</b>	<b>MUESTRAS "C"</b>														
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>					<b>Ancho (mm)</b>					<b>Altura (mm)</b>				
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>L3</b>	<b>L4</b>	<b>Lprom</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>A3</b>	<b>A4</b>	<b>Aprom</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>H3</b>	<b>H4</b>	<b>Hprom</b>
MC1	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC2	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC3	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC4	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC5	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC7	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC8	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	97.00	97.00	97.00	96.75
MC9	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MC10	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
	<b>PROMEDIO</b>					<b>PROMEDIO</b>					<b>PROMEDIO</b>				
	<b>295.00</b>					<b>145.70</b>					<b>96.98</b>				
	<b>VARIANZA DE DATOS</b>					<b>0.00</b>					<b>0.22</b>				
	<b>0.00</b>					<b>0.46</b>					<b>0.16</b>				
	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>					<b>0.00%</b>					<b>0.32%</b>				
	<b>0.00%</b>					<b>0.16%</b>					<b>0.16%</b>				
	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>					<b>0.00%</b>					<b>0.16%</b>				

	<b>MUESTRAS "C"</b>		
	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Altura</b>
<b>Dimesion Promedio (mm)</b>	295.00	145.70	96.98
<b>Dimension Nominal (mm)</b>	295.00	145.00	95.00
<b>V (%)</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.48</b>	<b>-2.08</b>

$$VD(\%) = \frac{(D_s - D_p)}{D_s} \times 100$$

Donde:

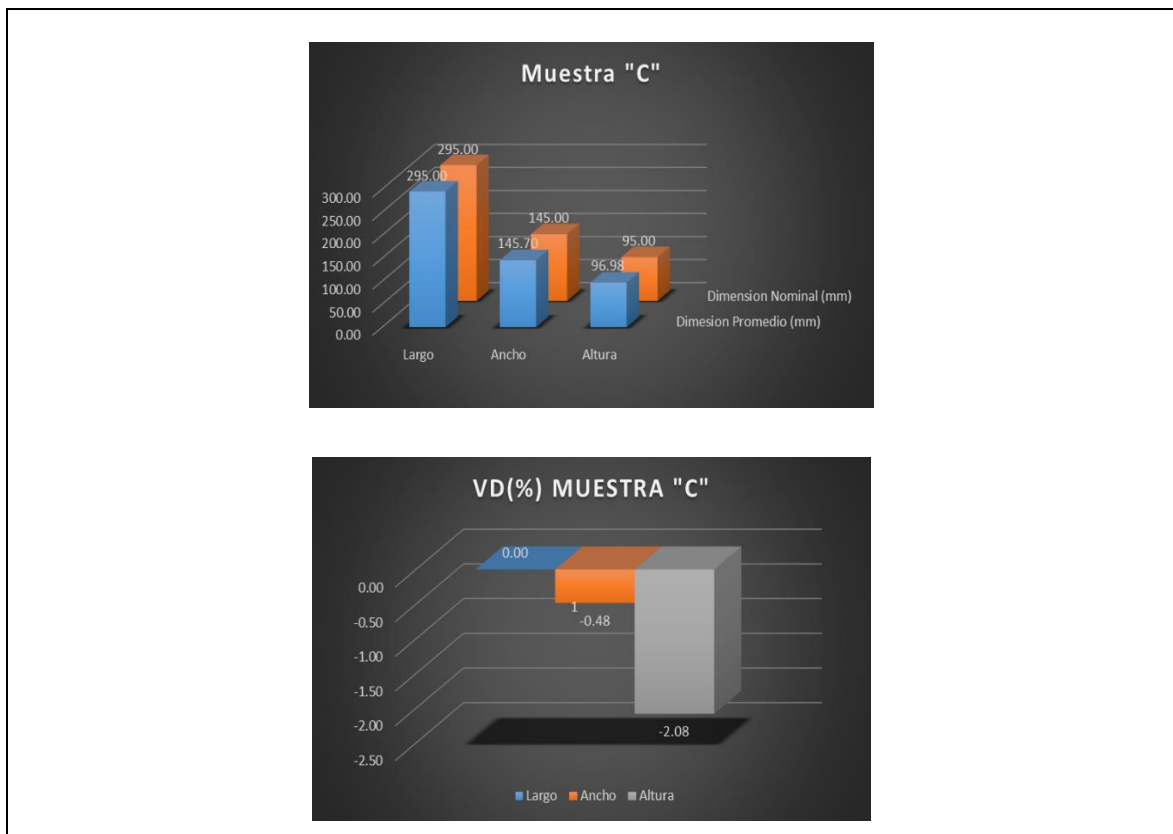
VD= Variación Dimensional (%)

De= Dimensión especificada por el fabricante (mm)

Dp= Dimensión Promedio de cada arista (mm)

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 62.** Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra C



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

*Ladrillos Muestra "C" con 5% de Cemento Portland IP*


Largo: 0.00%

Ancho: -0.48%

Altura: -2.08%

**Tabla 33**

Proceso de datos de la prueba de variación dimensional muestra D

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL															
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>															
FICHA TECNICA: VARIACION DIMENSIONAL (NTP 399.613 Y 399.604)															
<b>TESISTAS:</b>		◦ ROYER MELENDEZ PAREJA ◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ													
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOtest PERU													
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020													
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>		◦ 40 especímenes ◦ Regla metálica y/o vernier ◦ Franela ◦ Brocha ◦ plumón ◦ Cámara fotográfica													
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "D"</b>															
<b>LTC 0%</b>	<b>MUESTRAS "D"</b>														
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>					<b>Ancho (mm)</b>					<b>Altura (mm)</b>				
	L1	L2	L3	L4	Lprom	A1	A2	A3	A4	Aprom	H1	H2	H3	H4	Hprom
MD1	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD2	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD3	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD4	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD5	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD7	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD8	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD9	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
MD10	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
	<b>PROMEDIO</b>				<b>295.00</b>	<b>PROMEDIO</b>				<b>146.00</b>	<b>PROMEDIO</b>				<b>97.00</b>
	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.00</b>	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.00</b>	<b>VARIANZA DE DATOS</b>				<b>0.00</b>
	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.00</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.00</b>	<b>DESVIACION ESTANDAR</b>				<b>0.00</b>
	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.00%</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.00%</b>	<b>COEFICIENTE DE VARIACION</b>				<b>0.00%</b>

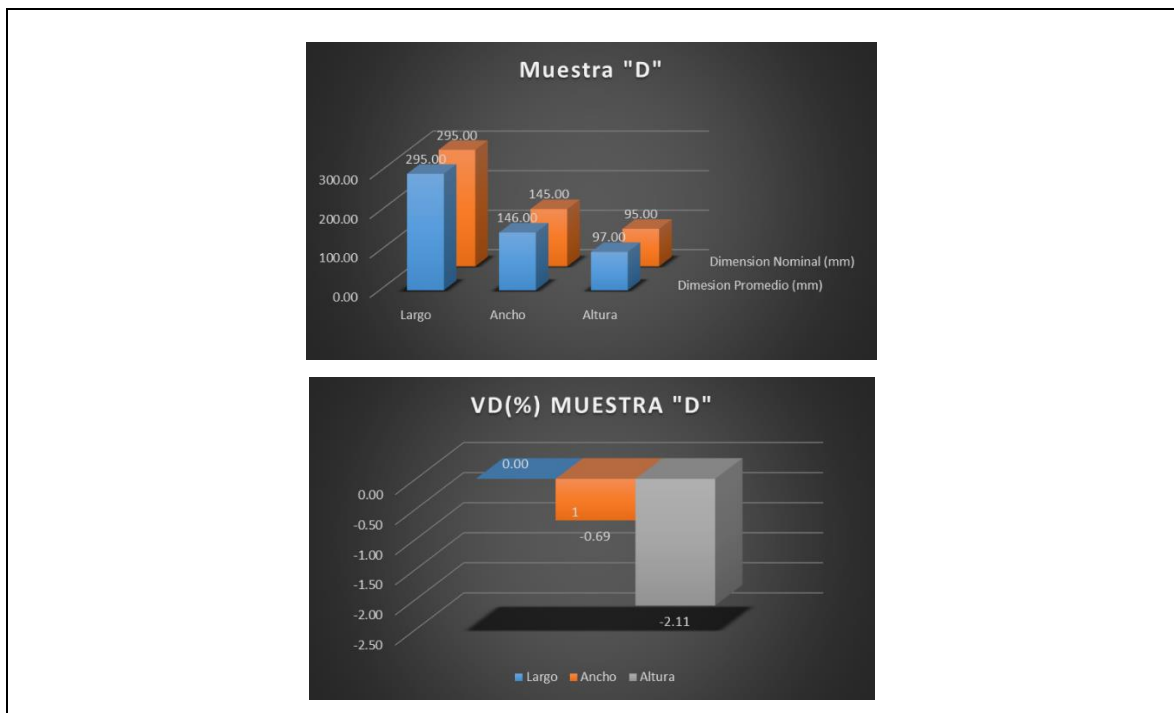
	<b>MUESTRAS "D"</b>		
	<b>Largo</b>	<b>Ancho</b>	<b>Altura</b>
<b>Dimesion Promedio (mm)</b>	295.00	146.00	97.00
<b>Dimension Nominal (mm)</b>	295.00	145.00	95.00
<b>V (%)</b>	<b>0.00</b>	<b>-0.69</b>	<b>-2.11</b>

$$VD(\%) = \frac{(D_e - D_p)}{D_p} * 100$$

Donde:  
 VD= Variación Dimensional (%)  
 De= Dimensión especificada por el fabricante (mm)  
 Dp= Dimensión Promedio de cada arista (mm)

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 63.** Estadística de datos de la prueba de variación dimensional muestra D



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

*Ladrillos Muestra "D" con 0% de Cemento Portland IP*

Largo: 0.00%

Ancho: -0.69%


Altura: -2.11%

## Ensayo de alabeo

a) Proceso de datos

**Tabla 34**

Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra A

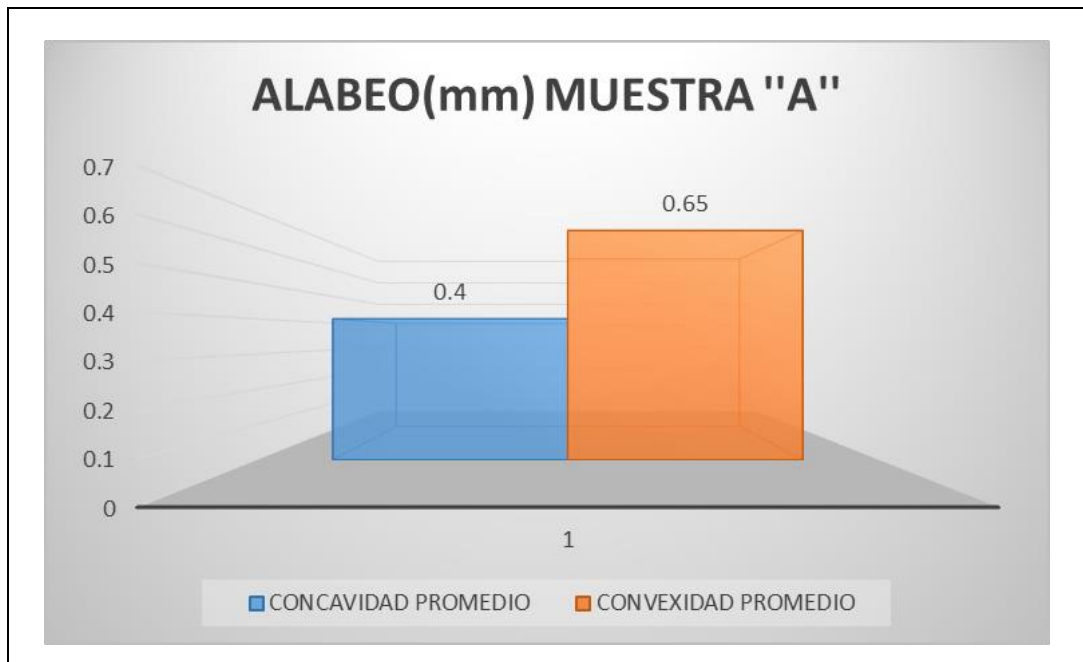
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
FICHA TECNICA: ALABEO (NTP 399.613)				
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>		
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU		
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 40 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li style="width: 50%;">◦ plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Cuñas milimetradas</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>				
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "A"</b>				
<b>LTC 15%</b>	<b>MUESTRAS "A"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
MA1	0.00	2.00	0.00	0.00
MA2	1.00	1.00	0.00	1.00
MA3	0.00	0.00	0.00	1.50
MA4	2.00	2.00	0.00	0.00
MA5	0.00	0.00	1.00	2.00
MA6	0.00	1.00	0.00	0.50
MA7	0.00	0.00	1.00	0.00
MA8	1.00	0.00	1.00	0.00
MA9	0.50	1.00	0.00	0.00
MA10	0.00	0.00	0.50	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.45</b>	<b>0.70</b>	<b>0.35</b>	<b>0.60</b>

<b>CONCAVIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.40</b>
--------------------------------	-------------

<b>CONVEXIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.65</b>
--------------------------------	-------------

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 64.** Análisis de datos de la prueba de alabeo muestra A



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**


Ladrillos Muestra "A" con 15% de Cemento Portland IP

Concavidad: 0.40mm

Convexidad: 0.65mm

**Tabla 35**

*Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra B*

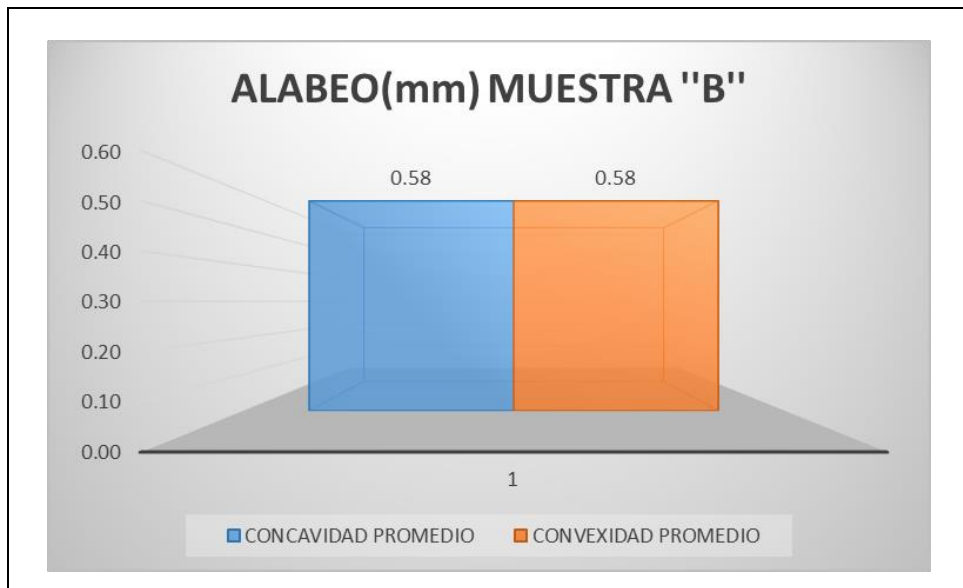
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
<b>FICHA TECNICA: ALABEO (NTP 399.613)</b>				
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>		
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU		
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 40 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li style="width: 50%;">◦ plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Cuñas milimetradas</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>				
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "B"</b>				
<b>LTC 10%</b>	<b>MUESTRAS "B"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
MB1	1.00	0.00	1.00	0.00
MB2	0.00	2.00	3.00	1.00
MB3	0.00	0.00	0.00	1.00
MB4	2.00	1.00	1.00	1.00
MB5	1.00	2.00	0.00	0.00
MB6	1.00	1.00	0.00	0.00
MB7	0.50	0.00	0.00	0.00
MB8	0.00	0.00	1.00	0.50
MB9	0.00	1.00	0.00	0.00
MB10	0.00	0.00	0.00	1.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.55</b>	<b>0.70</b>	<b>0.60</b>	<b>0.45</b>

<b>CONCAVIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.58</b>
--------------------------------	-------------

<b>CONVEXIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.58</b>
--------------------------------	-------------

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 65.** Estadística de datos de la prueba de alabeo muestra B



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "B" con 10% de Cemento Portland IP

Concavidad: 0.58mm

Convexidad: 0.58mm



**Tabla 36**

Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra C

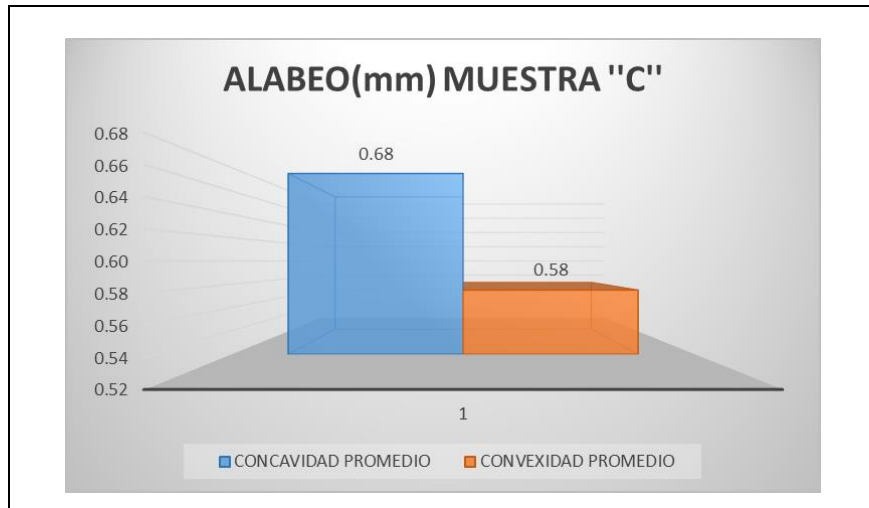
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
<b>FICHA TECNICA: ALABEO (NTP 399.613)</b>				
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>		
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU		
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 40 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li style="width: 50%;">◦ plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Cuñas milimetradas</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>				
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "C"</b>				
<b>LTC 5%</b>	<b>MUESTRAS "C"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
MC1	0.00	1.00	1.00	0.00
MC2	1.00	2.00	2.00	2.00
MC3	1.00	0.00	2.00	2.00
MC4	0.00	0.00	1.00	1.00
MC5	0.00	0.00	0.00	1.00
MC6	1.00	0.00	0.00	0.00
MC7	1.00	0.50	0.00	0.00
MC8	0.00	0.00	0.50	1.00
MC9	1.00	0.50	0.00	0.50
MC10	1.00	0.00	1.00	0.00
<b>PROMEDIO</b>	<b>0.60</b>	<b>0.40</b>	<b>0.75</b>	<b>0.75</b>

<b>CONCAVIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.68</b>
--------------------------------	-------------

<b>CONVEXIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.58</b>
--------------------------------	-------------

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 66.** Estadística de datos de la prueba de alabeo muestra C



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**


Ladrillos Muestra "C" con 5% de Cemento Portland IP

Concavidad: 0.68mm

Convexidad: 0.58mm

**Tabla 37**

Proceso de datos de la prueba de alabeo muestra D

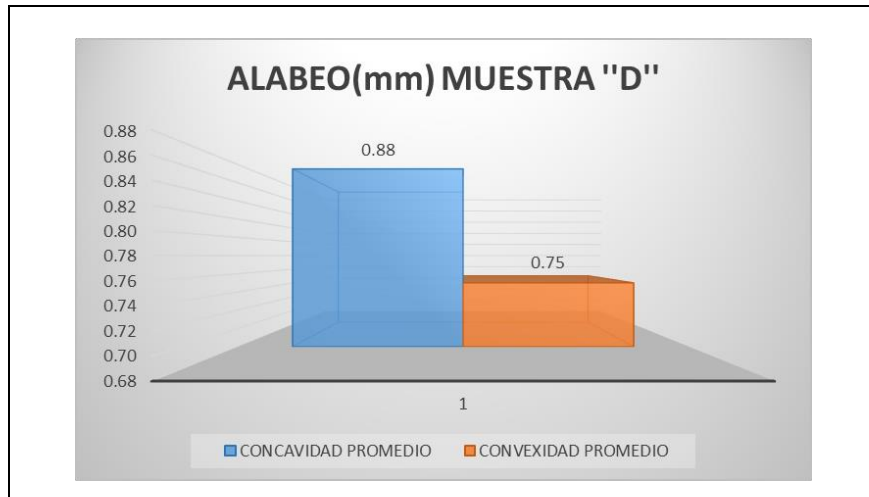
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>				
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>				
<b>FICHA TECNICA: ALABEO (NTP 399.613)</b>				
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>		
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU		
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020		
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>				
<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 40 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li style="width: 50%;">◦ plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Cuñas milimetradas</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>				
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "D"</b>				
<b>LTC 0%</b>	<b>MUESTRAS "D"</b>			
<b>Especimen</b>	<b>CARA A</b>		<b>CARA B</b>	
	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>	<b>Concavo (mm)</b>	<b>Convexo (mm)</b>
MD1	1.00	0.00	0.00	1.00
MD2	1.00	2.00	2.00	2.00
MD3	2.00	2.00	1.00	0.00
MD4	1.00	1.00	1.00	1.00
MD5	1.00	0.00	1.00	0.00
MD6	1.00	1.00	0.00	0.00
MD7	1.50	1.50	0.00	0.00
MD8	1.00	1.00	0.50	0.00
MD9	1.00	1.00	0.00	0.50
MD10	1.00	0.50	0.50	0.50
<b>PROMEDIO</b>	<b>1.15</b>	<b>1.00</b>	<b>0.60</b>	<b>0.50</b>

<b>CONCAVIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.88</b>
--------------------------------	-------------

<b>CONVEXIDAD PROMEDIO</b>	<b>0.75</b>
--------------------------------	-------------

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 67.** Estadística de datos de la prueba de alabeo muestra D



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "D" con 0% de Cemento Portland IP

Concavidad: 0.88mm

Convexidad: 0.75mm

## Ensayo de absorción

a) Proceso de datos

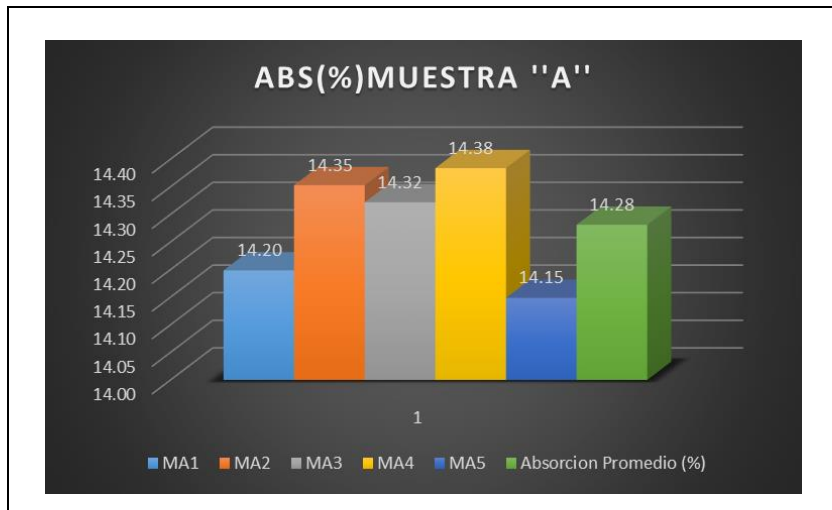
**Tabla 38**

Proceso de datos de la prueba de absorción muestra A

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: ABSORCION (NTP 399.613 y 399.604)</b>			
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>			
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU			
<b>FECHA:</b> Diciembre 2020			
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Balanza digital</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipientes</li> <li style="width: 50%;">◦ Horno eléctrico</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>			
$Abs(\%) = \frac{(W_{sat} - W_{seco})}{W_{seco}} * 100$		<b>Donde:</b> Abs= Absorción (%) Wseco = Peso de la unidad secada (gr) en horno a 110 °C Wsat = Peso de la unidad saturada (gr), luego de haber sumergido durante 24 h. en agua fría	
<b>CALCULO MUESTRA "A"</b>			
LTC 15%	MUESTRA "A"		
Especimen	Peso (gr.)		Absorción (%)
	Seco	24 H. Inmersión	
MA1	6874.00	7850.00	14.20
MA2	7016.00	8023.00	14.35
MA3	6710.00	7671.00	14.32
MA4	6695.00	7658.00	14.38
MA5	6778.00	7737.00	14.15
<b>Absorción Promedio (%)</b>			<b>14.28</b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 68.** Estadística de datos de la prueba de absorción muestra A



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**


Una vez procesado los datos se obtuvo la siguiente información:

Ladrillos Muestra "A" con 15% de Cemento Portland IP

Absorción promedio: 14.28%

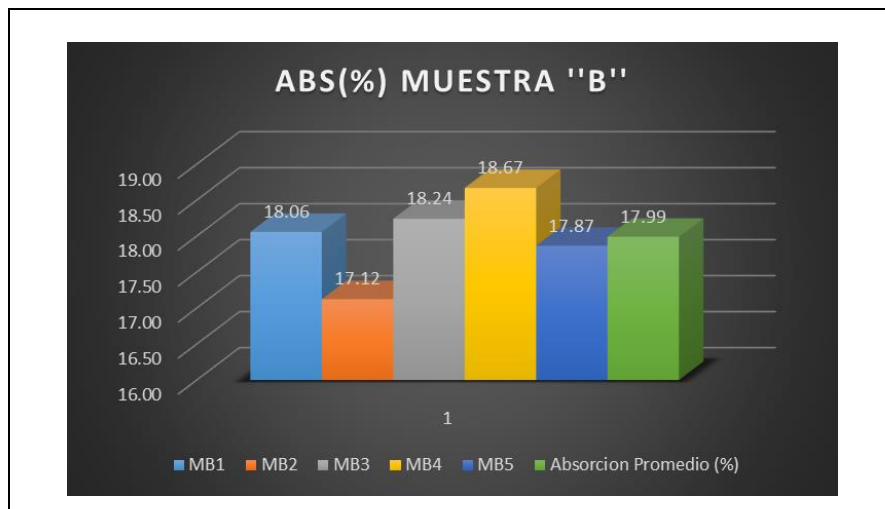
**Tabla 39**

*Proceso de datos de la prueba de absorción muestra B*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: ABSORCION (NTP 399.613 y 399.604)</b>			
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>			
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU			
<b>FECHA:</b> Diciembre 2020			
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Balanza digital</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipientes</li> <li style="width: 50%;">◦ Horno eléctrico</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>			
$Abs(\%) = \frac{(W_{sat} - W_{seco})}{W_{seco}} * 100$		<b>Donde:</b> Abs= Absorción (%) Wseco = Peso de la unidad secada (gr) en horno a 110 °C Wsat = Peso de la unidad saturada (gr), luego de haber sumergido durante 24 h. en agua fría	
<b>CALCULO MUESTRA "B"</b>			
<b>LTC 10%</b>	<b>MUESTRA "B"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	
MB1	6640.00	7839.00	18.06
MB2	6763.00	7921.00	17.12
MB3	6886.00	8142.00	18.24
MB4	6787.00	8054.00	18.67
MB5	6689.00	7884.00	17.87
<b>Absorción Promedio (%)</b>			<b>17.99</b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 69.** Estadística de datos de la prueba de absorción muestra B



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**


Ladrillos Muestra "B" con 10% de Cemento Portland IP

Absorción promedio: 17.99%



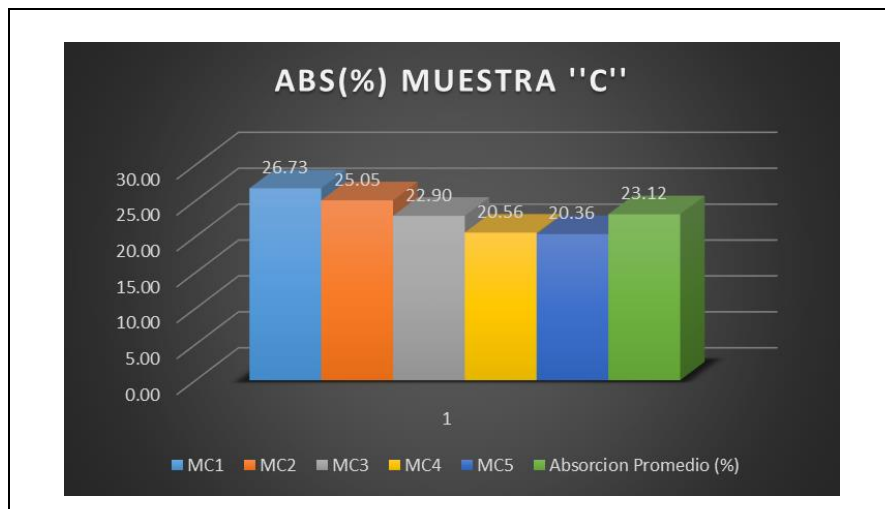
**Tabla 40**

Proceso de datos de la prueba de absorción muestra C

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: ABSORCION (NTP 399.613 y 399.604)</b>			
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>			
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU			
<b>FECHA:</b> Diciembre 2020			
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Balanza digital</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipientes</li> <li style="width: 50%;">◦ Horno eléctrico</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>			
$Abs(\%) = \frac{(W_{sat} - W_{seco})}{W_{seco}} * 100$		<b>Donde:</b> Abs= Absorción (%) Wseco = Peso de la unidad secada (gr) en horno a 110 °C Wsat = Peso de la unidad saturada (gr), luego de haber sumergido durante 24 h. en agua fría	
<b>CALCULO MUESTRA "C"</b>			
<b>LTC 5%</b>	<b>MUESTRA "C"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	
MC1	6585.00	8345.00	26.73
MC2	6546.00	8186.00	25.05
MC3	6687.00	8218.00	22.90
MC4	6897.00	8315.00	20.56
MC5	6748.00	8122.00	20.36
<b>Absorción Promedio (%)</b>			<b>23.12</b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 70.** Estadística de datos de la prueba de absorción muestra C



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "C" con 5% de Cemento Portland IP

Absorción promedio: 23.12%

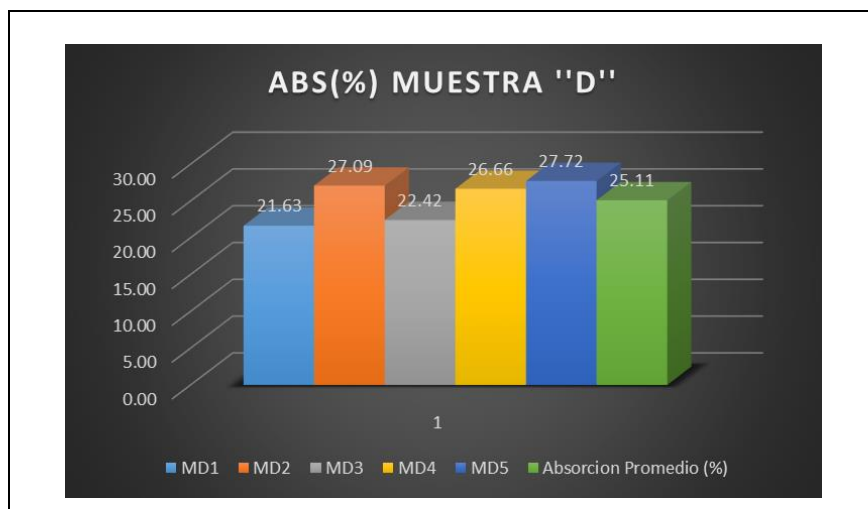
**Tabla 41**

*Proceso de datos de la prueba de absorción muestra D*

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>			
<b>FICHA TECNICA: ABSORCION (NTP 399.613 y 399.604)</b>			
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>			
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU			
<b>FECHA:</b> Diciembre 2020			
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Balanza digital</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipientes</li> <li style="width: 50%;">◦ Horno eléctrico</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> </ul>			
$Abs(\%) = \frac{(W_{sat} - W_{seco})}{W_{seco}} * 100$		<b>Donde:</b> Abs= Absorción (%) Wseco = Peso de la unidad secada (gr) en horno a 110 °C Wsat = Peso de la unidad saturada (gr), luego de haber sumergido durante 24 h. en agua fría	
<b>CALCULO MUESTRA "D"</b>			
<b>LTC 0%</b>	<b>MUESTRA "D"</b>		
<b>Especimen</b>	<b>Peso (gr.)</b>		<b>Absorcion (%)</b>
	<b>Seco</b>	<b>24 H. Inmersión</b>	
MD1	6490.00	7894.00	21.63
MD2	6456.00	8205.00	27.09
MD3	6521.00	7983.00	22.42
MD4	6470.00	8195.00	26.66
MD5	6518.00	8325.00	27.72
<b>Absorción Promedio (%)</b>			<b>25.11</b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 71.** Estadística de datos de la prueba de absorción muestra D



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "D" con 0% de Cemento Portland IP

Absorción promedio: 25.11%

## Ensayo de resistencia a compresión

a) Proceso de datos

**Tabla 42**

Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra A

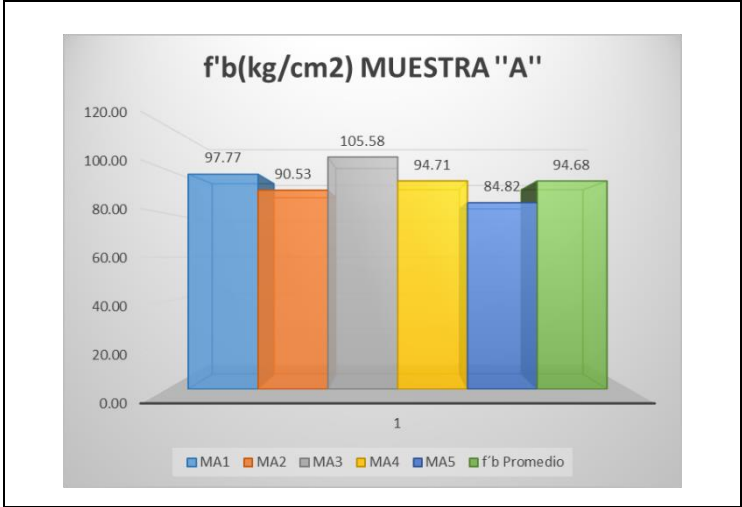
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>										
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>										
FICHA TECNICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 399.613 Y 339.604)										
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>								
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU								
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020								
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Apoyos para sujetar el espécimen</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipiente metálico</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Espátula</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Yeso y/o cemento</li> <li style="width: 50%;">◦ Flexómetro</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Prensa hidráulica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> </ul>								
$f'_b = \frac{P_u}{A}$						Donde: fb = Resistencia a la compresión (Kg/cm <sup>2</sup> ) Pu = Carga de rotura (Kg) A = Área Bruta (cm <sup>2</sup> )				
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "A"</b>										
<b>LTC 15%</b>		<b>MUESTRAS "A"</b>								
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>Lprom</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Apron</b>		<b>KN</b>	<b>Kg</b>	
MA1	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	410.11	41820.00	97.77
MA2	294.00	294.00	294.00	146.00	146.00	146.00	429.24	381.08	38859.41	90.53
MA3	294.00	294.00	294.00	146.00	146.00	146.00	429.24	444.44	45320.00	105.58
MA4	296.00	296.00	296.00	145.00	145.00	145.00	429.20	398.64	40649.54	94.71
MA5	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	355.80	36281.64	84.82

<b>f' b Promedio</b>	<b>=</b>	<b>94.68 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Varianza de Datos</b>	<b>=</b>	<b>60.71 kg/cm<sup>4</sup></b>
<b>Desviacion Estandar</b>	<b>=</b>	<b>7.79 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Coefficiente de Variacion</b>	<b>=</b>	<b>8.23 %</b>
<b>f' b caracteristica</b>	<b>=</b>	<b>86.89 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Según Norma E070 - f' b Minima</b>	<b>=</b>	<b>50.00 kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 72.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra

A



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

**Análisis**

Ladrillos Muestra "A" con 15% de Cemento Portland IP

f'b característica: 86.89 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 43**

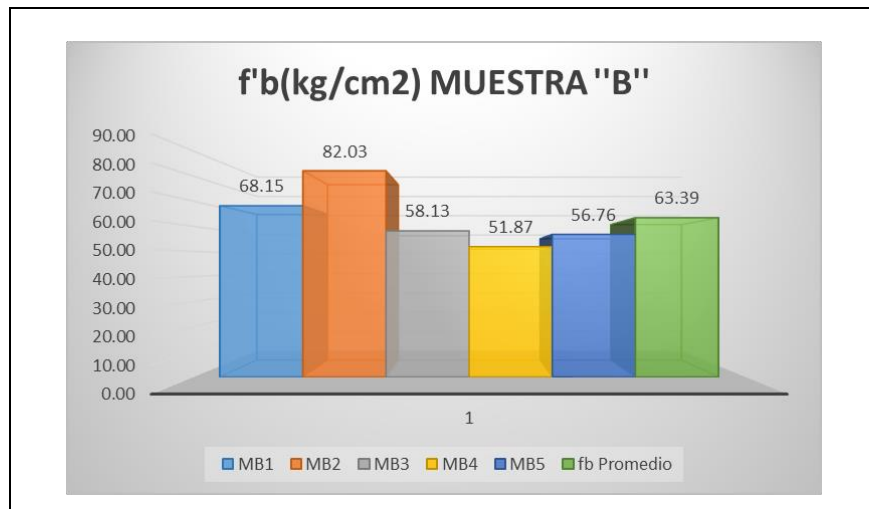
Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra B

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>										
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>										
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>										
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 399.613 Y 339.604)</b>										
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>								
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU								
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020								
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> </ul>					<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Apoyos para sujetar el espécimen</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>					
$f'_b = \frac{P_u}{A}$ <p>Donde:                      fb = Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)                      Pu = Carga de rotura (Kg)                      A = Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</p>										
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "B"</b>										
<b>LTC 10%</b>	<b>MUESTRAS "B"</b>									
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>Lprom</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Aprom</b>		<b>KN</b>	<b>Kg</b>	
MB1	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	285.86	29150.00	68.15
MB2	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	344.10	35088.26	82.03
MB3	296.00	296.00	296.00	146.00	146.00	146.00	432.16	246.36	25122.17	58.13
MB4	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	430.70	219.07	22338.63	51.87
MB5	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	238.08	24277.56	56.76

<b>fb Promedio</b>	<b>=</b>	<b>63.39 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Varianza de Datos</b>	<b>=</b>	<b>143.63 kg/cm<sup>4</sup></b>
<b>Desviacion Estandar</b>	<b>=</b>	<b>11.98 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Coefficiente de Variacion</b>	<b>=</b>	<b>18.91 %</b>
<b>f'b característica</b>	<b>=</b>	<b>51.40 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Según Norma E070 - f'b Minima</b>	<b>=</b>	<b>50.00 kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 73.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra B



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "B" con 10% de Cemento Portland IP

f'b característica: 51.40 kg/cm<sup>2</sup>



**Tabla 44**

Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra C

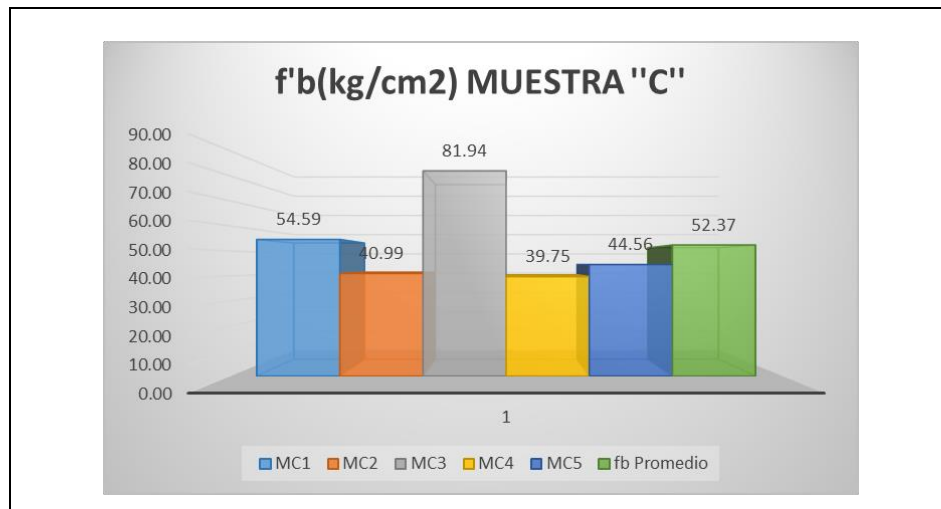
 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>										
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>										
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>										
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 399.613 Y 339.604)</b>										
<b>TESISTAS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>									
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOTest PERU									
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020									
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>										
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Apoyos para sujetar el espécimen</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>									
$f'_b = \frac{P_u}{A}$ <p>Donde:                      fb = Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)                      Pu = Carga de rotura (Kg)                      A = Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</p>										
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "C"</b>										
<b>LTC 5%</b>	<b>MUESTRAS "C"</b>									
<b>Especimen</b>	<b>Largo (mm)</b>			<b>Ancho (mm)</b>			<b>Area (cm<sup>2</sup>)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>fb (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>Lprom</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Aprom</b>		<b>KN</b>	<b>Kg</b>	
MC1	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	228.99	23350.00	54.59
MC2	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	171.96	17534.60	40.99
MC3	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	427.75	343.74	35051.51	81.94
MC4	296.00	296.00	296.00	146.00	146.00	146.00	432.16	168.44	17176.32	39.75
MC5	296.00	296.00	296.00	146.00	146.00	146.00	432.16	188.85	19256.98	44.56

<b>fb Promedio</b>	<b>=</b>	<b>52.37 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Varianza de Datos</b>	<b>=</b>	<b>307.34 kg/cm<sup>4</sup></b>
<b>Desviacion Estandar</b>	<b>=</b>	<b>17.53 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Coefficiente de Variacion</b>	<b>=</b>	<b>33.48 %</b>
<b>f'b caracteristica</b>	<b>=</b>	<b>34.83 kg/cm<sup>2</sup></b>
<b>Según Norma E070 - f'b Minima</b>	<b>=</b>	<b>50.00 kg/cm<sup>2</sup></b>

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 74.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra

C



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "C" con 5% de Cemento Portland IP

f'b característica: 34.83 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 45**

Proceso de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra D

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>										
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>										
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (NTP 399.613 Y 339.604)</b>										
<b>TESISTAS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>										
<b>LUGAR:</b> Laboratorio GEOTest PERU										
<b>FECHA:</b> Diciembre 2020										
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li style="width: 50%;">◦ 20 especímenes</li> <li style="width: 50%;">◦ Apoyos para sujetar el espécimen</li> <li style="width: 50%;">◦ Recipiente metálico</li> <li style="width: 50%;">◦ Brocha</li> <li style="width: 50%;">◦ Espátula</li> <li style="width: 50%;">◦ Plumón</li> <li style="width: 50%;">◦ Yeso y/o cemento</li> <li style="width: 50%;">◦ Flexómetro</li> <li style="width: 50%;">◦ Agua</li> <li style="width: 50%;">◦ Prensa hidráulica</li> <li style="width: 50%;">◦ Franela</li> <li style="width: 50%;">◦ Cámara fotográfica</li> <li style="width: 50%;">◦ Regla metálica y/o vernier</li> </ul>										
$f'_b = \frac{P_u}{A}$ <p>Donde:            fb = Resistencia a la compresión (Kg/cm<sup>2</sup>)            Pu = Carga de rotura (Kg)            A = Área Bruta (cm<sup>2</sup>)</p>										
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "D"</b>										
<b>LTC 0% MUESTRAS "D"</b>										
Especimen	Largo (mm)			Ancho (mm)			Area (cm <sup>2</sup> )	Carga Maxima		fb (Kg/cm <sup>2</sup> )
	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom		KN	Kg	
MD1	295.00	295.00	295.00	145.00	146.00	145.50	429.23	140.14	14290.00	33.29
MD2	295.00	295.00	295.00	145.00	146.00	145.50	429.23	117.09	11940.00	27.82
MD3	295.00	295.00	295.00	145.00	146.00	145.50	429.23	158.18	16130.00	37.58
MD4	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	430.70	146.02	14890.00	34.57
MD5	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	430.70	134.15	13680.00	31.76

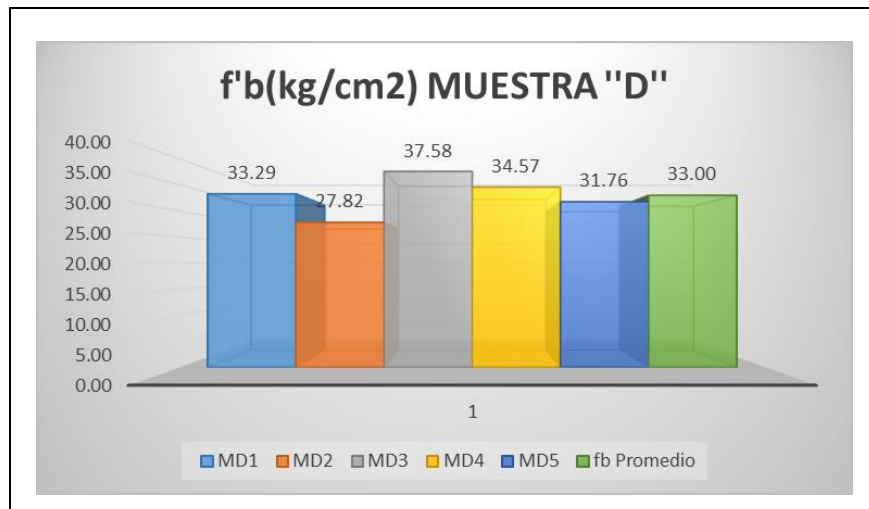
fb Promedio	=	33.00 kg/cm <sup>2</sup>
Vaianza de Datos	=	12.98 kg/cm <sup>4</sup>
Desviacion Estandar	=	3.60 kg/cm <sup>2</sup>
Coeficiente de Variacion	=	10.92 %
f'b caracteristica	=	29.40 kg/cm <sup>2</sup>

<b>Según Norma E070 - f'b Minima</b>	<b>=</b>	<b>50.00 kg/cm<sup>2</sup></b>
--------------------------------------	----------	--------------------------------

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 75.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a compresión muestra

*D*



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "D" con 0% de Cemento Portland IP


f'b característica: 29.40 kg/cm<sup>2</sup>

## Ensayo de resistencia a tracción por flexión

a) Proceso de datos

**Tabla 46**

Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra A

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>													
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>													
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION (ITINTEC 331.017)</b>													
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEVA MARTINEZ</li> </ul>											
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU											
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020											
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>													
<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>									
$f'_{br} = \frac{3 * P_u * l}{2 * b * t_b^2}$ <p style="font-size: small;"> <b>Donde:</b>                      f'br = Resistencia a la tracción por flexión (Kg/cm<sup>2</sup>)                      Pu = Carga de rotura (Kg)                      l = Luz o distancia entre ejes de apoyo (cm)                      b = Ancho de la unidad (cm)                      tb = Altura de la unidad de la unidad (cm)                 </p>													
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "A"</b>													
<b>LTC 15%</b>	<b>MUESTRAS "A"</b>												
<b>Especimen</b>	<b>Largo (cm)</b>			<b>Ancho (cm)</b>			<b>Altura (cm)</b>			<b>Long entre apoyos (cm)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>f'br (Kg/cm<sup>2</sup>)</b>
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>Lprom</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Apron</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>Apron</b>		<b>KN</b>	<b>Kg</b>	
MA1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.60	9.50	9.55	18.00	3.58	365.12	7.45
MA2	29.40	29.50	29.45	14.60	14.60	14.60	9.50	9.50	9.50	18.00	3.11	317.60	6.51
MA3	29.40	29.50	29.45	14.60	14.50	14.55	9.60	9.60	9.60	18.00	4.12	420.14	8.46
MA4	29.60	29.60	29.60	14.60	14.50	14.55	9.60	9.50	9.55	18.00	3.78	385.13	7.84
MA5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	18.00	3.56	362.62	7.48
		<b>f'br Promedio</b>				<b>=</b>		<b>7.55 kg/cm<sup>2</sup></b>					
		<b>Varianza de Datos</b>				<b>=</b>		<b>0.50 kg/cm<sup>4</sup></b>					
		<b>Desviacion Estandar</b>				<b>=</b>		<b>0.71 kg/cm<sup>2</sup></b>					
		<b>Coefficiente de Variacion</b>				<b>=</b>		<b>9.39 %</b>					
		<b>f'br característica</b>				<b>=</b>		<b>6.84 kg/cm<sup>2</sup></b>					

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 76.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra A



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "A" con 15% de Cemento Portland IP

f'br característica: 6.84 kg/cm<sup>2</sup>

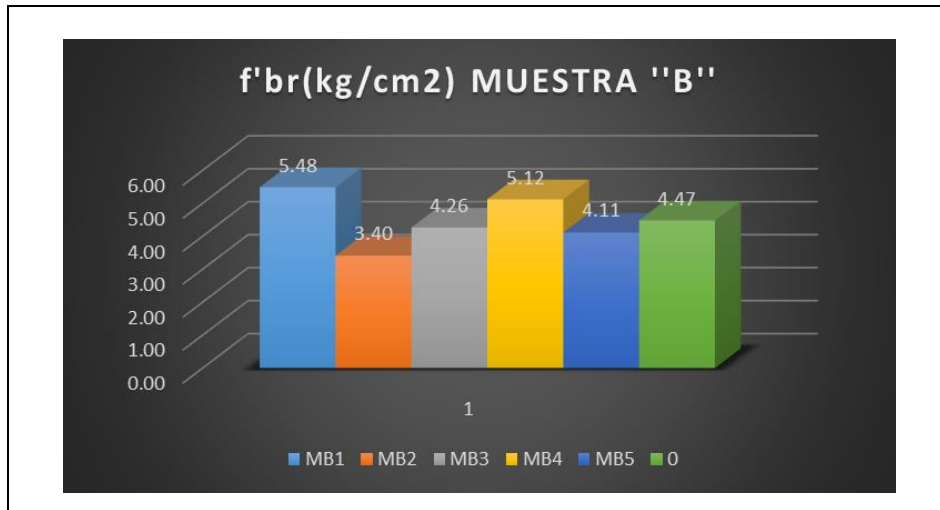
**Tabla 47**

Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra B

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>													
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>													
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION (ITINTEC 331.017)</b>													
<b>TESISTAS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>											
<b>LUGAR:</b>		Laboratorio GEOTest PERU											
<b>FECHA:</b>		Diciembre 2020											
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>		<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>											
$f'_{br} = \frac{3 * P_u * l}{2 * b * t_b^2}$ <p>Donde:                      f'br = Resistencia a la tracción por flexión (Kg/cm2)                      Pu = Carga de rotura (Kg)                      l = Luz o distancia entre ejes de apoyo (cm)                      b = Ancho de la unidad (cm)                      tb = Altura de la unidad de la unidad (cm)</p>													
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "B"</b>													
<b>LTC 10%</b>		<b>MUESTRAS "B"</b>											
<b>Especimen</b>	<b>Largo (cm)</b>			<b>Ancho (cm)</b>			<b>Altura (cm)</b>			<b>Long entre apoyos (cm)</b>	<b>Carga Maxima</b>		<b>f'br (Kg/cm2)</b>
	<b>L1</b>	<b>L2</b>	<b>Lprom</b>	<b>A1</b>	<b>A2</b>	<b>Aprom</b>	<b>H1</b>	<b>H2</b>	<b>Aprom</b>		<b>KN</b>	<b>Kg</b>	
MB1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	18.00	2.61	265.78	5.48
MB2	29.40	29.40	29.40	14.60	14.60	14.60	9.50	9.60	9.55	18.00	1.65	167.90	3.40
MB3	29.40	29.40	29.40	14.60	14.60	14.60	9.60	9.60	9.60	18.00	2.08	212.39	4.26
MB4	29.60	29.60	29.60	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	18.00	2.43	247.98	5.12
MB5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	18.00	1.95	199.04	4.11
f'br Promedio = 4.47 kg/cm2 Varianza de Datos = 0.69 kg/cm4 Desviacion Estandar = 0.83 kg/cm2 Coeficiente de Variacion = 18.55 % f'br caracteristica = 3.64 kg/cm2													

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 77.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra B



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**


Ladrillos Muestra "B" con 10% de Cemento Portland IP

f'br característica: 3.64 kg/cm<sup>2</sup>



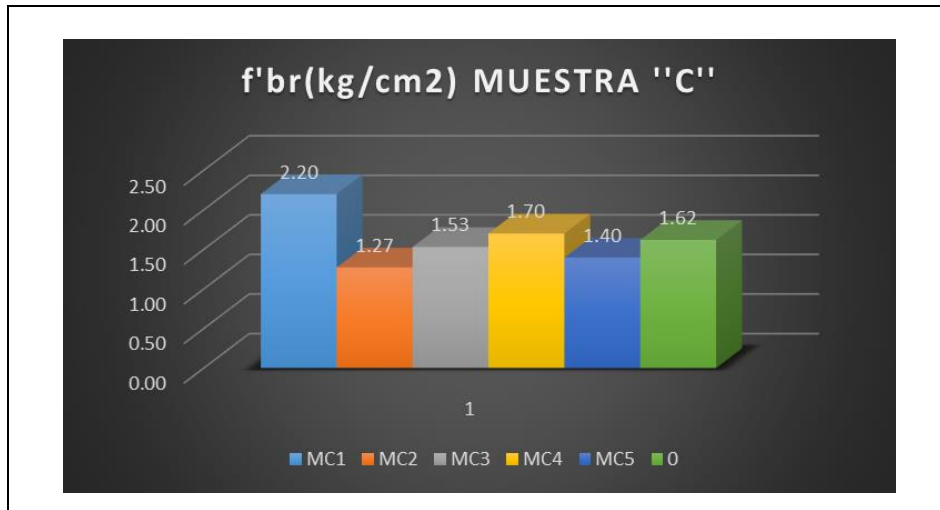
**Tabla 48**

Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra C

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>																																																																																															
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>																																																																																															
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>																																																																																															
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION (ITINTEC 331.017)</b>																																																																																															
<b>TESISTAS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>																																																																																														
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOTest PERU																																																																																														
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020																																																																																														
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>																																																																																														
$f'_{br} = \frac{3 * P_u * l}{2 * b * t_b^2}$ <p>Donde:                      f'br = Resistencia a la tracción por flexión (Kg/cm2)                      Pu = Carga de rotura (Kg)                      l = Luz o distancia entre ejes de apoyo (cm)                      b = Ancho de la unidad (cm)                      tb = Altura de la unidad de la unidad (cm)</p>																																																																																															
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "C"</b>																																																																																															
LTC 5%	MUESTRAS "C"																																																																																														
Especimen	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Largo (cm)</th> <th colspan="3">Ancho (cm)</th> <th colspan="3">Altura (cm)</th> <th rowspan="2">Long entre apoyos (cm)</th> <th colspan="2">Carga Maxima</th> <th rowspan="2">f'br (Kg/cm2)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>Lprom</th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>Aprom</th> <th>H1</th> <th>H2</th> <th>Aprom</th> <th>KN</th> <th>Kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MC1</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>9.50</td> <td>9.60</td> <td>9.55</td> <td>18.00</td> <td>1.06</td> <td>107.68</td> <td>2.20</td> </tr> <tr> <td>MC2</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>18.00</td> <td>0.60</td> <td>61.60</td> <td>1.27</td> </tr> <tr> <td>MC3</td> <td>29.60</td> <td>29.60</td> <td>29.60</td> <td>14.60</td> <td>14.60</td> <td>14.60</td> <td>9.60</td> <td>9.60</td> <td>9.60</td> <td>18.00</td> <td>0.75</td> <td>76.21</td> <td>1.53</td> </tr> <tr> <td>MC4</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.60</td> <td>14.60</td> <td>14.60</td> <td>9.40</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>18.00</td> <td>0.81</td> <td>82.96</td> <td>1.70</td> </tr> <tr> <td>MC5</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>9.60</td> <td>9.60</td> <td>9.60</td> <td>18.00</td> <td>0.68</td> <td>69.07</td> <td>1.40</td> </tr> </tbody> </table>	Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm2)	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom	KN	Kg	MC1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	1.06	107.68	2.20	MC2	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	18.00	0.60	61.60	1.27	MC3	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	9.60	9.60	9.60	18.00	0.75	76.21	1.53	MC4	29.50	29.50	29.50	14.60	14.60	14.60	9.40	9.50	9.50	18.00	0.81	82.96	1.70	MC5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.60	9.60	9.60	18.00	0.68	69.07	1.40
Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm2)																																																																																			
L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg																																																																																				
MC1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	1.06	107.68	2.20																																																																																		
MC2	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	18.00	0.60	61.60	1.27																																																																																		
MC3	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	9.60	9.60	9.60	18.00	0.75	76.21	1.53																																																																																		
MC4	29.50	29.50	29.50	14.60	14.60	14.60	9.40	9.50	9.50	18.00	0.81	82.96	1.70																																																																																		
MC5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.60	9.60	9.60	18.00	0.68	69.07	1.40																																																																																		
	f'br Promedio = 1.62 kg/cm2 Varianza de Datos = 0.13 kg/cm4 Desviacion Estandar = 0.36 kg/cm2 Coeficiente de Variacion = 22.30 % f'br característica = 1.26 kg/cm2																																																																																														

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 78.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra C



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete


### Análisis

Ladrillos Muestra "C" con 5% de Cemento Portland IP

f'br característica: 1.26 kg/cm<sup>2</sup>

**Tabla 49**

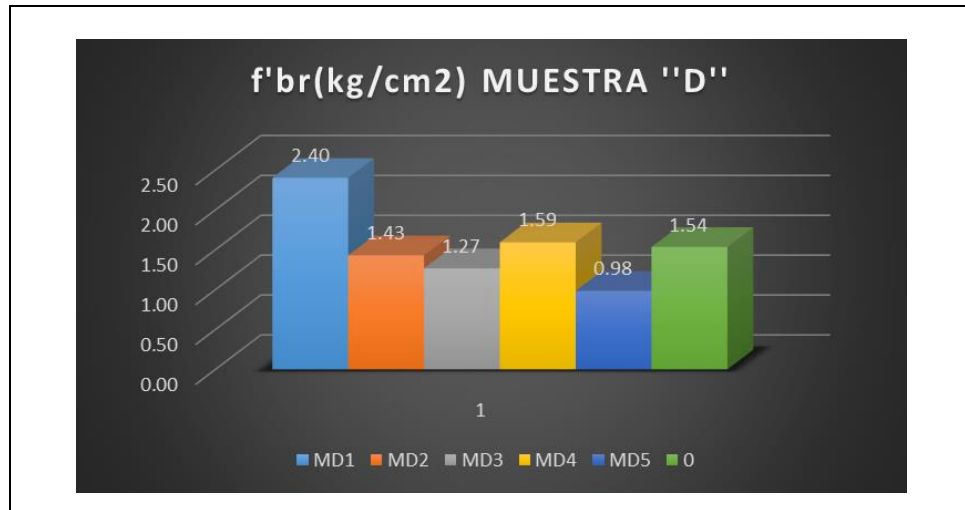
Proceso de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra D

 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>																																																																																															
<b>FACULTAD DE INGENIERIA</b> <b>ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>CIVIL</b>																																																																																															
<b>“Propiedades Físico – Mecánicas de los Ladrillos de Tierra Cruda Comprimida Adicionando Porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020”.</b>																																																																																															
<b>FICHA TECNICA: RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION (ITINTEC 331.017)</b>																																																																																															
<b>TESISTAS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ ROYER MELENDEZ PAREJA</li> <li>◦ MARILYN PAOLA LEIVA MARTINEZ</li> </ul>																																																																																														
<b>LUGAR:</b>	Laboratorio GEOTest PERU																																																																																														
<b>FECHA:</b>	Diciembre 2020																																																																																														
<b>MATERIALES Y EQUIPOS:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◦ 20 especímenes</li> <li>◦ Recipiente metálico</li> <li>◦ Espátula</li> <li>◦ Yeso y/o cemento</li> <li>◦ Agua</li> <li>◦ Franela</li> <li>◦ Regla metálica y/o vernier</li> <li>◦ Brocha</li> <li>◦ Plumón</li> <li>◦ Flexómetro</li> <li>◦ Prensa hidráulica</li> <li>◦ Cámara fotográfica</li> </ul>																																																																																														
$f'_{br} = \frac{3 * P_u * l}{2 * b * t_b^2}$ <p>Donde:                      f'br = Resistencia a la tracción por flexión (Kg/cm2)                      Pu = Carga de rotura (Kg)                      l = Luz o distancia entre ejes de apoyo (cm)                      b = Ancho de la unidad (cm)                      tb = Altura de la unidad de la unidad (cm)</p>																																																																																															
<b>CALCULO PARA LA MUESTRA "D"</b>																																																																																															
LTC 0%	MUESTRAS "D"																																																																																														
Especimen	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="3">Largo (cm)</th> <th colspan="3">Ancho (cm)</th> <th colspan="3">Altura (cm)</th> <th rowspan="2">Long entre apoyos (cm)</th> <th colspan="2">Carga Maxima</th> <th rowspan="2">f'br (Kg/cm2)</th> </tr> <tr> <th>L1</th> <th>L2</th> <th>Lprom</th> <th>A1</th> <th>A2</th> <th>Aprom</th> <th>H1</th> <th>H2</th> <th>Aprom</th> <th>KN</th> <th>Kg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>MD1</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>9.50</td> <td>9.60</td> <td>9.55</td> <td>18.00</td> <td>1.15</td> <td>117.65</td> <td>2.40</td> </tr> <tr> <td>MD2</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.60</td> <td>14.50</td> <td>14.55</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>18.00</td> <td>0.68</td> <td>69.51</td> <td>1.43</td> </tr> <tr> <td>MD3</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>29.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>14.50</td> <td>9.50</td> <td>9.60</td> <td>9.55</td> <td>18.00</td> <td>0.61</td> <td>62.08</td> <td>1.27</td> </tr> <tr> <td>MD4</td> <td>29.60</td> <td>29.60</td> <td>29.60</td> <td>14.60</td> <td>14.60</td> <td>14.60</td> <td>9.60</td> <td>9.55</td> <td>9.58</td> <td>18.00</td> <td>0.77</td> <td>78.98</td> <td>1.59</td> </tr> <tr> <td>MD5</td> <td>29.60</td> <td>29.60</td> <td>29.60</td> <td>14.50</td> <td>14.60</td> <td>14.55</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>9.50</td> <td>18.00</td> <td>0.47</td> <td>47.86</td> <td>0.98</td> </tr> </tbody> </table>	Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm2)	L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom	KN	Kg	MD1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	1.15	117.65	2.40	MD2	29.50	29.50	29.50	14.60	14.50	14.55	9.50	9.50	9.50	18.00	0.68	69.51	1.43	MD3	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	0.61	62.08	1.27	MD4	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	9.60	9.55	9.58	18.00	0.77	78.98	1.59	MD5	29.60	29.60	29.60	14.50	14.60	14.55	9.50	9.50	9.50	18.00	0.47	47.86	0.98
Largo (cm)			Ancho (cm)			Altura (cm)			Long entre apoyos (cm)	Carga Maxima		f'br (Kg/cm2)																																																																																			
L1	L2	Lprom	A1	A2	Aprom	H1	H2	Aprom		KN	Kg																																																																																				
MD1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	1.15	117.65	2.40																																																																																		
MD2	29.50	29.50	29.50	14.60	14.50	14.55	9.50	9.50	9.50	18.00	0.68	69.51	1.43																																																																																		
MD3	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	0.61	62.08	1.27																																																																																		
MD4	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	9.60	9.55	9.58	18.00	0.77	78.98	1.59																																																																																		
MD5	29.60	29.60	29.60	14.50	14.60	14.55	9.50	9.50	9.50	18.00	0.47	47.86	0.98																																																																																		

f'br Promedio	=	1.54 kg/cm2
Varianza de Datos	=	0.29 kg/cm4
Desviacion Estandar	=	0.53 kg/cm2
Coficiente de Variacion	=	34.80 %
f'br caracteristica	=	1.00 kg/cm2

Fuente: Creación propia, datos obtenidos en gabinete.

**Figura 79.** Estadística de datos de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra D



Fuente: Creación propia, estadística obtenida en gabinete

### **Análisis**

Ladrillos Muestra "D" con 0% de Cemento Portland IP

f'br característica: 1.00 kg/cm<sup>2</sup>

### **3.7. Aspectos éticos**

El presente trabajo de investigación se desarrolló en forma objetiva y veraz, acatando el principio de la ética investigativa y el respeto a la propiedad intelectual como son las citas y/o referencias.

#### IV. RESULTADOS

En respuesta a nuestro objetivo general y objetivos específicos, en este acápite se interpretan los resultados conseguidos de las pruebas realizados en el laboratorio a los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland de 15%, 10%, 5% y 0% ("A", "B", "C" y "D") respectivamente en estricta relación con la norma vigente del RNE E.070 – albañilería.

#### ENSAYO PRELIMINARES (GRANULOMETRÍA, LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO DE AGUA)

**Tabla 50**

*Resultados de las pruebas preliminares*

RESUMEN: RESULTADO DE LOS ENSAYOS PRELIMINARES (GRANULOMETRIA, LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO DE HUMEDAD)									
MUESTRA	N°	C.H. %	LL %	LP %	IP	Cu	Cc	CLASIFICACION SUCS	DESCRIPCION
San Jerónimo - Cusco	C-01	13.56	18.92	17.31	1.61		0.85	ML	LIMO CON ARENA

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de las pruebas preliminares para clasificar el tipo de suelo de la cantera de San Jerónimo - Cusco corresponde a un suelo: Limo arenoso ML según la clasificación SUCS con LL = 18.92%, LP = 17.31% e IP = 1.61 y finalmente con un contenido de humedad de CH = 13.56%.

#### ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL

**Tabla 51**

*Resultado de la prueba de variación dimensional muestra A*

RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - MUESTRA "A"			
Variación Dimensional (%)	Largo	Ancho	Altura
	0.08%	-0.26%	-0.53%

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de variación dimensional realizados a la muestra "A" con 15% de Cemento Portland se ubican dentro los rangos permisibles estipulados por el RNE E.070 – Albañilería para ladrillos Clase V.

**Tabla 52**

*Resultado de la prueba de variación dimensional muestra B*

<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - MUESTRA "B"</b>			
Variación Dimensional (%)	Largo	Ancho	Altura
	-0.08%	-0.31%	-1.87%

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de variación dimensional realizados a la muestra "B" con 10% de Cemento Portland se ubican dentro los rangos permisibles estipulados por el RNE E.070 – Albañilería para ladrillos Clase IV.

**Tabla 53**

*Resultado de la prueba de variación dimensional muestra C*

<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - MUESTRA "C"</b>			
Variación Dimensional (%)	Largo	Ancho	Altura
	0.00%	-0.48%	-2.08%

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de variación dimensional realizados a la muestra "C" con 5% de Cemento Portland se ubican dentro los rangos permisibles estipulados por el RNE E.070 – Albañilería para ladrillos Clase III.

**Tabla 54**

*Resultado de la prueba de variación dimensional muestra D*

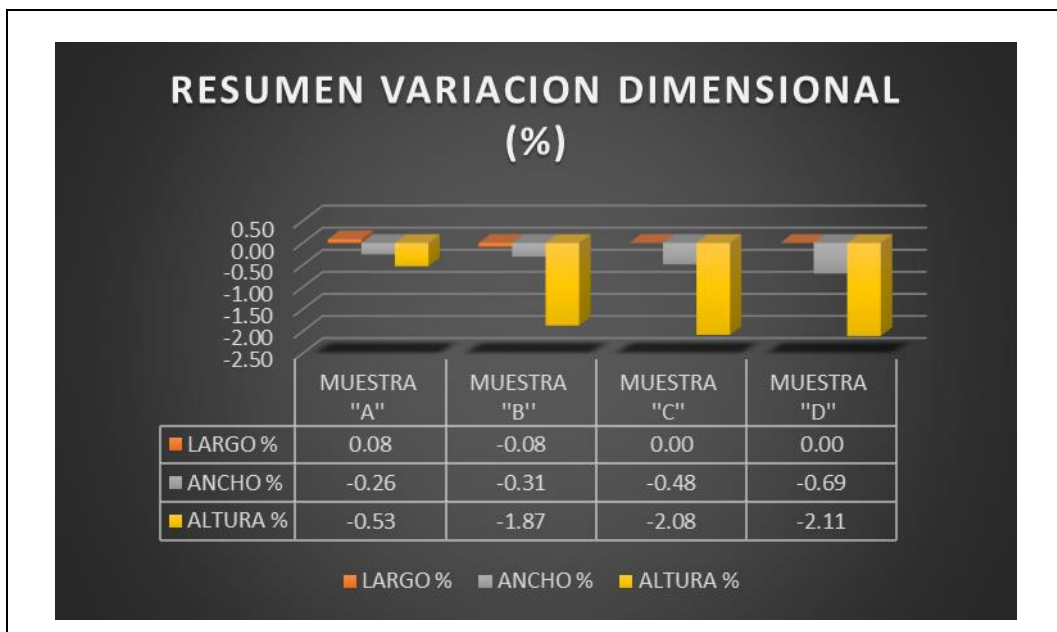
<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE VARIACIÓN DIMENSIONAL - MUESTRA "D"</b>			
Variación Dimensional (%)	Largo	Ancho	Altura
	0.00%	-0.69%	-2.11%

Fuente: Creación propia

*Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de variación dimensional realizados a la muestra "D" con 0% de Cemento Portland se ubican dentro los rangos permisibles estipulados por el RNE E.070 – Albañilería para ladrillos Clase III.

**Figura 80.** *Resumen resultados de la prueba de variación dimensional*



Fuente: Creación propia

Es importante mencionar que la variación dimensional precisa la altura de las hiladas, a mayor variación mayor será el espesor de la junta y por ende la baja resistencia a compresión y corte del muro.

## ENSAYO DE ALABEO

**Tabla 55**

*Resultado de la prueba de alabeo muestra A*

RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO - MUESTRA "A"		
Alabeo (mm)	Concavidad	Convexidad
	0.40	0.65

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de alabeo realizados a la muestra "A" con 15% de Cemento Portland son satisfactorios puesto que no exceden los 2mm y se ubica como ladrillos Clase V según el RNE E.070 – Albañilería

**Tabla 56**

*Resultado de la prueba de alabeo muestra B*

RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO - MUESTRA "B"		
Alabeo (mm)	Concavidad	Convexidad
	0.58	0.58

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de alabeo realizados a la muestra "B" con 10% de Cemento Portland son satisfactorios puesto que no exceden los 2mm y se ubica como ladrillos Clase V según el RNE E.070 – Albañilería

**Tabla 57**

*Resultado de la prueba de alabeo muestra C*

RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO - MUESTRA "C"		
Alabeo (mm)	Concavidad	Convexidad
	0.68	0.58

Fuente: Creación propia



### Interpretación

Los resultados conseguidos de la prueba de alabeo realizados a la muestra "C" con 5% de Cemento Portland son satisfactorios puesto que no exceden los 2mm y se ubica como ladrillos Clase V según el RNE E.070 – Albañilería

**Tabla 58**

*Resultado de la prueba de alabeo muestra D*

RESULTADO DEL ENSAYO DE ALABEO - MUESTRA "D"		
Alabeo (mm)	Concavidad	Convexidad
	0.88	0.75

Fuente: Creación propia

### Interpretación

Los resultados conseguidos de la prueba de alabeo realizados a la muestra "D" con 0% de Cemento Portland son satisfactorios puesto que no exceden los 2mm y se ubica como ladrillos Clase V según el RNE E.070 – Albañilería

**Figura 81. Resumen resultados de la prueba de alabeo**



Fuente: Creación propia

Al igual que la variación dimensional también el alabeo precisa la altura de las hiladas, a mayor alabeo de las unidades menor resistencia a compresión y corte del muro.

### **ENSAYO DE ABSORCIÓN**

**Tabla 59**

Resultado de la prueba de absorción muestra A

<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN - MUESTRA "A"</b>	
Absorción promedio (%)	14.28

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de absorción a la muestra "A" con 15% de Cemento Portland, son aceptables. Puesto que se encuentran por debajo del valor máximo permitido por el RNE E.070 - Albañilería (22% máx. para unidades de arcilla y sílico - calcáreas).

**Tabla 60**

Resultado de la prueba de absorción muestra B

<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN - MUESTRA "B"</b>	
Absorción promedio (%)	17.99

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de absorción a la muestra "B" con 10% de Cemento Portland, son aceptables. Puesto que se encuentran por debajo del valor máximo permitido por el RNE E.070 - Albañilería (22% máx. para unidades de arcilla y sílico - calcáreas)

### Tabla 61

Resultado de la prueba de absorción muestra C

<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN - MUESTRA "C"</b>	
Absorción promedio (%)	23.12

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de absorción a la muestra "C" con 5% de Cemento Portland, no son aceptables. Puesto que se encuentran por encima del valor máximo permitido por el RNE E.070 - Albañilería (22% máx. para unidades de arcilla y sílico - calcáreas).

### Tabla 62

Resultado de la prueba de absorción muestra D

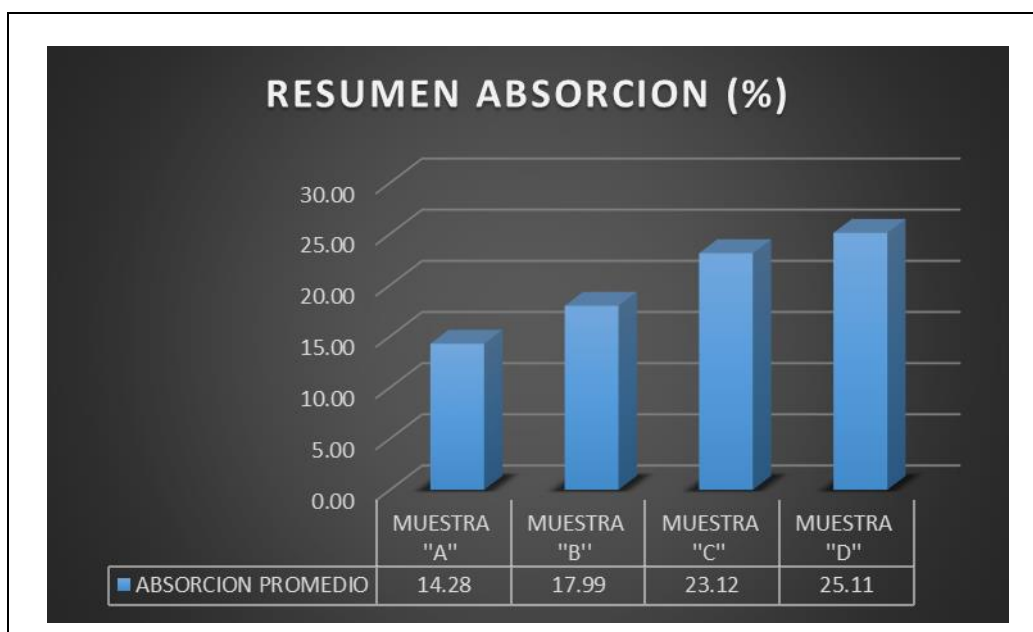
<b>RESULTADO DEL ENSAYO DE ABSORCIÓN - MUESTRA "D"</b>	
Absorción promedio (%)	25.11

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de absorción a la muestra "D" con 0% de Cemento Portland, no son aceptables. Puesto que se encuentran por encima del valor máximo permitido por el RNE E.070 - Albañilería (22% máx. para unidades de arcilla y sílico - calcáreas).

**Figura 82.** Resumen resultados de la prueba de absorción



Fuente: Creación propia

Cabe mencionar que los ladrillos de las muestras "C" y "D" serán menos resistentes a la intemperie y en el proceso de asentado estas unidades absorberán la humedad del mortero dejándolas secas disminuyendo la resistencia del muro.

### **ENSAYO DE RESISTENCIA A COMPRESIÓN**

**Tabla 63**

*Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra A*

<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA "A"</b>	
f'b característica (kg/cm <sup>2</sup> )	86.89

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a compresión a la muestra "A" con 15% de Cemento Portland con f'b característica de 86.89 kg/cm<sup>2</sup> clasifican como ladrillo Clase II según el RNE E.070 – Albañilería.

### Tabla 64

*Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra B*

<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA "B"</b>	
f'b característica (kg/cm <sup>2</sup> )	51.40

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a compresión a la muestra "B" con 10% de Cemento Portland con f'b característica de 51.40 kg/cm<sup>2</sup> clasifican como ladrillo Clase I según el RNE E.070 – Albañilería.

### Tabla 65

*Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra C*

<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA "C"</b>	
f'b característica (kg/cm <sup>2</sup> )	34.83

Fuente: Creación propia

#### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a compresión a la muestra "C" con 5% de Cemento Portland con f'b característica de 34.83 kg/cm<sup>2</sup> no clasifican como ninguna clase de ladrillo según el RNE E.070 – Albañilería.

### Tabla 66

*Resultado de la prueba de resistencia a compresión muestra D*

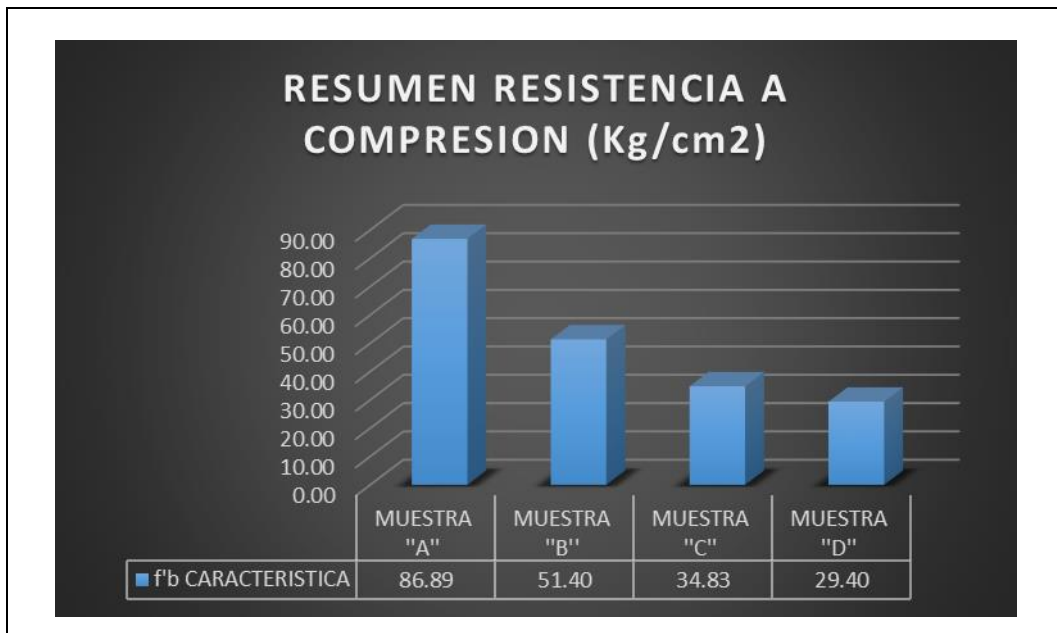
<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN - MUESTRA "D"</b>	
f'b característica (kg/cm <sup>2</sup> )	29.40

Fuente: Creación propia

### Interpretación

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a compresión a la muestra "D" con 0% de Cemento Portland con  $f'b$  característica de 29.40 kg/cm<sup>2</sup> no clasifican como ninguna clase de ladrillo según el RNE E.070 – Albañilería.

**Figura 83.** Resumen resultados de la prueba de resistencia compresión



Fuente: Creación propia

Es importante mencionar que la resistencia característica mínima para ladrillos es de 50 kg/cm<sup>2</sup> según el RNE E.070 – Albañilería.

### ENSAYO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN

**Tabla 67**

Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra A

RESULTADO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN - MUESTRA "A"	
$f'br$ característica (kg/cm <sup>2</sup> )	6.84

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a tracción por flexión a la muestra "A" con 15% de Cemento Portland alcanzo a  $f'_{br}$  característica=6.84kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que se encuentra dentro del valor mínimo para ladrillo Clase I según NT ITINTEC 331.017.

#### **Tabla 68**

*Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra B*

<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN - MUESTRA "B"</b>	
$f'_{br}$ característica (kg/cm <sup>2</sup> )	3.64

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a tracción por flexión a la muestra "B" con 10% de Cemento Portland alcanzo a  $f'_{br}$  característica=3.64kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que no cumple con los valores mínimos de la NT ITINTEC 331.017.

#### **Tabla 69**

*Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra C*

<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN - MUESTRA "C"</b>	
$f'_{br}$ característica (kg/cm <sup>2</sup> )	1.26

Fuente: Creación propia

### *Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a tracción por flexión a la muestra "C" con 5% de Cemento Portland alcanzo a  $f'_{br}$  característica=1.26kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que no cumple con los valores mínimos de la NT ITINTEC 331.017.

**Tabla 70**

*Resultado de la prueba de resistencia a tracción por flexión muestra D*

<b>RESULTADO DE RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN - MUESTRA "D"</b>	
f'br característica (kg/cm <sup>2</sup> )	1.00

Fuente: Creación propia

*Interpretación*

Los resultados conseguidos de la prueba de resistencia a tracción por flexión a la muestra "D" con 0% de Cemento Portland alcanzo a f'br característica=1.00kg/cm<sup>2</sup>. Por lo que no cumple con los valores mínimos de la NT ITINTEC 331.017.

**Figura 84.** *Resumen resultados de la prueba de resistencia a tracción por flexión*



Fuente: Elaboración propia

Es importante mencionar que la resistencia tracción por flexión está vinculada con la resistencia a la compresión. Se requiere de un análisis minucioso cuando el ladrillo es para una sollicitación del tipo IV y V



## V. DISCUSIÓN

### 5.1. De la materia prima

Los ensayos preliminares realizados en el presente trabajo de investigación fueron: granulometría, límites de Atterberg y contenido de agua para clasificar y conocer con qué tipo de suelo se está elaborando los ladrillos de tierra cruda comprimida.

Los resultados de estos ensayos preliminares (granulometría, límites de Atterberg y contenido de agua) según SUCS, clasifican a la muestra de suelo del tipo Limo con Arena ML con  $LL=18.90\%$ ,  $LP=17.31\%$  e  $IP=1.6$  y finalmente un contenido de agua  $CA=13.56\%$ . en los estudios anteriores de: (Quispe Amudio, 2016) antecedentes nacionales, quien determino las propiedades físico y mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento portland en la ciudad del cusco, se observó que la clasificación según SUCS que estuvieron fue un suelo de arena pobremente graduada con arcilla SP-SC. Según Toirac (2008) el suelo adecuado para la elaboración de suelo-cemento. Por consiguiente, los resultados de los ensayos preliminares que conseguimos son similares al otro estudio.

### 5.2. De las propiedades físicas

Las propiedades físicas estudiadas en el presente trabajo de investigación fueron: variación dimensional, alabeo y absorción de ladrillos de tierra cruda comprimida.

Los resultado con respecto a la variación dimensional de los ladrillos de tierra cruda comprimida es de  $(0.08\%, -0.26\%, -0.53\%)$ ;  $(-0.08\%, -0.31\%, -1.87\%)$ ;  $(0.00\%, -0.48\%, -2.08\%)$  y  $(0.00\%, -0.69\%, -2.11\%)$  para las muestras "A", "B", "C" y "D" con 15% , 10%, 5% y 0% de cemento portland respectivamente y clasifican como ladrillos Clase V, IV, III y III respectivamente según la normativa vigente del RNE E.070 - Albañilería, como se muestran en las tablas: 51, 52, 53 y 54 . En los estudios anteriores de: (Monrroy Ramos, 2020) antecedentes nacionales, quien evaluó las propiedades físico – mecánica de con ladrillos de suelo – cemento, para uso estructural en Huancayo – Junín se observó que la variación dimensional que obtuvieron para unidades estabilizadas con 10%, 15% y 20%

fueron (0.05%, 0.12%, 1.30%); (0.04%, 0.11%, 1.29%); (0.03%, 0.08%, 1.26%) y clasifican como ladrillos tipo V, V y V según el RNE E.070 – albañilería, (Quispe Amudio, 2016) antecedentes nacionales, quien determino las propiedades físico y mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento portland en la ciudad del cusco se observó que la variación dimensional que obtuvieron fueron de 0.44%, 0.73% y 1.09% y clasifican como ladrillo tipo V según el RNE E.070 – albañilería. Estos resultados de variación dimensional son similares a los resultados que obtuvimos en nuestro estudio.

Con respecto al alabeo de los ladrillos de tierra cruda comprimida ensayadas a las muestras “A”, “B”, “C” y “D” con 15%, 10%, 5% y 0% de cemento portland respectivamente, los resultados son inferiores a los 2mm como se muestra en las tablas: 55, 56, 57 y 58, por lo que clasifican como ladrillos del tipo V según el RNE E.070 – albañilería. En los estudios anteriores realizados por: (Monrroy Ramos, 2020) quien evaluó las propiedades físico – mecánicas de la albañilería con ladrillos de suelo – cemento, para uso estructural en Huancayo – Junín, (Quispe Amudio, 2016) antecedentes nacionales, quien determino las propiedades físico mecánicas elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento portland en la ciudad del cusco y (Collazos Velásquez & Ruiz Chumbe, 2019) quienes presentaron el diseño de ladrillo de confitillo y cemento como alternativa de construcción en Moyobamba – San Martín para todos estos estudios obtuvieron resultados menores a los 2mm promedio de alabeo clasificándolas como ladrillos Clase V según el RNE E.070 – albañilería. Estos resultados de alabeo son similares a los resultados que obtuvimos en nuestro estudio.

Y finalmente con respecto a la absorción de los ladrillos de tierra cruda comprimida ensayadas a las muestras de “A”, “B”, “C” y “D” con 15%, 10%, 5% y 0% de cemento portland respectivamente, los resultados para las muestras “A” y “B” están por debajo del límite Max permisible, mientras que para las muestras “C” y “D” los resultados están por encima del límite máximo permisible que estipula el RNE E.070 – albañilería (22% máx. para unidades de arcilla y sílico - calcáreas). como se muestra en las tablas: tabla 59, 60, 61 y 62. En los estudios anteriores realizados por: (Monrroy Ramos, 2020) antecedentes nacionales quien evaluó las propiedades físico – mecánica de la albañilería con ladrillos de suelo –

cemento, para uso estructural en Huancayo – Junín, (Collazos Velásquez & Ruiz Chumbe, 2019) quienes presentaron el diseño de ladrillo de confitillo y cemento como alternativa de construcción en Moyobamba – San Martín, (Quispe Amudio, 2016) antecedentes nacionales quien determinó las propiedades físico mecánicas de las unidades de albañilería elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento portland en la ciudad del Cusco y (Ramírez Bernachea, 2018) antecedentes nacionales quien determinó las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento elaboradas con 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz. Para todos estos estudios obtuvieron resultados favorables menores a 22% que indica el RNE E.070, por lo que el presente estudio se encuentra dentro del promedio de resultados.

### **5.3. De las propiedades mecánicas**

Las propiedades mecánicas estudiadas en el presente trabajo de investigación fueron: resistencia a compresión y resistencia a tracción por flexión de ladrillos de tierra cruda comprimida.

Los resultados de la resistencia característica a compresión de los ladrillos de tierra cruda comprimida son de  $f'_b=86.89 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_b=51.40 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_b=34.83 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_b=29.34 \text{ kg/cm}^2$  para las muestras "A", "B", "C" y "D" respectivamente con 15%, 10%, 5% y 0% de cemento portland respectivamente como se muestra en las tablas: 63, 64, 65 y 66 estos ladrillos se clasifican como ladrillos Clase II y Clase I para las muestras "A" y "B", mientras que para las muestras "C" y "D" los ladrillos no cumplen con la clasificación de ningún tipo según el RNE E.070 – Albañilería (resistencia característica mínima E.070=  $50 \text{ kg/cm}^2$ ). En los estudios anteriores realizados por: (Collazos Velásquez & Ruiz Chumbe, 2019) antecedentes nacionales quienes presentaron el diseño de ladrillo de confitillo y cemento como alternativa de construcción en Moyobamba – San Martín se observó que la resistencia característica a compresión que obtuvieron para ladrillos de confitillo y cemento fue de  $f'_b=56 \text{ kg/cm}^2$  y clasifican como ladrillo Clase I, según el RNE E.070 – albañilería, (Monroy Ramos, 2020) antecedentes nacionales quien evaluó las propiedades físico – mecánica de la albañilería con ladrillos de suelo – cemento, para uso estructural en Huancayo – Junín se observó que la resistencia característica a compresión que obtuvieron para unidades estabilizadas con 10%,

15% y 20% fueron  $f'_b=59.50 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_b=75.80 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_b=108.70 \text{ kg/cm}^2$  respectivamente y clasifican como ladrillo Clase I, II y III respectivamente según el RNE E.070 – albañilería, (Ramírez Bernachea, 2018) antecedentes nacionales quien determino las propiedades físicas y mecánicas de ladrillo ecológico suelo – cemento elaboradas con 20% de aserrín de madera para muros no portantes en la ciudad de Huaraz se observó que la resistencia característica a compresión que obtuvieron para unidades de la muestra patrón de suelo – cemento fue de  $f'_b=80.38 \text{ kg/cm}^2$ , mientras que para unidades de muestra experimental de suelo – cemento con 20% de aserrín de madera fue  $f'_b=69.67 \text{ kg/cm}^2$  y clasifican como ladrillo Clase I y II respectivamente según el RNE E.070 – albañilería, (Quispe Amudio, 2016) antecedentes nacionales quien determino las propiedades físico mecánicas de ladrillos elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento portland en cusco se observó que la resistencia característica a compresión que obtuvieron fue de  $f'_b=108.31 \text{ kg/cm}^2$  y clasifica como ladrillo Clase III según el RNE E.070 – albañilería, (Durand Orellana, 2017) antecedentes nacionales quien determino las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería fabricadas con suelo – cemento, en la ciudad de Trujillo como alternativa de la construcción sostenible, se observó que la resistencia característica a compresión que obtuvo fue de  $f'_b=72.22 \text{ kg/cm}^2$  y clasifica como ladrillo Clase III según el RNE E.070 – albañilería. Estos resultados de la resistencia característica a la compresión son similares o se encuentran dentro del promedio de resultados que obtuvimos en nuestro estudio.

Y finalmente en cuanto a los resultados de la resistencia de tracción por flexión de los ladrillos de tierra cruda comprimida son de  $f'_{br\text{caract.}}=6.84 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_{br\text{caract.}}=3.64 \text{ kg/cm}^2$ ,  $f'_{br\text{caract.}}=1.26 \text{ kg/cm}^2$  y  $f'_{br\text{caract.}}=1.00 \text{ kg/cm}^2$  para las muestras “A”, “B”, “C” y “D” respectivamente con 15%, 10%, 5% y 0% de cemento portland respectivamente como se muestra en las tablas: 67, 68, 69 y 70 estos resultados tienen directa relación con la resistencia a compresión considerando que solo la muestra “A” con  $f'_{br} = 6.84 \text{ Kg/cm}^2$  se encuentra dentro de los límites mínimos para ladrillo Clase I según NTP ITINTEC 331.017. en los estudios anteriores realizados por: (Quispe Amudio, 2016) antecedentes nacionales quien determino las propiedades físico mecánicas de ladrillos elaboradas con residuos sólidos, arena y cemento portland en la ciudad del cusco se observó que la resistencia a la tracción por flexión que obtuvo fue de  $f'_{br}=56.76 \text{ kg/cm}^2$ , este

resultado es muy alto o no está dentro del promedio de resultados encontrados en la presente tesis y (Durand Orellana, 2017) antecedentes nacionales quien determino las características físicas y mecánicas de unidades de albañilería fabricadas con suelo – cemento, en la ciudad de Trujillo como alternativa de la construcción sostenible, se observó que la resistencia a la tracción por flexión que obtuvo fue de  $f'_{br}=7.24 \text{ kg/cm}^2$  este resultado es similar a los resultados encontrados en la presente tesis.

## **VI. CONCLUSIONES**

### **CONCLUSIÓN N°1**

Se logró probar la hipótesis general que dice: “Las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco – 2020”.

Esta hipótesis general planteada se avala con los resultados obtenidos en las figuras: 80, 81, 82, 83 y 84, el cual demuestra que la adición de porcentajes de 0%, 5%, 10% y 15% de cemento portland mejoran gradualmente las propiedades físicas y mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida. Es así, que los ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 0% y 5% de cemento Portland no cumplen con las exigencias mínimas del RNE E.70 – Albañilería ( $f''b$  mínima = 50 Kg/cm<sup>2</sup>), mientras que los ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 10% y 15% de cemento Portland clasifican como ladrillo Clase I y Clase II respectivamente según el Artículo 5.2 del RNE E.070 – Albañilería.

### **CONCLUSIÓN N°2**

Se logró probar la hipótesis específica N°1 que dice: “Las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida, San Jerónimo Cusco - 2020, son malas sin adicionar cemento portland”.

Esta hipótesis específica planteada se avala con los resultados obtenidos en las tablas: 54, 58, 62, 66 y 70 para ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 0% de cemento portland correspondientes a la muestra “D”, el cual demuestra que la carencia de cemento portland en la composición de la mezcla para la elaboración de los ladrillos de tierra cruda comprimida, se obtiene malas o pésimas propiedades físico – mecánicas que no cumplen o están por debajo de las exigencias según el Artículo 5.2 del RNE E.070 – albañilería.

### **CONCLUSIÓN N°3**

Se logró probar la hipótesis específica N°2 que dice: “Las propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco – 2020”.

Esta hipótesis específica planteada se avala con los resultados obtenidos en las tablas: 51, 52, 53, 55, 56, 57, 59, 60 y 61 para ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 15%, 10% y 5% correspondiente a las muestras "A", "B" y "C" respectivamente, el cual demuestra que las propiedades físicas como la variación dimensional, alabeo y absorción son óptimas o favorables adicionando gradualmente porcentajes de 5%, 10% y 15% de cemento portland en su composición. Es así, que los ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 5%, 10% y 15% de cemento portland clasifican como ladrillos Clase III, Clase V y Clase V respectivamente según el Artículo 5.2 del RNE E.070 – albañilería.

#### **CONCLUSIÓN N°4**

Y finalmente se logró probar la hipótesis específica N°3 que dice: "Las propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020.

Esta hipótesis específica planteada se avala con los resultados obtenidos en las tablas: 63, 64, 65, 67, 68 y 69 para ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con 15%, 10% y 5% correspondientes a las muestras "A", "B" y "C" respectivamente, el cual demuestra que las propiedades mecánicas como la resistencia a compresión y la resistencia a tracción por flexión son óptimas o favorables adicionando gradualmente porcentajes de 5%, 10% y 15% de cemento portland en su composición. Es así, que los ladrillos elaborados con 5%, 10% y 15% de cemento Portland clasifican como ladrillos Clase NC, Clase I y Clase II respectivamente según el Artículo 5.2 del RNE E.070 - albañilería

## **VII. RECOMENDACIONES**

### **RECOMENDACIÓN N°1**

Al comprobarse que las propiedades físico – mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionado porcentajes de cemento Portland, San Jerónimo Cusco – 2020, se da como primera recomendación aumentar el porcentaje o proporción del cemento portland para lograr ladrillos con mejores propiedades físico – mecánicas.

### **RECOMENDACIÓN N°2**

Se recomienda que ese aumento en la proporción del cemento portland se dé específicamente en los ladrillos elaborados con 0% de cemento Portland porque las propiedades físico - mecánicas del ladrillo de tierra cruda comprimida depende del cemento Portland.

### **RECOMENDACIÓN N°3**

También, aparte de aumentar la proporción de cemento Portland sería recomendable que en la etapa de producción del moldeo de los ladrillos de tierra cruda comprimida se polvee cemento Portland puro al molde para evitar que el ladrillo se pegue y de esa manera obtener mejores propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida.

### **RECOMENDACIÓN N°4**

Por último, para obtener mejores propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida se recomienda realizar estudios con otros tipos de suelos de esa manera lograr un menor porcentaje de cemento Portland y por ende un menor costo de la unidad de albañilería.



## REFERENCIAS

- Abanto Castillo, F. (2009). *Tecnología del Concreto*. Lima: San Marcos E.I.R.L. – Editor.
- Aguilar Penagos, A. (2017). Fabricación de Bloques Ecológicos a Base de Material Producto de la Construcción. *Maestro en Ingeniería*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, Ciudad de México.
- Biondi Shaw , A. (2017). Los Cementos Adicionados. *Construyendo Caminos y Obras / Revista Peruana de la Construcción*, 51.
- Camacho, A., & Mena, M. (2018). Diseño y Fabricación de un Ladrillo Ecológico como Material Sostenible de Construcción y Comparación de sus Propiedades Mecánicas con un Ladrillo Tradicional. *Tesis de grado en ingeniería civil*. PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR, Quito.
- Chimbo Andy, V. (2017). Análisis de la Resistencia a la Compresión de Ladrillos Prensados Interconectables Elaborados de Barro, Cangahua y Puzolana, con Adiciones de Cemento, Cumpliendo la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC 2015). *Tesis de grado en ingeniería civil*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO – ECUADOR, Ambato - Ecuador.
- Collazos Velásquez , K., & Ruiz Chumbe, R. (2019). Diseño de Ladrillo de Confitillo y Cemento como Alternativa de la Construcción, Moyobamba, San Martín, 2018. *Tesis de grado en ingeniería civil*. Universidad Cesar Vallejo., Moyobamba.
- Durand Orellana, R. (2017). Estudio Experimental de Unidades de Albañilería Fabricadas con Suelo-Cemento como Alternativa para la Construcción Sostenible. *Tesis de grado en ingeniería civil*. Universidad Nacional de Trujillo., Trujillo.
- Gallegos, H., & Casabonne, C. (2005). *Albañilería Estructural*. Lima: Universidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Monrroy Ramos, L. N. (2020). : Evaluación de las Propiedades Físico – Mecánicas de la Albañilería con Ladrillos de Suelo – Cemento, para Uso Estructural en Huancayo - Junín. *Tesis de grado en ingeniería civil*. Universidad Nacional del Centro del Perú., Huancayo.
- Murillo Salas , E. M. (2015). *Proyecto de una Planta Industrial de Ladrillos Ecológicos del Tipo Suelo-Cemento en Arequipa*. Lima, Perú.
- P. Gatani, M. (2017). Ladrillos de Suelo – Cemento: Mampuesto Tradicional en Base a un Material Sostenible. *Informes de la Construcción Vol. 51*, 45.
- Quispe Amudio, M. (2016). Determinación de las Propiedades Físico Mecánicas de las Unidades de Albañilería Elaboradas con Residuos Sólidos de Ladrilleras Artesanales, Arena de la Cantera de Cunyac y Cemento

Portland IP. *Tesis de grado en ingeniería civil*. Universidad Andina del Cusco, Cusco.

Ramírez Bernachea, L. A. (2018). Las Propiedades Físicas y Mecánicas de Ladrillo Ecológico Suelo – Cemento Fabricadas con Adición de 20% de Aserrín de Madera para Muros no Portantes en la Ciudad de Huaraz - 2016. *Tesis de grado en ingeniería civil*. Universidad San Pedro, Huaraz.

Reglamento Nacional de Edificaciones. (2006). E.070 - Albañilería. *El Peruano*.

Rondón Sosa , A. J., & Sánchez Medina, C. J. (2009). : Factibilidad de Utilización de un Aditivo en los Diseños de Mezcla de Suelo-Cemento para la Fábrica de bloques. *Tesis de grado en ingeniería civil*. Universidad Central de Venezuela., Caracas.

San Bartolomé, Á. (1994). *Construcciones de Albañilería – Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural*. Lima: Universidad de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Toirac Corral, J. (Octubre-Diciembre de 2008). EL SUELO-CEMENTO COMO MATERIAL DE CONSTRUCCION. *Ciencia y Sociedad, Vol. XXXIII*. Instituto Tecnológico de Santo Domingo, Republica Dominicana.

**ANEXOS**

## ANEXO 01

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
CEMENTO PORTLAND (Variable Independiente)	El investigador (2020) define al Cemento Portland como: un polvo gris fino que se obtiene del calcinamiento a 1450 °C de piedras calizas y arcillas (Clinker), finalmente se le añade yeso al Clinker es decir, Cemento Portland = Clinker + Yeso.	Esta variable se va a medir con cemento portland tipo IP para este estudio.	Porcentaje en volumen de Cemento Portland IP	0% 5% 10% 15%	Nominal  Nominal  Nominal  Nominal
PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DE LAS UNIDADES DE ALBAÑILERIA (Variable dependiente)	El investigador (2020) define que las propiedades físicas son aquellas que son medibles sin someterla a ningún tipo de esfuerzo, mientras que las propiedades mecánicas son sometidas a fuerzas externas hasta su deformación y/o ruptura.	Esta variable se va a medir con ensayos de laboratorio para este estudio.	Propiedades Físico - Mecánicas	Variación. Dimensional. Alabeo. Absorción. Resistencia a la Compresión. Resistencia a la Tracción por Flexión.	Medición  Medición  Medición  Medición  Medición

## ANEXO 04

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA GENERAL Y ESPECÍFICOS.	OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS	HIPÓTESIS GENERAL Y ESPECÍFICAS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
<p>Problema General</p> <p>¿Cómo son las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>Evaluar las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020</p>				<p>Tipo:</p> <p>Aplicada</p> <p>Enfoque:</p> <p>cuantitativo</p> <p>Diseño:</p> <p>Experimental</p>
<p>Problemas Específicos</p> <p>¿Cómo son las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida, San Jerónimo Cusco - 2020, ¿sin adicionar cemento portland?</p>	<p>Objetivos Específicos</p> <p>Determinar las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida, San Jerónimo Cusco - 2020, sin adicionar cemento portland</p>	<p>Hipótesis Específicas</p> <p>Las propiedades físico - mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida, San Jerónimo Cusco - 2020, son malas sin adicionar cemento portland.</p>	<p>1.- Variable Independiente.</p> <p>Cemento Portland</p>	<p>Porcentaje en volumen de Cemento Portland IP.</p>	<p>0%</p> <p>5%</p> <p>10%</p> <p>15%</p>	<p>Técnica:</p> <p>Observación</p> <p>Instrumento:</p> <p>Fichas Técnicas de Laboratorio</p>
<p>¿Cómo son las propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020?</p>	<p>Determinar las propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020</p>	<p>Las propiedades físicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020.</p>				<p>Población:</p> <p>140 ladrillos de tierra cruda comprimida elaborados con suelo de San Jerónimo - Cusco y Cemento Portland IP.</p>
<p>¿Cómo son las propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020?</p>	<p>Determinar las propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida adicionando porcentajes de cemento portland, San Jerónimo Cusco - 2020</p>	<p>Las propiedades mecánicas de los ladrillos de tierra cruda comprimida son óptimas adicionando porcentajes de Cemento Portland, San Jerónimo Cusco - 2020.</p>	<p>2. Variable dependiente.</p> <p>Propiedades Físico – Mecánicas de las Unidades de Albañilería</p>	<p>Propiedades Físico - Mecánicas</p>	<p>Variación Dimensional</p> <p>Alabeo</p> <p>Absorción</p> <p>Resistencia a la Compresión</p> <p>Resistencia a la Tracción por flexión</p>	<p>Muestra:</p> <p>Son todos los ladrillos de tierra cruda comprimida fabricadas con suelo de San Jerónimo - Cusco y Cemento Portland. Muestra = Población</p>

## ANEXO 05



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

### CONSTANCIA DE VALIDACIÓN

Yo: Roger Alberto Príncipe Reyes con DNI N°: 02805945 Dr. en Administración N° CIP 43516, de profesión Ingeniero Civil Desempeñándome actualmente como Docente a tiempo completo en la Facultad de Ingeniería Escuela Profesional de Ingeniería Civil En la Universidad Cesar Vallejo

- Por medio de la presente hago constar que he revisado con fines de validación el instrumento: Ficha técnica: Variación Dimensional, Alabeo, Absorción, Resistencia a la Compresión y Resistencia a la Tracción por Flexión.

Ficha de observación.

Luego de hacer las observaciones pertinentes, puedo formular las siguientes apreciaciones.

	DEFICIENTE	ACEPTABLE	BUENO	MUY BUENO	EXCELENTE
1. Claridad				X	
2. Objetividad				X	
3. Actualidad				X	
4. Organización				X	
5. Suficiencia				X	
6. Intencionalidad				X	
7. Consistencia				X	
8. Coherencia				X	
9. Metodología				X	

En señal de conformidad firmo la presente en la ciudad de Trujillo el 15 de diciembre del 2020.

Dr. : Roger Alberto Príncipe Reyes  
DNI : 02805945  
Especialidad : Ingeniero Civil  
E-mail : principe20066@yahoo.es

# ANEXO 06

## Panel fotografico











**LIMITES DE CONSISTENCIA**  
 LIMITE LIQUIDO - LIMITE PLASTICO - IP  
 NTP-339.129 ASTM-D4318

CODIGO : \_\_\_\_\_  
 REVISION : \_\_\_\_\_  
 PAGINA : \_\_\_\_\_

Proyecto : "PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERONIMO CUSCO - 2020"

3 de 3

Localización #  
 Distrito : **SAN JERÓNIMO**  
 Provincia : **CUSCO**  
 Region : **CUSCO**

Fecha : **DICIEMBRE 2020**  
 Motivo : **Estudio Geotécnico**  
 Resp. Lab. : **A.A.A.**  
 Esp. Geot. : **A.A.A.**

MUESTRA : **1**  
 Pozo : **C-01** Estrato : **E-02**

PROF. (m.) : **1,00 - 2,00**

**LIMITE LIQUIDO - ASTM 423-66**

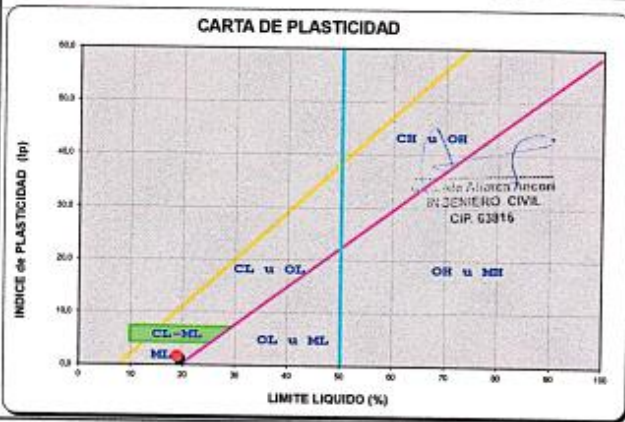
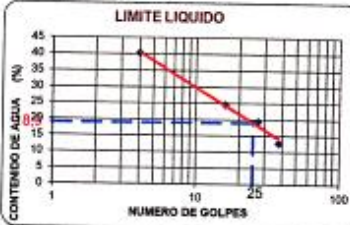
PESOS	MUESTRA	1	2	3	4
Peso de la Capsula (gr)		14,9	19,33	15,19	18,8
Peso de la Capsula+ Suelo Húmedo (gr)		29,37	34,9	30,37	33,74
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		25,22	31,84	27,92	32,05
Número de golpes		4	16	27	38
Peso del Suelo Seco (gr)		10,32	12,51	12,73	13,25
Contenido de Humedad (w)		40,21	24,46	19,25	12,75

**LIMITE LIQUIDO (%)**  
**18,9**

**LIMITE PLASTICO - ASTM D424-59**

PESOS	MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)		15,22	11,56
Peso de la Capsula+ Suelo Húmedo (gr)		25,57	21,48
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)		24,05	20,01
Peso del Suelo Seco (gr)		8,83	8,45
Contenido de Humedad (w)		17,21	17,40

**LIMITE PLASTICO (%)** : **17,3**  
**INDICE PLASTICO (Ip)** : **1,6**



**CLASIFICACIÓN SUCS:**  
**ML**  
 Limo con arena

Obs.-  
 CORRESPONDIENTE A LA PARTE FINA DEL SUELO DEL ESTUDIO

V18



## CONTENIDO DE HUMEDAD

NTP-339.127 - ASTM-D2216

CODIGO : \_\_\_\_\_

REVISION : \_\_\_\_\_

PAGINA : 2 de 4

Proyecto : "PROPIEDADES FISICO - MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERONIMO CUSCO - 2020"

Localizacion

Distrito : SAN JERÓNIMO

Provincia : CUSCO

Region : CUSCO

Fecha : DICIEMBRE 2020

Motivo : Estudio Geotecnico

Resp. Lab.: A.A.A.

Esp. Geot.: A.A.A.

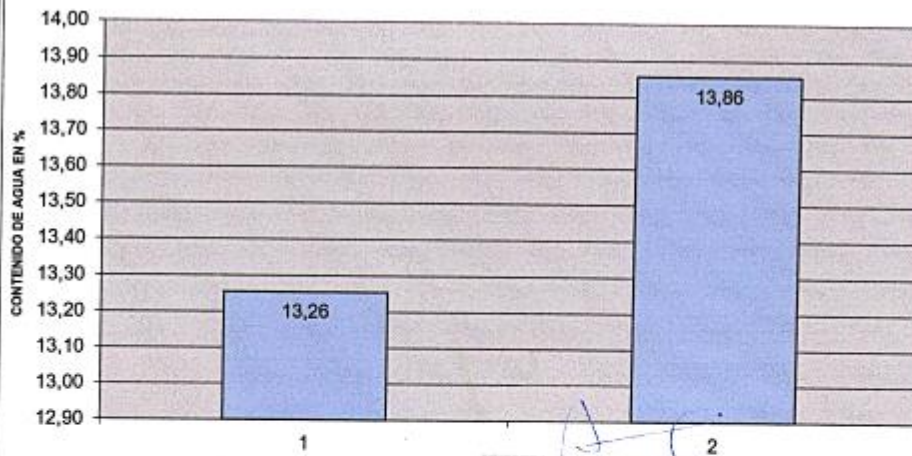
MUESTRA : 1

Pozo C-01 Estrato : E-02

PROF. (m): 1,00 - 2,00

MUESTRA	1	2
Peso de la Capsula (gr)	18,16	18,30
Peso de la Capsula+Suelo Humedo (gr)	51,14	50,18
Peso de la Capsula+ Suelo Seco (gr)	47,28	46,30
Peso del Suelo Seco (gr)	29,12	28,00
Contenido de Humedad (w)	13,26	13,86
		13,56

### CONTENIDO DE AGUA




MUESTRA  
Ingeniero Abanca Ancori  
INGENIERO CIVIL  
CIP. 63816

Laboratorio

Especialista en Geotecnia

www.geotestperu.com · Av. Brasil C-4 Urb. Quispacanchi CUSCO · (084) 289042 - 904423333 · RUC 20490192205


	<b>RESUMEN</b> <b>CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y CLASIFICACION</b>		CODIGO : _____ REVISION : _____ PAGINA : <b>1 de 4</b>
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO - MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"  Localización: <b>SAN JERÓNIMO</b> Provincia : <b>CUSCO</b> Region : <b>CUSCO</b> Distrito : _____		

MUESTRA	Nº	ESTRATO	PROFUNDIDAD	C. A %	LP %	LL %	IP	Cu	Cc	CLASIFICACION SUCS	Descripcion	Color
1	C-01	E-02	1,00 - 2,00	13,56	17,31	18,92	1,61		0,85	ML	Limo con arena	Marrón

  
 Abogado Abner Pacheco  
 INDEMERO CIVIL  
 REG. CP 63319

ANEXO 08

ENSAYOS FISICO – MECANICOS A LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA  
 COMPRIMIDA (CERTIFICADO LABORATORIO GEotest Perú)

	VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS NTP 399.613 Y NTP 399.604		CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA :
	Proyecto : "PROPIEDADES FISICO – MECANICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"		Fecha : DICIEMBRE 2020 1 de 4
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO		Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Exp. Geot.: A.A.A.	

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP

1.- DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

DESCRIPCION: 40 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO, DE 295MM X 145 MM X 95 MM

2.- ENSAYOS REALIZADOS

Item.	Descripción	Largo				Ancho				Altura						
		Largo 1 mm	Largo 2 mm	Largo 3 mm	Largo 4 mm	Largo prom	Ancho 1 mm	Ancho 2 mm	Ancho 3 mm	Ancho 4 mm	Ancho promedio	Altura 1 mm	Altura 2 mm	Altura 3 mm	Altura 4 mm	Altura prom
1	MA1	295.00	296.00	295.00	295.00	295.25	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
2	MA2	294.00	295.00	294.00	294.00	294.25	146.00	146.00	145.00	145.00	145.50	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
3	MA3	294.00	295.00	294.00	293.00	294.00	146.00	146.00	145.00	145.00	145.50	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
4	MA4	294.00	295.00	294.00	295.00	294.50	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
5	MA5	294.00	295.00	294.00	294.00	294.25	146.00	146.00	145.00	146.00	145.75	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
6	MA6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	146.00	146.00	145.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
7	MA7	296.00	296.00	295.00	295.00	295.50	145.00	145.00	146.00	146.00	145.50	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
8	MA8	295.00	296.00	295.00	296.00	295.50	145.00	145.00	146.00	145.00	145.25	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00
9	MA9	295.00	295.00	294.00	294.75	294.75	146.00	145.00	145.00	145.00	145.25	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
10	MA10	294.00	295.00	294.00	295.00	294.50	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00
		Largo dimension promedio				294.75	Ancho dimension promedio				145.38	Altura dimension promedio				95.50
		Largo dimension nominal				295.00	Ancho dimension nominal				145.00	Altura dimension nominal				95.00
		Largo variacion dimensional (%)				0.08%	Ancho variacion dimensional (%)				-0.26%	Altura variacion dimensional (%)				-0.53%

  
**Abelardo Abares Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816




VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS  
NTP 399.613 Y NTP 399.604

CODIGO: ..... REVISION: ..... PAGINA: .....		Fecha: DICIEMBRE 2020 2 de 4
Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"		
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Método : CONTROL Resp. Lab: C.S.T. Esp. Geol.: A.A.A.	


Item.	Descripción	Largo				Ancho				Altura						
		Largo 1 mm	Largo 2 mm	Largo 3 mm	Largo 4 mm	Largo prom	Ancho 1 mm	Ancho 1 mm	Ancho 1 mm	Ancho 1 mm	Ancho Promedio	Altura 1 mm	Altura 2 mm	Altura 3 mm	Altura 4 mm	Altura prom
11	MB1	296.00	296.00	296.00	296.00	296.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	
12	MB2	295.00	295.00	296.00	295.00	295.25	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
13	MB3	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
14	MB4	295.00	295.00	296.00	296.00	295.50	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	
15	MB5	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	
16	MB6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
17	MB7	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.50	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
18	MB8	296.00	296.00	295.00	296.00	295.75	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
19	MB9	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00	
20	MB10	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	96.00	97.00	97.00	97.00	96.75	
		Largo dimension promedio				295.25	Ancho dimension promedio				145.45	Altura dimension promedio				96.78
		Largo dimension nominal				295.00	Ancho dimension nominal				145.00	Altura dimension nominal				95.00
		Largo variacion dimensional (%)				-0.08%	Ancho variacion dimensional (%)				-0.31%	Altura variacion dimensional (%)				-1.87%

  
 Abelardo Abarca Ancori  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS NTP 399.613 Y NTP 399.604</b>		CODIGO : ..... REVISION : ..... FECHA : ..... PAGINA : .....
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"		Fecha: DICIEMBRE 2020 3 de 4
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Método : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.		

Item.	Descripción	Largo				Ancho				Altura						
		Largo 1 mm	Largo 2 mm	Largo 3 mm	Largo 4 mm	Largo prom	Ancho 1 mm	Ancho 2 mm	Ancho 3 mm	Ancho 4 mm	Ancho Promedio	Altura 1 mm	Altura 2 mm	Altura 3 mm	Altura 4 mm	Altura prom
21	MC1	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
22	MC2	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
23	MC3	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
24	MC4	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
25	MC5	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	145.00	145.00	145.00	145.00	145.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
26	MC6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
27	MC7	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
28	MC8	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	96.00	97.00	97.00	97.00	96.75
29	MC9	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
30	MC10	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00	97.00
		Largo dimension promedio				295.00	Ancho dimension promedio				145.70	Altura dimension promedio				96.98
		Largo dimension nominal				295.00	Ancho dimension nominal				145.00	Altura dimension nominal				95.00
		Largo variacion dimensional (%)				0.00%	Ancho variacion dimensional (%)				-0.48%	Altura variacion dimensional (%)				-2.08%


  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS NTP 399.613 Y NTP 399.604</b>		CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA :	4 de 4
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"			Fecha : DICIEMBRE 2020
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO				

Item.	Descripción	Largo				Largo prom	Ancho				Ancho Promedio	Altura				
		Largo 1 mm	Largo 2 mm	Largo 3 mm	Largo 4 mm		Ancho 1 mm	Ancho 2 mm	Ancho 3 mm	Ancho 4 mm		Altura 1 mm	Altura 2 mm	Altura 3 mm	Altura 4 mm	
31	MD1	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
32	MD2	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
33	MD3	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
34	MD4	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
35	MD5	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
36	MD6	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
37	MD7	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
38	MD8	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
39	MD9	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
40	MD10	295.00	295.00	295.00	295.00	295.00	146.00	146.00	146.00	146.00	97.00	97.00	97.00	97.00		
		Largo dimension promedio				295.00	Ancho dimension promedio				146.00	Altura dimension promedio				97.00
		Largo dimension nominal				295.00	Ancho dimension nominal				146.00	Altura dimension nominal				97.00
		Largo variacion dimensional (%)				0.00%	Ancho variacion dimensional (%)				-0.89%	Altura variacion dimensional (%)				-2.11%

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816



	<b>VARIACION DIMENSIONAL DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y NTP 399.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"	Fecha : DICIEMBRE 2020
	Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

1 de 1

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

DESCRIPCION: 40 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO, DE 295MM X 145 MM X 95 MM

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP

2.-ENSAYOS REALIZADOS

Item.	RESUMEN	Variacion Dimensional %		
		Largo	Ancho	Altura
1	MUESTRA "A" CON 15% DE CEMENTO PORTLAND	0.08%	-0.26%	-0.53%
2	MUESTRA "B" CON 10% DE CEMENTO PORTLAND	-0.08%	-0.31%	-1.87%
3	MUESTRA "C" CON 5% DE CEMENTO PORTLAND	0.00%	-0.48%	-2.08%
4	MUESTRA "D" CON 0% DE CEMENTO PORTLAND	0.00%	-0.69%	-2.11%

**TABLA 1**  
**CLASE DE UNIDAD DE ALBAÑILERIA PARA FINES ESTRUCTURALES**


CLASE	VARIACION DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESION $f_c$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4.9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes  
 (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

3.-CONCLUSIONES:

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "A", "B", "C" Y "D", CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE VARIABILIDAD DIMENSIONAL DE LADRILLO CLASE V, IV, III Y II RESPECTIVAMENTE, DE ACUERDO RNE E.070 - ALBAÑILERIA

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>ALABEO DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	<b>Proyecto</b> : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"  <b>Distrito</b> : SAN JERÓNIMO <b>Provincia</b> : CUSCO <b>Región</b> : CUSCO	<b>Fecha</b> : DICIEMBRE 2020  <b>Motivo</b> : CONTROL <b>Resp. Lab.</b> : C.S.T. <b>Esp. Geot.</b> : A.A.A.

1.- DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

DESCRIPCION: 40 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

2.- ENSAYOS REALIZADOS

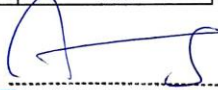
LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP


Item.	Descripción	Superficie A		Superficie B	
		concavo mm	convexo mm	concavo mm	convexo mm
1	MA1	0.00	2.00	0.00	0.00
2	MA2	1.00	1.00	0.00	1.00
3	MA3	0.00	0.00	0.00	1.50
4	MA4	2.00	2.00	0.00	0.00
5	MA5	0.00	0.00	1.00	2.00
6	MA6	0.00	1.00	0.00	0.50
7	MA7	0.00	0.00	1.00	0.00
8	MA8	1.00	0.00	1.00	0.00
9	MA9	0.50	1.00	0.00	0.00
10	MA10	0.00	0.00	0.50	1.00

concavidad prom.	0.40	convexidad prom.	0.65
------------------	------	------------------	------

Item.	Descripción	Superficie A		Superficie B	
		concavo mm	convexo mm	concavo mm	convexo mm
11	MB1	1.00	0.00	1.00	0.00
12	MB2	0.00	2.00	3.00	1.00
13	MB3	0.00	0.00	0.00	1.00
14	MB4	2.00	1.00	1.00	1.00
15	MB5	1.00	2.00	0.00	0.00
16	MB6	1.00	1.00	0.00	0.00
17	MB7	0.50	0.00	0.00	0.00
18	MB8	0.00	0.00	1.00	0.50
19	MB9	0.00	1.00	0.00	0.00
20	MB10	0.00	0.00	0.00	1.00

concavidad prom.	0.58	convexidad prom.	0.58
------------------	------	------------------	------

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>ALABEO DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"  Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : DICIEMBRE 2020  Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.


Item.	Descripción	Superficie A		Superficie B	
		concavo mm	convexo mm	concavo mm	convexo mm
21	MC1	0.00	1.00	1.00	0.00
22	MC2	1.00	2.00	2.00	2.00
23	MC3	1.00	0.00	2.00	2.00
24	MC4	0.00	0.00	1.00	1.00
25	MC5	0.00	0.00	0.00	1.00
26	MC6	1.00	0.00	0.00	0.00
27	MC7	1.00	0.50	0.00	0.00
28	MC8	0.00	0.00	0.50	1.00
29	MC9	1.00	0.50	0.00	0.50
30	MC10	1.00	0.00	1.00	0.00

concavidad prom.	0.68	convexidad prom.	0.58
------------------	------	------------------	------

Item.	Descripción	Superficie A		Superficie B	
		concavo mm	convexo mm	concavo mm	convexo mm
31	MD1	1.00	0.00	0.00	1.00
32	MD2	1.00	2.00	2.00	2.00
33	MD3	2.00	2.00	1.00	0.00
34	MD4	1.00	1.00	1.00	1.00
35	MD5	1.00	0.00	1.00	0.00
36	MD6	1.00	1.00	0.00	0.00
37	MD7	1.50	1.50	0.00	0.00
38	MD8	1.00	1.00	0.50	0.00
39	MD9	1.00	1.00	0.00	0.50
40	MD10	1.00	0.50	0.50	0.50

concavidad prom.	0.88	convexidad prom.	0.75
------------------	------	------------------	------

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>ALABEO DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO - MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"  Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : DICIEMBRE 2020  Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

1 de 1

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

DESCRIPCIÓN: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

2.-ENSAYOS REALIZADOS

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP

Item.	RESUMEN	Alabeo mm	
		concavidad	convexidad
1	MUESTRA "A" CON 15% DE CEMENTO PORTLAND	0.40	0.65
2	MUESTRA "B" CON 10% DE CEMENTO PORTLAND	0.58	0.58
3	MUESTRA "C" CON 5% DE CEMENTO PORTLAND	0.68	0.58
4	MUESTRA "D" CON 0% DE CEMENTO PORTLAND	0.88	0.75


CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_c$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
Ladrillo I	± 8	± 6	± 4	10	4,9 (50)
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6,9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9,3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12,7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17,6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4,9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2,0 (20)

- (1) Bloque usado en la construcción de muros portantes  
 (2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

3.-CONCLUSIONES:

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "A", "B", "C" Y "D", CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE ALABEO SEGÚN TABLA 1 DEL RNE E.070 - ALBAÑILERIA PARA LADRILLOS CLASE V.

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>ABSORCION DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"  Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : DICIEMBRE 2020  Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

1 de 1

**1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN**

DESCRIPCION: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

**2.-ENSAYOS REALIZADOS**

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP


Item.	Descripción	Peso (gr)		Absorción %
		seco	satutado (24 hrs sumergido)	
1	MA1	6874.00	7850.00	14.20%
2	MA2	7016.00	8023.00	14.35%
3	MA3	6710.00	7671.00	14.32%
4	MA4	6695.00	7658.00	14.38%
5	MA5	6778.00	7737.00	14.15%
<b>Absorción prom.</b>				<b>14.28%</b>

Item.	Descripción	Peso (gr)		Absorción %
		seco	satutado (24 hrs sumergido)	
6	MB1	6640.00	7839.00	18.06%
7	MB2	6763.00	7921.00	17.12%
8	MB3	6886.00	8142.00	18.24%
9	MB4	6787.00	8054.00	18.67%
10	MB5	6689.00	7884.00	17.87%
<b>Absorción prom.</b>				<b>17.99%</b>

Item.	Descripción	Peso (gr)		Absorción %
		seco	satutado (24 hrs sumergido)	
11	MC1	6585.00	8345.00	26.73%
12	MC2	6546.00	8186.00	25.05%
13	MC3	6687.00	8218.00	22.90%
14	MC4	6897.00	8315.00	20.56%
15	MC5	6748.00	8122.00	20.36%
<b>Absorción prom.</b>				<b>23.12%</b>

Item.	Descripción	Peso (gr)		Absorción %
		seco	satutado (24 hrs sumergido)	
16	MD1	6490.00	7894.00	21.63%
17	MD2	6456.00	8205.00	27.09%
18	MD3	6521.00	7983.00	22.42%
19	MD4	6470.00	8195.00	26.66%
20	MD5	6518.00	8325.00	27.72%
<b>Absorción prom.</b>				<b>25.11%</b>

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>ABSORCIÓN DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020" Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : DICIEMBRE 2020 Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.

1 de 1

**1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN**

DESCRIPCIÓN: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

**2.-ENSAYOS REALIZADOS**

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP

Item.	RESUMEN	Absorción %
1	MUESTRA "A" CON 15% DE CEMENTO PORTLAND	14.28%
2	MUESTRA "B" CON 10% DE CEMENTO PORTLAND	17.99%
3	MUESTRA "C" CON 5% DE CEMENTO PORTLAND	23.12%
4	MUESTRA "D" CON 0% DE CEMENTO PORTLAND	25.11%

**5.5. ACEPTACIÓN DE LA UNIDAD**


b) La absorción de las unidades de arcilla y sílico cálcicas no será mayor que 22%. El bloque de concreto clase, tendrá una absorción no mayor que 12% de absorción. La absorción del bloque de concreto NP, no será mayor que 15%.

**3.-CONCLUSIONES:**

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "A" Y "B", CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES SEGÚN ART. 5.3 DEL RNE E.070- ALBAÑILERÍA.

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "C" Y "D", NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>		CODIGO : ..... REVISION : ..... FECHA : ..... PAGINA : ..... de 4
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"	Fecha : DICIEMBRE 2020	
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.		

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN


DESCRIPCIÓN: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

2.-ENSAYOS REALIZADOS

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0 % CP

Item.	Descripción	Largo			Ancho			Resistencia de ladrillo kg	Resistencia del Ladrillo kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio		
1	MA1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	41820.00	97.77
2	MA2	29.40	29.40	29.40	14.60	14.60	14.60	38859.41	90.53
3	MA3	29.40	29.40	29.40	14.60	14.60	14.60	45320.00	105.58
4	MA4	29.60	29.60	29.60	14.50	14.50	14.50	40649.54	94.71
5	MA5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	36281.64	84.82
f'b prom.								94.68	
Desv. Est.								7.79	
f'b caract.								86.89	


  
 Abelardo Abarca Ancori  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>		CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA :
			2 de 4
Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"	Fecha : DICIEMBRE 2020		
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.		

Item.	Descripción	Largo			Ancho			Resistencia de ladrillo kg	Resistencia del Ladrillo kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio		
6	MB1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	29150.00	68.15
7	MB2	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	35088.26	82.03
8	MB3	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	25122.17	58.13
9	MB4	29.50	29.50	29.50	14.60	14.60	14.60	22338.63	51.87
10	MB5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	24277.56	56.76
								f'b prom.	<b>63.39</b>
								Desv. Est.	<b>11.98</b>
								f'b caract.	<b>51.40</b>


  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816



	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>		CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA : 3 de 4
	<b>Proyecto :</b> "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"		
<b>Districto :</b> SAN JERÓNIMO <b>Provincia :</b> CUSCO <b>Región :</b> CUSCO			<b>Fecha :</b> DICIEMBRE 2020  <b>Motivo :</b> CONTROL <b>Resp. Lab.:</b> C.S.T. <b>Esp. Geot.:</b> A.A.A.


Item.	Descripción	Largo			Ancho			Resistencia de ladrillo kg	Resistencia del Ladrillo ·kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio		
11	MC1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	427.75	23350.00
12	MC2	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	427.75	17534.60
13	MC3	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	427.75	35051.51
14	MC4	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	432.16	17176.32
15	MC5	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	432.16	19256.98
								<b>f'b prom.</b>	<b>52.37</b>
								<b>Desv. Est.</b>	<b>17.53</b>
								<b>f'b caract.</b>	<b>34.83</b>

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS</b> <b>NTP 399.613 Y 399.604</b>		CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA : 4 de 4
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"	Fecha : DICIEMBRE 2020	
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.		

Item.	Descripción	Largo			Ancho			Resistencia de ladrillo kg	Resistencia del Ladrillo kg/cm <sup>2</sup>	
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio			
16	MD1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.60	14.55	429.23	14290.00	33.29
17	MD2	29.50	29.50	29.50	14.50	14.60	14.55	429.23	11940.00	27.82
18	MD3	29.50	29.50	29.50	14.50	14.60	14.55	429.23	16130.00	37.58
19	MD4	29.50	29.50	29.50	14.60	14.60	14.60	430.70	14890.00	34.57
20	MD5	29.50	29.50	29.50	14.60	14.60	14.60	430.70	13680.00	31.76
								f'b prom.		33.00
								Desv. Est.		3.60
								f'b caract.		29.40

  
**Abielardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE LADRILLOS NTP 399.613 Y 339.604</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : "PROPIEDADES FÍSICO-MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"  Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : DICIEMBRE 2020  Motivo : CONTROL Resp. Lab. : C.S.T. Esp. Geot. : A.A.A.

1 de 1

1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

DESCRIPCIÓN: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

2.-ENSAYOS REALIZADOS

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0% CP

Item.	RESUMEN	Resistencia Característica a Compresion Pb	
1	MUESTRA "A" CON 15% DE CEMENTO PORTLAND	86.89	Kg/cm <sup>2</sup>
2	MUESTRA "B" CON 10% DE CEMENTO PORTLAND	51.40	Kg/cm <sup>2</sup>
3	MUESTRA "C" CON 5% DE CEMENTO PORTLAND	34.83	Kg/cm <sup>2</sup>
4	MUESTRA "D" CON 0% DE CEMENTO PORTLAND	29.40	Kg/cm <sup>2</sup>

CLASE	VARIACIÓN DE LA DIMENSION (máxima en porcentaje)			ALABEO (máximo en mm)	RESISTENCIA CARACTERÍSTICA A COMPRESIÓN $f_c$ mínimo en MPa (kg/cm <sup>2</sup> ) sobre área bruta
	Hasta 100 mm	Hasta 150 mm	Más de 150 mm		
	Ladrillo I	± 8	± 6		
Ladrillo II	± 7	± 6	± 4	8	6.9 (70)
Ladrillo III	± 5	± 4	± 3	6	9.3 (95)
Ladrillo IV	± 4	± 3	± 2	4	12.7 (130)
Ladrillo V	± 3	± 2	± 1	2	17.6 (180)
Bloque P <sup>(1)</sup>	± 4	± 3	± 2	4	4.9 (50)
Bloque NP <sup>(2)</sup>	± 7	± 6	± 4	8	2.0 (20)

(1) Bloque usado en la construcción de muros portantes  
(2) Bloque usado en la construcción de muros no portantes

4. CLASIFICACION

El ladrillo se clasificará en cinco tipos de acuerdo a sus propiedades (ver Tabla 1 y Tabla 2).


- 4.1 Tipo I.- Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.
- 4.2 Tipo II.- Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.
- 4.3 Tipo III.- Resistencia y durabilidad medias. Apto para construcciones de albañilería de uso general.
- 4.4 Tipo IV.- Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.
- 4.5 Tipo V.- Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio perfectamente rigurosas.

3.-CONCLUSIONES:

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "A" Y "B", CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RESISTENCIA DE LADRILLO CLASE II Y I RESPECTIVAMENTE, DE ACUERDO AL RNE E.070- ALBAÑILERIA

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "C" Y "D", NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DE RESISTENCIA PARA NINGUN TIPO DE LADRILLO, DE ACUERDO AL RNE E.070- ALBAÑILERIA

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION DE LADRILLOS</b> <b>ITINTEC 331.017</b>	CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA :
	Proyecto : " PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"	Fecha : DICIEMBRE 2020
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.	1 de 3

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0 % CP


1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN

DESCRIPCION: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

2.-ENSAYOS REALIZADOS

Item.	Descripción	Largo			Ancho		Altura		Long. Entre Apoyos cm	Resistencia de ladrillo kg	Resistencia de traccion a flexion kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio	Altura 1 cm			
1	MA1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.55	7.45
2	MA2	29.40	29.50	29.45	14.60	14.60	14.60	9.50	9.50	9.50	6.51
3	MA3	29.40	29.50	29.45	14.60	14.50	14.55	9.60	9.60	9.60	8.46
4	MA4	29.60	29.60	29.60	14.60	14.50	14.55	9.60	9.50	9.55	7.84
5	MA5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	9.50	7.48
f'b prom.										7.55	
Desv. Est.										0.71	
f'b caract.										6.84	


  
 Abelardo Abarca Ancori  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION DE LADRILLOS</b> <b>ITINTEC 331-017</b>		CODIGO: ..... REVISION: ..... FECHA: ..... PAGINA: .....
	Proyecto : " PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"		
	Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Fecha : DICIEMBRE 2020	

Item.	Descripción	Largo			Ancho			Altura		Long. Entre Apoyos cm	Resistencia de ladrillo kg	Resistencia de traccion a flexion kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio	Altura 1 cm	Altura 2 cm			
6	MB1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	18.00	265.78	5.48
7	MB2	29.40	29.40	29.40	14.60	14.60	14.60	9.50	9.60	18.00	167.90	3.40
8	MB3	29.40	29.40	29.40	14.60	14.60	14.60	9.60	9.60	18.00	212.39	4.25
9	MB4	29.60	29.60	29.60	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	18.00	247.98	5.12
10	MB5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	18.00	199.04	4.11
f b prom.											4.47	
Desv. Est.											0.83	
f b caract.											3.64	


Item.	Descripción	Largo			Ancho			Altura		Long. Entre Apoyos cm	Resistencia de ladrillo kg	Resistencia de traccion a flexion kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio	Altura 1 cm	Altura 2 cm			
11	MC1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	18.00	107.68	2.20
12	MC2	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.50	18.00	61.60	1.27
13	MC3	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	9.60	9.60	18.00	76.21	1.53
14	MC4	29.50	29.50	29.50	14.60	14.60	14.60	9.40	9.50	18.00	82.96	1.72
15	MC5	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.60	9.60	18.00	69.07	1.40
f b prom.											1.62	
Desv. Est.											0.35	
f b caract.											1.26	

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A TRACCIÓN POR FLEXIÓN DE LADRILLOS</b> <b>ITINTEC 331.017</b>		CODIGO : REVISION : FECHA : PAGINA :
	Proyecto : " PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"		Fecha : DICIEMBRE 2020
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO		Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.	

Item.	Descripción	Largo			Ancho			Altura			Long. Entre Apoyos cm	Resistencia de ladrillo kg	Resistencia de tracción a flexión kg/cm2
		Largo 1 cm	Largo 2 cm	Largo Promedio	Ancho 1 cm	Ancho 2 cm	Ancho Promedio	Altura 1 cm	Altura 2 cm	Ancho Promedio			
16	MD1	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	117.65	2.40
17	MD2	29.50	29.50	29.50	14.60	14.50	14.55	9.50	9.50	9.50	18.00	69.51	1.43
18	MD3	29.50	29.50	29.50	14.50	14.50	14.50	9.50	9.60	9.55	18.00	62.08	1.27
19	MD4	29.60	29.60	29.60	14.60	14.60	14.60	9.60	9.55	9.58	18.00	78.98	1.59
20	MD5	29.60	29.60	29.60	14.50	14.60	14.55	9.50	9.50	9.50	18.00	47.86	0.98
											Fb prom.	1.54	
											Desv. Est.	0.53	
											Fb caract.	1.00	

  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816

	<b>RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION DE LADRILLOS ITINTEC 331.017</b>	CODIGO : _____ REVISION : _____ FECHA : _____ PAGINA : _____
	Proyecto : " PROPIEDADES FÍSICO – MECÁNICAS DE LOS LADRILLOS DE TIERRA CRUDA COMPRIMIDA ADICIONANDO PORCENTAJES DE CEMENTO PORTLAND, SAN JERÓNIMO CUSCO - 2020"	Fecha : DICIEMBRE 2020
Distrito : SAN JERÓNIMO Provincia : CUSCO Región : CUSCO	Motivo : CONTROL Resp. Lab.: C.S.T. Esp. Geot.: A.A.A.	

**1.-DATOS DE LA MUESTRA O ESPECIMEN**

DESCRIPCION: 20 LADRILLOS DE TIERRA CRUDA, DE 02 AGUJEROS, DE 60 MM DIAMETRO.

**2.-ENSAYOS REALIZADOS**

LEYENDA	
MUESTRA A:	15% CP
MUESTRA B:	10% CP
MUESTRA C:	5% CP
MUESTRA D:	0 % CP

Item.	RESUMEN	Resistencia a traccion por flexion F <sub>br</sub>	
1	MUESTRA "A" CON 15% DE CEMENTO PORTLAND	6,84	Kg/cm <sup>2</sup>
2	MUESTRA "B" CON 10% DE CEMENTO PORTLAND	3,64	Kg/cm <sup>2</sup>
3	MUESTRA "C" CON 5% DE CEMENTO PORTLAND	1,26	Kg/cm <sup>2</sup>
4	MUESTRA "D" CON 0% DE CEMENTO PORTLAND	1,00	Kg/cm <sup>2</sup>

**4.-CLASIFICACION**

TIPO DE LADRILLO	MÓDULO DE RUPTURA(kg/cm <sup>2</sup> )
Ladrillo I	6.12
Ladrillo II	7.14
Ladrillo III	8.16
Ladrillo IV	9.18
Ladrillo V	10.20

El ladrillo se clasificará en otro tipo de acuerdo a sus propiedades (Ver Tabla 1 y Tabla 2).

4.1 Tipo I.- Resistencia y durabilidad muy bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio con exigencias mínimas.

4.2 Tipo II.- Resistencia y durabilidad bajas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio moderadas.

4.3 Tipo III.- Resistencia y durabilidad media. Apto para construcciones de albañilería de uso general.

4.4 Tipo IV.- Resistencia y durabilidad altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio rigurosas.

4.5 Tipo V.- Resistencia y durabilidad muy altas. Apto para construcciones de albañilería en condiciones de servicio particularmente rigurosas.

**3.-CONCLUSIONES:**

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "A", CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION DE LADRILLO TIPO I, DE ACUERDO A LA NT ITINTEC 331.017

LOS LADRILLOS ENSAYADOS DE LAS MUESTRAS "B", "C" Y "D", NO CUMPLEN CON LAS ESPECIFICACIONES TECNICAS DE RESISTENCIA A TRACCION POR FLEXION PARA NINGUN TIPO DE LADRILLO, DE ACUERDO A NT ITINTEC 331.017

  
 -----  
**Abelardo Abarca Ancori**  
 INGENIERO CIVIL  
 REG. CIP. 63816